

RETURN BIDS TO:
RETOURNER LES SOUMISSIONS À:
Travaux publics et Services gouvernementaux
Canada
Place Bonaventure, portail Sud-Est
800, rue de La Gauchetière Ouest
7^{ème} étage
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 STDP10 - DEV. DES TECH. SPATIALES | |
| Solicitation No. - N° de l'invitation 9F063-140909/A | Date 2015-05-24 |
| Client Reference No. - N° de référence du client 9F063-140909 | |
| GETS Reference No. - N° de référence de SEAG PW-\$MTB-575-13259 | |
| File No. - N° de dossier MTB-5-38005 (575) | CCC No./N° CCC - FMS No./N° VME |
| Solicitation Closes - L'invitation prend fin at - à 02:00 PM on - le 2015-07-22 | |
| 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) 496-3378 () | FAX No. - N° de FAX (514) 496-3822 |
| Destination - of Goods, Services, and Construction: Destination - des biens, services et construction: AGENCE SPATIALE CANADIENNE 9F063 - SCIENCES ET TECH. SPATIALES 6767 ROUTE DE L AEROPORT ST HUBERT Québec J3Y8Y9 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-Est
800, rue de La Gauchetière Ouest
7^{ème} étage
Montréal
Québec
H5A 1L6

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Delivery Required - Livraison exigée | 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 |

Solicitation No. - N° de l'invitation

9F063-140909/A

Amd. No. - N° de la modif.

File No. - N° du dossier

MTB-5-38005

Buyer ID - Id de l'acheteur

mtb575

Client Ref. No. - N° de réf. du client

9F063-140909

CCC No./N° CCC - FMS No/ N° VME

- SVP, veuillez vous référer à la DEMANDE DE PROPOSITIONS (DDP) ci-jointe -

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| PARTIE 1 – RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX..... | 3 |
| 1.1 INTRODUCTION..... | 3 |
| 1.2 SOMMAIRE | 4 |
| 1.3 COMPTE RENDU..... | 5 |
| 1.4 COMMUNICATIONS..... | 5 |
| PARTIE 2 – INSTRUCTIONS À L'INTENTION DES SOUMISSIONNAIRES..... | 6 |
| 2.1 INSTRUCTIONS, CLAUSES ET CONDITIONS UNIFORMISÉES | 6 |
| 2.2 PRÉSENTATION DES SOUMISSIONS | 6 |
| 2.3 ANCIEN FONCTIONNAIRE | 7 |
| 2.4 DEMANDES DE RENSEIGNEMENTS – EN PÉRIODE DE SOUMISSION..... | 8 |
| 2.5 LOIS APPLICABLES..... | 8 |
| 2.6 AMÉLIORATIONS APPORTÉES AU BESOIN PENDANT LA DEMANDE DE SOUMISSIONS..... | 9 |
| 2.7 FONDEMENT DU TITRE DU CANADA SUR LES DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE | 9 |
| 2.8 FINANCEMENT MAXIMAL | 9 |
| PARTIE 3 – INSTRUCTIONS POUR LA PRÉPARATION DES SOUMISSIONS | 11 |
| 3.1 INSTRUCTIONS POUR LA PRÉPARATION DES SOUMISSIONS | 11 |
| SECTION I : SOUMISSION TECHNIQUE..... | 12 |
| SECTION II : SOUMISSION FINANCIÈRE | 12 |
| SECTION III: ATTESTATIONS | 13 |
| PARTIE 4 – PROCÉDURES D'ÉVALUATION ET MÉTHODE DE SÉLECTION | 14 |
| 4.1 PROCÉDURES D'ÉVALUATION | 14 |
| 4.2 MÉTHODE DE SÉLECTION | 14 |
| LA NOTE ACCORDÉE AU PRIX EST LIMITÉE À 10 POINTS. | 15 |
| PARTIE 5 – ATTESTATIONS | 17 |
| 5.1 ATTESTATIONS PRÉALABLES À L'ATTRIBUTION DU CONTRAT..... | 17 |
| 5.2 ATTESTATIONS ADDITIONNELLES PRÉALABLES À L'ATTRIBUTION DU CONTRAT..... | 19 |
| PARTIE 6 –EXIGENCES FINANCIÈRES ET AUTRES EXIGENCES | 21 |
| 6.1 CAPACITÉ FINANCIÈRE | 21 |
| 6.2 EXIGENCES RELATIVES AUX MARCHANDISES CONTRÔLÉES | 21 |
| PARTIE 7 – CLAUSES DU CONTRAT SUBSÉQUENT..... | 22 |
| 7.1 ÉNONCÉ DES TRAVAUX..... | 22 |
| 7.2 AUTORISATION DES TRAVAUX | 22 |
| 7.3 CLAUSES ET CONDITIONS UNIFORMISÉES..... | 22 |
| 7.4 DURÉE DU CONTRAT..... | 25 |
| 7.5 RESPONSABLES..... | 25 |
| 7.6 DIVULGATION PROACTIVE DE MARCHÉS CONCLUS AVEC D'ANCIENS FONCTIONNAIRES | 26 |
| 7.7 PAIEMENT | 26 |
| 7.8 CLAUSES DU GUIDE DES CUA | 27 |
| 7.9 INSTRUCTIONS RELATIVES À LA FACTURATION - DEMANDE DE PAIEMENT – PRIX FERME..... | 27 |
| 7.10 ATTESTATIONS..... | 28 |
| 7.11 LOIS APPLICABLES..... | 28 |
| 7.12 ORDRE DE PRIORITÉ DES DOCUMENTS | 28 |
| 7.13 RESSORTISSANTS ÉTRANGERS (ENTREPRENEUR CANADIEN)..... | 29 |

N° de l'invitation - Sollicitation No.
9F063-140909/A
N° de réf. du client - Client Ref. No.
9F063-14-0909

N° de la modif - Amd. No.
File No. - N° du dossier
MTB-5-38005

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

| | | |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 7.14 | ASSURANCE..... | 29 |
| 7.15 | PROGRAMME DE MARCHANDISES CONTRÔLÉES (SI APPLICABLE) | 29 |
| 7.16 | DIRECTIVE SUR LES COMMUNICATIONS AVEC LES MÉDIAS | 29 |
| | ANNEXE A | 31 |
| | ÉNONCÉ DES TRAVAUX..... | 31 |
| | ANNEXE B | 32 |
| | BASE DE PAIEMENT..... | 32 |
| | ANNEXE C | 33 |
| | ENTENTE DE NON-DIVULGATION | 33 |
| | PIÈCE JOINTE 1 À LA PARTIE 2 | 34 |
| | ENTENTE DE NON-DIVULGATION OBLIGATOIRE | 34 |
| | PIÈCE JOINTE 1 À LA PARTIE 3 | 37 |
| | INSTRUCTIONS POUR LA PRÉPARATION DE LA SOUMISSION TECHNIQUE ET DE GESTION..... | 37 |
| | PIÈCE JOINTE 1 À LA PARTIE 4 | 49 |
| | CRITÈRES D'ÉVALUATION COTÉS | 49 |

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 : comprend les attestations 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 |
| Annexe C | Entente de non-divuligation |

Les pièces jointes suivantes :

- | | | |
|----------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Pièce jointe 1 | à la Partie 2 | Entente de non-divuligation obligatoire |
| Pièce jointe 1 | à la Partie 3 | Instructions pour la préparation de la soumission technique et de gestion |
| Pièce jointe 1 | à la Partie 4 | Critères d'évaluation cotés |

1.2 Sommaire

Titre du projet

Développement des technologies spatiales – Technologies pour missions spatiales potentielles

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 onze (11) 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 7 (NMT 7), 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.

Duré de contrat

En fonction du niveau de maturité technologique (NMT) visé par le développement de chaque technologie les périodes des contrats varient entre 8 et 15 mois.

Propriété intellectuelle

La propriété intellectuelle sera dévolue à l'entrepreneur sauf pour la Technologie Prioritaire 9 (PT9) - Module de script Symphony (SSM) pour laquelle Canada détiendra les droits de propriété intellectuelle sur les renseignements originaux.

Exigences en matière de sécurité

Ce besoin ne comporte aucune exigence relative à la sécurité.

Dispositions relative à l'intégrité

Conformément à l'article 01 des instructions uniformisées [2003](#) et [2004](#) des dispositions relatives à l'intégrité, les soumissionnaires doivent fournir une liste de tous les propriétaires et(ou) administrateurs et tout autre documentation connexe, au besoin. Consulter la section [4.21](#) du *Guide des approvisionnements* pour en savoir plus sur les dispositions relatives à l'intégrité.

Ancien fonctionnaire

Pour les besoins de services, les soumissionnaires doivent fournir les renseignements demandés, tel que décrit à l'article 2.3 de la Partie 2 de la demande de soumissions, afin de respecter les politiques et les directives du Conseil du Trésor sur les contrats attribués à d'anciens fonctionnaires. Veuillez également vous référer à la Partie 5 – Attestations.

Accords commerciaux

Ce besoin n'est pas assujéti aux accords commerciaux.

Contenu Canadien

Ce besoin est limité aux produits et/ou 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).

N° de l'invitation - Sollicitation No.
9F063-140909/A
N° de réf. du client - Client Ref. No.
9F063-14-0909

N° de la modif - Amd. No.
File No. - N° du dossier
MTB-5-38005

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

Programmes de contrats fédéraux pour l'équité en matière d'emploi

Le Programme de contrats fédéraux pour l'équité en matière d'emploi s'applique au présent besoin; veuillez vous référer à la Partie 5 – Attestations et la Partie 7 – Clauses du contrat subséquent.

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.

1.4 Communications

À titre de courtoisie, et afin de coordonner les annonces publiques liées tout contrat éventuel, le gouvernement du Canada demande aux soumissionnaires retenus d'aviser l'autorité contractante cinq (5) jours à l'avance de leur intention de rendre public une annonce relative à la recommandation de l'attribution d'un contrat, ou toute autre information relative au contrat. Le gouvernement du Canada conserve le droit de faire les annonces initiales concernant les contrats.

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-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.

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, (2014-09-25) 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

2.1.1 Exigence reliée à l'entente de non-divulgence obligatoire

Les fournisseurs ou sous-traitants qui souhaitent examiner les documents de référence RD-1, RD-2, RD-3, RD-4, RD-5, RD-6 et RD-7 pour la Technologie Prioritaire 4 (TP4) et les documents de référence RD-1 et RD-2 pour la Technologie Prioritaire 8 (TP8) doivent le demander par courriel à l'autorité contractante énumérée ci-après. Les documents ci-dessus mentionnés comportent des renseignements confidentiels ou appartenant en exclusivité au Canada ou à des tiers. Avant d'en recevoir un exemplaire de ces documents, les fournisseurs ou sous-traitants doivent signer une entente de non-divulgence de la forme de celle qui figure à la pièce jointe 1 à la partie 2, et en retourner l'original dûment signé à l'autorité contractante. Les fournisseurs doivent retourner les documents à la fin de la période concernant la DDP ou, éventuellement, dans les trente (30) jours suivant une demande de renvoi de la part de l'autorité contractante.

2.1.2 Clauses du Guide CCUA

A7035T (2007-05-25), Liste des sous-traitants proposés.

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
Place Bonaventure, Portail Sud-Est
800 de La Gauchetière Ouest
7^{ème} étage, Bureau 7300
Montréal, Québec, Canada, H5A 1L6

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

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.

2.4 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.

2.5 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.

2.6 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.

2.7 Fondement du titre du Canada sur les droits de propriété intellectuelle

Pour la Technologie Prioritaire 9 (PT9) - Module de script Symphony (SSM), seulement :

L'Agence spatiale canadienne a déterminé que tout droit de propriété intellectuelle découlant de l'exécution des travaux prévus par le contrat subséquent appartiendra au Canada, pour les motifs suivants :

- l'objet principal du contrat ou des biens livrables en vertu du contrat est de générer des connaissances et une information pour diffusion dans le public.

2.8 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.

| Rang | N° de TP | Titre de la technologie prioritaire | Financement maximal (milliers de dollars) |
|------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 1 | TP 1 | Système de préparation d'échantillons sur orbite pour la cytométrie de flux | 500 |
| 2 | TP 2 | Grands vidéo-détecteurs réseau de microbolomètres dans l'infrarouge lointain | 600 |
| 3 | TP 3 | Enceinte à vide thermique poussiéreuse/sale (Dusty/Dirty Thermo-Vacuum Chamber (DTVAC)) | 650 |
| 4 | TP 4 | Adaptation au prototype SHOW pour aéronefs à plafond haut | 550 |
| 5 | TP 5 | Outil polyvalent à percussion et rotatif (PROMPT) | 800 |
| 6 | TP 6 | Cheminement jusqu'à la spatio-qualification pour cœurs de sondes magnétométriques à faible bruit | 400 |
| 7 | TP 7 | Système de plaques d'interface de manipulateur | 500 |
| 8 | TP 8 | Concept pour la démonstration technologique d'un spectromètre à transformée de Fourier (iFTS) | 400 |
| 9 | TP 9 | Module de script Symphony (SSM) | 250 |
| 10 | TP 10 | Atténuation des effets sur une constellation causés par le brouillage des signaux radar et la gestion des événements d'urgence | 400 |
| 11 | TP 11 | Réseau tolérant aux perturbations (DTN) pour les communications satellitaires | 200 |

Tableau 1 : Liste des technologies prioritaires

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 propositions pour chaque soumission qu'il présente.

Le Canada demande que les soumissionnaires fournissent leur soumission en sections distinctes, comme suit :

- | | |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Section I: | Soumission technique et de gestion (1 copie papier et 1 copie électronique sur CD/DVD); |
| Section II: | Soumission financière (1 copie papier et 1 copie électronique sur CD/DVD); |
| Section III: | Attestations (1 copie papier) |
- (a) En cas d'incompatibilité entre le libellé de la copie électronique et de la copie papier, le libellé de la copie papier l'emportera sur celui de la copie électronique;
- (b) En ce qui concerne les copies électroniques de la Section I (Soumission technique et de gestion, et résumé), toute l'information doit être contenue dans deux fichiers (un pour la Soumission technique et de gestion et un pour le résumé). Les seuls formats acceptables sont MS Word, PDF et HTML ;
- (c) En ce qui concerne les copies électroniques de la Section II (Soumission financière), toute l'information doit être contenue dans un seul fichier. Les seuls formats acceptables sont MS Word, PDF et HTML;
- (d) La copie électronique de la Section II doit être soumise sur un CD distinct de celui de la Section I;
- (e) Les prix doivent figurer dans la Section II (soumission financière) seulement. Aucun prix ne doit être indiqué dans une autre section de la soumission;
- (f) Le nombre total de pages de la Section I ne doit pas dépasser 50 (feuilles de 8,5 X 11 pouces) (216 mm X 279 mm) à l'exclusion des appendices de la soumission;
- (g) La numérotation de la soumission doit correspondre à celle 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) (<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 po x 11 po (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

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 doublons, 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.

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.

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 mentionné au Tableau 1 de la Partie 2 : *Liste des technologies prioritaires*. Le montant total des taxes applicables doivent être indiquées séparément, s'il y a lieu;
- (b) Les prix doivent être exprimés en dollars canadiens. Le montant total de taxes applicables doit être indiqué séparément.

3.1.2 Ventilation du prix

On demande aux soumissionnaires de préciser les éléments suivants pour 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 du Trésor. En ce qui a trait à la Directive du Conseil du Trésor, seules les indemnités relatives aux repas, à l'utilisation d'un véhicule privé et aux faux frais précisées aux appendices B, C et D de la Directive <http://www.njc-cnm.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.
- (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 exigées 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;
- 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 techniques et de gestion cotés

Les critères 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 mentionné au Tableau 1 de la Partie 2 : *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

Chaque contrat sera attribué à la soumission recevable la plus avantageuse selon l'ordre des technologies prioritaires énumérées dans la Partie 2, Tableau 1 : *Liste des technologies prioritaires*, le premier contrat attribué étant pour la TP1, le deuxième pour la TP2, et ainsi de suite.

4.2.1. Pour être jugée recevable, la proposition 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 requise de 20 points, sur l'échelle de 40 points, du critère d'évaluation n° 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;
- (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 obtenue 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 ou si une partie seulement du budget disponible a été dépensé, 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 propositions s'étant classées au deuxième rang, et prendra une décision axée sur la disponibilité des fonds et la nature complémentaire de ces propositions.

N° de l'invitation - Sollicitation No.
9F063-140909/A
N° de réf. du client - Client Ref. No.
9F063-14-0909

N° de la modif - Amd. No.
File No. - N° du dossier
MTB-5-38005

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

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)

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

Les soumissionnaires doivent fournir les attestations et les renseignements connexes 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. Le Canada déclarera une soumission non recevable, ou à un manquement de la part de l'entrepreneur à l'une de ses obligations prévues au contrat, 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 peut être déclarée non recevable, ou constituer un manquement aux termes du contrat.

5.1 Attestations préalables à l'attribution du contrat

Les attestations énumérées ci-dessous devraient être remplies et fournies avec la soumission mais elles peuvent être fournies plus tard. Si l'une de ces attestations n'est pas remplie et fournie tel que demandé, l'autorité contractante informera le soumissionnaire du délai à l'intérieur duquel les renseignements doivent être fournis. À défaut de se conformer à la demande de l'autorité contractante et de fournir les attestations dans le délai prévu, la soumission sera déclarée non recevable.

5.1.1 Dispositions relatives à l'intégrité – renseignements connexes

En présentant une soumission, le soumissionnaire atteste que le soumissionnaire et ses affiliés, respectent les dispositions stipulées à l'article 01 Dispositions relatives à l'intégrité - soumission, des instructions uniformisées 2003. Les renseignements connexes, tel que requis aux dispositions relatives à l'intégrité, assisteront le Canada à confirmer que les attestations sont véridiques.

5.1.2 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 » (http://www.travail.gc.ca/fra/normes_equite/eq/emp/pcf/liste/inelig.shtml) du Programme de contrats fédéraux (PCF) pour l'équité en matière d'emploi disponible sur le site Web d'Emploi et Développement social Canada (EDSC) - Travail.

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.

5.1.3 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 Attestations additionnelles préalables à l'attribution du contrat

5.2.1 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.

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

5.2.2 Statut et disponibilité du personnel

Le soumissionnaire atteste que, s'il obtient le contrat découlant de la demande de soumissions, chaque individu proposé dans sa soumission sera disponible pour exécuter les travaux, tel qu'exigé par les représentants du Canada, au moment indiqué dans la demande de soumissions ou convenue avec ces derniers. Si pour des raisons hors de son contrôle, le soumissionnaire est incapable de fournir les services d'un individu identifié dans sa soumission, le soumissionnaire peut proposer un remplaçant avec des qualités et une expérience similaires. Le soumissionnaire doit aviser l'autorité contractante de la raison pour le remplacement et fournir le nom, les qualités et l'expérience du remplaçant proposé. Pour les fins de cette clause, seule les raisons suivantes

seront considérées comme étant hors du contrôle du soumissionnaire : la mort, la maladie, le congé de maternité et parental, la retraite, la démission, le congédiement justifié ou la résiliation par manquement d'une entente.

Si le soumissionnaire a proposé un individu qui n'est pas un employé du soumissionnaire, le soumissionnaire atteste qu'il a la permission de l'individu d'offrir ses services pour l'exécution des travaux et de soumettre son curriculum vitae au Canada. Le soumissionnaire doit, sur demande de l'autorité contractante, fournir une confirmation écrite, signée par l'individu, de la permission donnée au soumissionnaire ainsi que de sa disponibilité. Le défaut de répondre à la demande pourrait avoir pour conséquence que la soumission soit déclarée non recevable.

5.2.3 Études et expérience

Le soumissionnaire atteste qu'il a vérifié tous les renseignements fournis dans les curriculum vitae et les documents à l'appui présentés avec sa soumission, plus particulièrement les renseignements relatifs aux études, aux réalisations, à l'expérience et aux antécédents professionnels, et que ceux-ci sont exacts. En outre, le soumissionnaire garantit que chaque individu qu'il a proposé est en mesure d'exécuter les travaux prévus dans le contrat éventuel.

N° de l'invitation - Sollicitation No.
9F063-140909/A
N° de réf. du client - Client Ref. No.
9F063-14-0909

N° de la modif - Amd. No.
File No. - N° du dossier
MTB-5-38005

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

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 relatives aux marchandises contrôlées (si applicable)

Clause du *Guide des CCUA* [A9130T](#) (2014-11-27), Programme des marchandises contrôlées-soumission

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 devra 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 (2014-09-25), Conditions générales - recherche et développement, s'appliquent au contrat et en font partie intégrante.

7.3.1.1 Le Canada détient les droits de propriété intellectuelle sur les renseignements originaux

Pour la Technologie Prioritaire 9 (PT9) - Module de script Symphony (SSM), seulement :

1. Les conditions générales 2040 sont modifiées par la suppression des articles intitulés « Dossiers et divulgation des renseignements originaux », « Droits de propriété intellectuelle sur les renseignements originaux », « Licences concernant les droits de propriété intellectuelle sur les renseignements originaux et les renseignements de base », « Droits de l'entrepreneur d'accorder des licences », « Renonciation aux droits

moraux », « Licence concernant les droits de propriété intellectuelle sur les renseignements du Canada », « Transfert ou licence des droits de l'entrepreneur », « Transfert des droits de propriété intellectuelle en cas de résiliation du contrat pour manquement », et « Produits créés en utilisant les renseignements originaux ». Le présent article les remplace.

2. Tenue de dossiers et fourniture de renseignements

- a. Durant et après la période d'exécution du contrat, l'entrepreneur doit conserver des dossiers détaillés sur les renseignements originaux, incluant les données portant sur leur création. L'entrepreneur doit signaler et divulguer pleinement au Canada l'ensemble des renseignements originaux tel que le contrat l'exige. Si le contrat ne prévoit pas spécifiquement quand et comment l'entrepreneur doit le faire, l'entrepreneur doit fournir ces renseignements dès que l'autorité contractante en fait la demande, que ce soit avant ou après l'exécution du contrat.
- b. Avant ou après que le dernier paiement soit versé à l'entrepreneur, ce dernier doit donner au Canada l'accès à l'ensemble des dossiers et des données à l'appui que le Canada considère pertinents pour permettre l'identification des renseignements originaux.
- c. Pour toute propriété intellectuelle élaborée ou créée dans le cadre des travaux, le Canada pourra présumer que celle-ci a été élaborée ou créée par le Canada, si les dossiers de l'entrepreneur n'indiquent pas que cette propriété intellectuelle a été créée par l'entrepreneur, ou par quiconque au nom de l'entrepreneur, à l'exception du Canada.

3. Obligations de l'entrepreneur

- a. Le Canada détient tous les droits de propriété intellectuelle sur les renseignements originaux dès leur conception. L'entrepreneur ne détient aucun droit de propriété intellectuelle sur les renseignements originaux, sauf tout droit qui peut lui être accordé par écrit par le Canada.
- b. L'entrepreneur doit intégrer dans tout renseignement original qui fait l'objet d'un droit d'auteur, quelle que soit la forme ou le support sur lequel il est conservé, le symbole de droit d'auteur et un des avis suivants, selon le cas: © Her Majesty the Queen in right of Canada (année), ou © Sa Majesté la Reine du chef du Canada (année).
- c. L'entrepreneur doit signer tout document se rapportant aux droits de propriété intellectuelle sur les renseignements originaux tel qu'exigé par le Canada. L'entrepreneur doit fournir au Canada, aux frais du Canada toute l'aide raisonnable dans la préparation et l'acheminement de toute demande d'enregistrement de droits de propriété intellectuelle, dans toute juridiction, y compris l'aide de l'inventeur s'il s'agit d'inventions.

4. Exigences en matière de licences

- a. L'entrepreneur accorde au Canada une licence qui l'autorise à utiliser les renseignements de base dans la mesure où cela est jugé raisonnable et nécessaire pour permettre au Canada d'exercer pleinement ses droits sur les biens livrables et les renseignements originaux. Cette licence est non exclusive, perpétuelle, irrévocable, mondiale, intégralement payée et libre de redevances. Cette licence ne peut être limitée d'aucune façon par l'entrepreneur en donnant un avis prévoyant le contraire, incluant le texte apparaissant sur une licence emballée sous film plastique et accompagnant un bien livrable.
- b. Pour plus de certitude, la licence du Canada sur les renseignements de base comprend notamment, mais non exclusivement :

-
- i. le droit de divulguer les renseignements de base aux tiers soumissionnant ou négociant des contrats avec le Canada, et le droit d'autoriser, par sous-licence ou autrement, tout entrepreneur engagé par le Canada à utiliser ces renseignements uniquement aux fins d'exécution de ces contrats. Le Canada exigera de ces tiers et de ces entrepreneurs qu'ils n'utilisent ou ne divulguent ces renseignements, sauf lorsque cela s'avère nécessaire lors de la soumission, de la négociation ou de l'exécution des contrats;
 - ii. le droit de divulguer les renseignements de base à d'autres gouvernements, aux fins d'information;
 - iii. le droit de reproduire, modifier, améliorer, élaborer ou traduire les renseignements de base, ou de le faire exécuter par une personne engagée par le Canada. Le Canada, ou une personne désignée par le Canada, détiendra les droits de propriété intellectuelle associés à la reproduction, la modification, l'amélioration, l'élaboration ou la traduction;
 - iv. sans restreindre la portée de toute licence ou de tout autre droit que le Canada pourrait autrement détenir sur les renseignements de base, en ce qui a trait à toute partie des travaux conçue sur mesure ou fabriquée sur mesure, le droit d'utiliser et divulguer à un entrepreneur engagé par le Canada les renseignements de base aux fins suivantes:
 - A. l'utilisation, le fonctionnement, la maintenance, la réparation ou la révision de toute partie des travaux conçue ou fabriquée sur mesure; et
 - B. la fabrication de pièces de rechange destinées à la maintenance, à la réparation ou à la révision, par le Canada, de toute partie des travaux conçue ou fabriquée sur mesure, si ces pièces ne peuvent être obtenues à des conditions commerciales raisonnables pour permettre la maintenance, la réparation ou la révision en temps opportun.
 - c. L'entrepreneur s'engage à mettre promptement à la disposition du Canada tout renseignement de base aux fins mentionnées ci-haut, y compris, dans le cas de logiciels, le code source. La licence ne s'applique pas cependant à un logiciel faisant l'objet de conditions de licence détaillées qui sont énoncées ailleurs dans le contrat. De plus, dans le cas d'un logiciel normalisé dans le commerce, l'obligation de l'entrepreneur de mettre promptement le code source à la disposition du Canada ne s'applique qu'à tout code source qui est sous le contrôle de l'entrepreneur ou d'un sous-traitant, ou qui peut être obtenu par l'un d'eux.
 5. L'entrepreneur déclare et garantit qu'il a le droit d'accorder au Canada les licences et tout autre droit lui permettant d'utiliser les renseignements de base. Si un sous-traitant ou un autre tiers détient des droits de propriété sur des renseignements de base, l'entrepreneur doit soit avoir une licence de ce sous-traitant ou tiers qui lui permet de se conformer au paragraphe 4 ou faire des arrangements avec ce sous-traitant ou tiers pour qu'il accorde sans délai la licence requise directement au Canada.
 6. Pendant et après le contrat, l'entrepreneur doit, sur demande du Canada, fournir une renonciation écrite permanente aux droits moraux, au sens de la [Loi sur le droit d'auteur](#), L.R., 1985, ch. C-42, de la part de chaque auteur qui contribue aux renseignements originaux qui font l'objet d'une protection par droit d'auteur et qui doivent être livrés au Canada en vertu du contrat. Si l'entrepreneur est un auteur des renseignements originaux, il renonce en permanence à ses droits moraux sur ces renseignements originaux.

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

7.3.3 Entente de non-divulgence

L'entrepreneur doit obtenir de son ou ses employé(s) ou sous-traitant(s) l'entente de non-divulgence, incluse à l'annexe C, remplie et signée et l'envoyer à l'autorité contractante avant de leur donner accès aux renseignements fournis par ou pour le Canada relativement aux travaux.

7.4 Durée du contrat

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

En fonction du niveau de maturité technologique (NMT) visé par le développement de chaque technologie les périodes des contrats varient entre 8 et 15 mois.

7.5 Responsables

7.5.1 Autorité contractante

L'autorité contractante pour le contrat est:

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

Téléphone: 514-496-3378
Télécopieur: 514-496-3822
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 technique *(sera inséré au moment de l'attribution du contrat)*

Le responsable technique pour le contrat est:

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

Téléphone: _____
Télécopieur : _____
Courriel : _____

Le responsable technique représente le ministère ou l'organisme pour lequel les travaux sont exécutés en vertu du contrat. Il est responsable de toutes les questions liées au contenu technique des travaux prévus dans le contrat. On peut discuter des questions techniques avec le responsable technique; 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 : _____
Organisme : _____
Adresse : _____

Téléphone : _____
Téléphone : _____
Courriel : _____.

7.6 Divulgateur 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

Clause du Guide des CCUA A9117C (2007-11-30), T1204 - Demande directe du ministère client

7.9 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. Les taxes applicables doivent être calculées pour le montant total de la demande, avant l'application de la retenue. Au moment de la demande de la retenue, il n'y aura pas de taxes applicables à payer car celles-ci ont été réclamées et sont payables sous les demandes de paiement progressif précédentes.
 3. 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.

7.10 Attestations

7.10.1 Conformité

Le respect des attestations et documentation connexe fournies par l'entrepreneur avec sa soumission est une condition du contrat et pourra faire l'objet d'une vérification par le Canada pendant toute la durée du contrat. En cas de manquement à toute déclaration de la part de l'entrepreneur, à fournir la documentation connexe ou encore si on constate que les attestations qu'il a fournies avec sa soumission comprennent de fausses déclarations, faites sciemment ou non, le Canada aura le droit de résilier le contrat pour manquement conformément aux dispositions du contrat en la matière.

7.11 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.

7.12 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 (2014-09-25), Conditions générales – Recherche et développement;
- (d) Annexe A, Énoncé des travaux;
- (e) Annexe B, Base de paiement
- (f) Annexe C, Entente de non-divulgation
- (g) 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).

7.13 Ressortissants étrangers (entrepreneur canadien)

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

7.14 Assurance

Clause du Guide des CCUA G1005C (2008-05-12) - Assurances.

7.15 Programme de Marchandises contrôlées (si applicable)

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

7.16 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 communications

L'entrepreneur doit coordonner 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 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'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 technique, comme on le mentionne 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 mener 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 l'article 44 des conditions générales 2040 du contrat, intitulé Avis. 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 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) Si l'entrepreneur mène une activité de communication sans avoir d'abord reçu la confirmation de coordination écrite de la Direction des communications et des affaires publiques de l'ASC, cette dernière est autorisée, sous réserve d'avoir envoyé un avis à l'entrepreneur, à exercer le droit que lui confère l'article 155 de la *Loi sur la gestion des finances publiques* de retenir tout paiement à l'entrepreneur ou de recouvrer de l'entrepreneur les dommages-intérêts pouvant être dus au Canada en raison de la divulgation d'information par l'entrepreneur.

N° de l'invitation - Sollicitation No.

9F063-140909/A

N° de réf. du client - Client Ref. No.

9F063-14-0909

N° de la modif - Amd. No.

File No. - N° du dossier

MTB-5-38005

Id de l'acheteur - Buyer ID

MTB575

N° CCC / CCC No./ N° VME - FMS

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.

N° de l'invitation - Sollicitation No.
9F063-140909/A
N° de réf. du client - Client Ref. No.
9F063-14-0909

N° de la modif - Amd. No.
File No. - N° du dossier
MTB-5-38005

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

ANNEXE B

BASE DE PAIEMENT

CALENDRIER DES ETAPES

Calendrier des étapes selon lequel les paiements seront faits en vertu du contrat :

| Numéro de l'étape de projet | Produit à livrer | Montant ferme | Date d'exécution |
|------------------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|
| 1 | Préciser | | |
| 2 | Préciser | | |
| 3 | Préciser | | |

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

ANNEXE C

ENTENTE DE NON-DIVULGATION

Je soussigné(e), _____, reconnais que, dans le cadre de mon travail à titre d'employé ou de sous-traitant de _____, je peux avoir le droit d'accès à des renseignements fournis par ou pour le Canada relativement aux travaux, en vertu du contrat portant le numéro de série _____, entre Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Travaux publics et des Services gouvernementaux et _____, y compris des renseignements confidentiels ou des renseignements protégés par des droits de propriété intellectuelle appartenant à des tiers, ainsi que ceux qui sont conçus générés ou produits par l'entrepreneur pour l'exécution des travaux. Aux fins de cette entente, les renseignements comprennent, sans s'y limiter, tous les documents, instructions, directives, données, éléments matériels, avis ou autres, reçus verbalement, sous forme imprimée ou électronique ou autre, et considérés ou non comme exclusifs ou de nature délicate, qui sont divulgués à une personne ou dont une personne prend connaissance pendant l'exécution du contrat.

J'accepte de ne pas reproduire, copier, utiliser, divulguer, diffuser ou publier, en tout ou en partie, de quelque manière ou forme que ce soit les renseignements décrits ci-dessus sauf à une personne employée par le Canada qui est autorisée à y avoir accès. Je m'engage à protéger les renseignements et à prendre toutes les mesures nécessaires et appropriées, y compris celles énoncées dans toute instruction écrite ou orale, émise par le Canada, pour prévenir la divulgation ou l'accès à ces renseignements en contravention de cette entente.

Je reconnais également que les renseignements fournis à l'entrepreneur par ou pour le Canada ne doivent être utilisés qu'aux seules fins du contrat et ces renseignements demeurent la propriété du Canada ou d'un tiers, selon le cas.

J'accepte que l'obligation de cette entente survivra à la fin du contrat portant le numéro de série : _____.

Signature

Date

PIÈCE JOINTE 1 À LA PARTIE 2
ENTENTE DE NON-DIVULGATION OBLIGATOIRE
CONCERNANT LE PROJET DE DEVELOPPEMENT DES TECHNOLOGIES SPATIALES
DEMANDE DE PROPOSITIONS (DDP)
TRAVAUX PUBLICS ET SERVICES GOUVERNEMENTAUX CANADA (TPSGC)
N° DE DOSSIER 9F063-140909/A

ENTRE

_____, société dûment constituée en personne morale en vertu des lois du / de la /de l'_____, dont le siège social est à _____, ci-après nommé « le Fournisseur »

ET SA MAJESTÉ LA REINE DU CHEF DU CANADA, représentée par le ministre des Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, ci-après nommé le « Canada »

Le fournisseur accepte, aux fins de préparer une réponse à la DDP de TPSGC (les fins), de recevoir accès à des renseignements confidentiels ou appartenant en exclusivité au Canada ou à des tiers. Le Fournisseur accepte de respecter les obligations exposées dans la présente entente.

1. Le fournisseur reconnaît que les documents de référence RD-1, RD-2, RD-3, RD-4, RD-5, RD-6 et RD-7 pour la Technologie Prioritaire 4 (TP4) et les documents de référence RD-1 et RD-2 pour la Technologie Prioritaire 8 (TP8) doivent être traités de façon confidentielle, et ne doivent pas être divulgués ou utilisés sauf pour les fins de la DDP.
2. Aux fins de la présente entente, l'Information Confidentielle inclut notamment les documents de référence RD-1, RD-2, RD-3, RD-4, RD-5, RD-6 et RD-7 pour la Technologie Prioritaire 4 (TP4) et les documents de référence RD-1 et RD-2 pour la Technologie Prioritaire 8 (TP8) et les documents, instructions, directives, données, éléments matériels, avis ou autres, reçus verbalement, sous forme imprimée ou électronique ou autre, désignés ou non comme exclusifs, qui sont divulgués à des personnes ou entités ou dont celles-ci prennent connaissance aux fins de la présente DDP.
3. Le fournisseur accepte de ne pas reproduire ni copier ni publier les documents de référence RD-1, RD-2, RD-3, RD-4, RD-5, RD-6 et RD-7 pour la Technologie Prioritaire 4 (TP4) et les documents de référence RD-1 et RD-2 pour la Technologie Prioritaire 8 (TP8), de ne pas divulguer ni distribuer l'Information Confidentielle, en tout ou en partie, de quelque manière ou forme que ce soit, à aucune personne ou entité, sauf à celles qu'il emploie, sans le consentement écrit préalable de l'Autorité Contractante de TPSGC et pour d'autres fins que celles de préparer la DDP.
4. Au cas où quiconque ne faisant pas partie du personnel actuel du fournisseur accède à l'Information Confidentielle, celui-ci convient de notifier immédiatement l'Autorité Contractante de TPSGC.

5. Le Fournisseur s'engage également à traiter l'information protégée comme de l'Information Confidentielle, qu'elle le soit ou non, et veiller à ce que quiconque ne fait pas partie de son personnel actuel ayant besoin d'avoir accès à certains renseignements afin de présenter la DDP n'y ait pas accès.
6. Le Fournisseur doit toujours, pour éviter l'utilisation non autorisée ou la divulgation de l'Information Confidentielle, prendre les mêmes précautions qu'il prend pour protéger ses propres renseignements confidentiels de nature semblable, et en aucun cas avec un degré de protection moins que raisonnable. Le Fournisseur ne doit pas supprimer les avis de droits d'auteur, de confidentialité, de droits de propriété ou de propriété intellectuelle joints ou inclus dans l'Information Confidentielle, ni permettre à son personnel de les supprimer; il doit reproduire tous ces avis lorsque l'Information Confidentielle est reproduite.
7. Le fournisseur est responsable de toute violation de la présente entente par son personnel, et doit interdire à celui-ci de modifier, de décompiler, de désassembler l'Information Confidentielle ou de la soumettre à la rétroingénierie, même si cela concerne l'objet.
8. Toute l'Information figurant dans les documents de référence RD-1, RD-2, RD-3, RD-4, RD-5, RD-6 et RD-7 pour la Technologie Prioritaire 4 (TP4) et les documents de référence RD-1 et RD-2 pour la Technologie Prioritaire 8 (TP8) et toute l'Information Confidentielle communiquée en vertu de la présente entente demeurent, selon le cas, la propriété du Canada ou de tiers, ou de toute autre personne ou entité à laquelle ils appartiennent légalement, si applicable.
9. Sans restreindre le caractère général de ce qui précède, le Fournisseur reconnaît qu'aucun permis ou transfert de droit découlant de la divulgation de l'Information Confidentielle en vertu de la présente entente ne lui sera consenti, de façon explicite ou implicite, dans le cadre de découvertes, d'inventions, de brevets, de secrets commerciaux, de droits d'auteur, ou de toute autre forme de propriété intellectuelle.
10. Le Fournisseur doit exiger de ses sous-traitants ayant besoin d'avoir accès à certains renseignements pour travailler qu'ils signent une entente de non-divulgation selon les mêmes conditions que celles de la présente entente avant que l'Information Confidentielle ne leur soit communiquée.
11. Toute l'Information Confidentielle demeure la propriété du Canada et devra être retournée à l'Autorité Contractante dans les trente (30) jours suivant la demande de celle-ci.
12. La présente entente demeure en vigueur indéfiniment.
13. Aucune disposition de la présente entente ne doit être interprétée comme empêchant la divulgation ou l'utilisation de l'Information Confidentielle dans la mesure où celle-ci :
 - a) est ou devient du domaine public, sans qu'il y ait faute du fournisseur ou du sous-traitant proposé;
 - b) est ou devient connue du fournisseur à partir d'une autre source que le Canada, sauf s'il s'agit de sources qu'il sait être tenues à la confidentialité envers le Canada; ou
 - c) est divulguée en raison d'obligations prévues par la loi ou d'ordonnances rendues par tout tribunal de juridiction compétente.

N° de l'invitation - Sollicitation No.
9F063-140909/A
N° de réf. du client - Client Ref. No.
9F063-14-0909

N° de la modif - Amd. No.
File No. - N° du dossier
MTB-5-38005

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

-
14. Le Fournisseur convient que le non-respect de la présente entente peut entraîner à tout moment la disqualification de fournisseurs ou de fournisseurs qualifiés, ou la résiliation immédiate du contrat subséquent. Le Fournisseur retenu reconnaît également que toute violation de la présente entente peut entraîner le réexamen de sa cote de sécurité et celui de son statut de soumissionnaire admissible pour d'autres besoins.
15. Le Fournisseur reconnaît et s'engage à être responsable de l'ensemble des réclamations, des pertes, des dommages-intérêts, des coûts ou des dépenses engagés ou subis par le Canada si lui ou quiconque à qui il divulgue l'Information Confidentielle ne se conforme pas aux présentes conditions.

EN FOI DE QUOI, la présente entente de non-divulgence est dûment signée le ____^e jour de _____ 2015, par un représentant autorisé de

Nom du Fournisseur

Nom du représentant autorisé (en majuscules)

Signature
(Je suis habilité à engager la société)
Signature du représentant autorisé

Témoïn :

Nom du Témoïn

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 propositions (Technologies spatiales 9F063-14-0909/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 7) de la technologie proposée (voir l'appendice A-1 de l'annexe A, Niveaux de maturité technologique [NMT]) pour la description des NMT);
- 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 doit 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 doit 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 (critère d'évaluation 1)

(Voir la section 4A.3.1 Critère 1 Compréhension de la technologie, de la pièce jointe 1 à la partie 4)

Ce critère évalue à quel point la proposition 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 approfondie ainsi qu'élargir l'examen des concepts technologiques.

La compréhension peut être démontrée en offrant une description du problème à résoudre et de la solution proposée 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 : *Liste des technologies prioritaires et Énoncé 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 doit comprendre des *curriculum vitae* détaillés en appendice à la section 1. La soumission doit également comprendre le nom de remplaçants en cas de besoin aux postes importants, le cas échéant.

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 doit 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 doit 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.

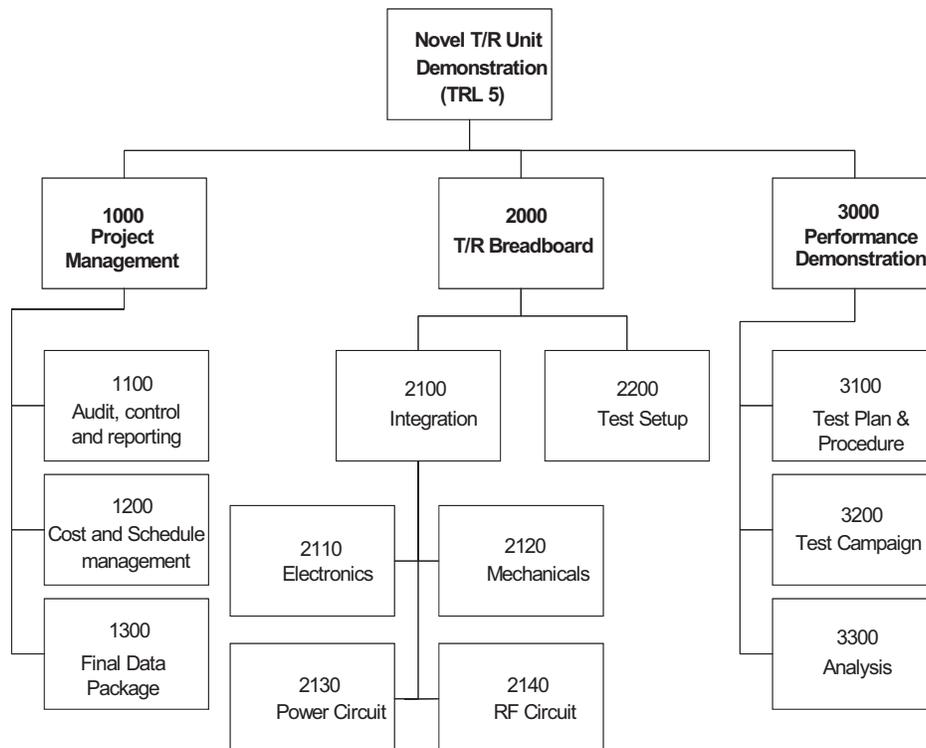


Figure 3A.1: Exemple de structure de répartition des tâches

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

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 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 | |
| <u>Objectifs :</u> | |
| <ul style="list-style-type: none"> Livrer un montage d'essai fonctionnel pour l'émetteur-récepteur | |
| <u>Intrants :</u> | |
| <ul style="list-style-type: none"> Plan et méthodes d'essai Dessins de l'appareil Documents de contrôle des interfaces de l'appareil | |
| <u>Tâche :</u> | |
| <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 | |
| <u>Présentation des données de sortie & Livrables :</u> | |
| <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 devra 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 doit également préciser le rôle de chacun : responsable (R) ou participant (P). Les soumissionnaires doivent 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 |
|---------------|------------------------|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------|
| | | R | | P | | P | | |
| 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 énoncés de travaux spécifique) et doivent 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 juillet 2015.

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 utilisé 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 doivent 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 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Fournir le n° de BIP propre à chaque élément de BIP utilisé dans le projet, p. ex., BIP-CON-99</i> <i>où CON est l'acronyme de contrat</i> | <i>Décrire le système ou le sous-système dans lequel la BIP est intégrée (p ex., caméra, unité de commande, etc.)</i> | <i>Utiliser un titre qui décrit l'élément de BIP intégré aux travaux</i> | <i>La BIP se présente-t-elle sous forme d'invention, de secret commercial, de droits d'auteur, de concept, brevet?</i> | <i>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.)</i> | <i>Décrire brièvement la nature de la BIP (p. ex., conception mécanique, algorithme, logiciel, méthode, etc.)</i> | <i>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.</i> | <i>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.</i> | <i>Nommer l'organisme qui détient la BIP. Si ce n'est pas l'entrepreneur principal, donner le nom du sous-traitant.</i> |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

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

N° de l'invitation - Sollicitation No.
9F063-140909/A
N° de réf. du client - Client Ref. No.
9F063-14-0909

N° de la modif - Amd. No.
File No. - N° du dossier
MTB-5-38005

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

| 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 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Fournir un n° de FIP propre à chaque élément de FIP</p> <p>p. ex., FIP-CON-99</p> <p>où CON est l'acronyme de contrat</p> | <p>Décrire le système ou le sous-système pour lequel l'élément de FIP a été développé (p ex., caméra, unité de commande, etc.)</p> | <p>Utiliser un titre qui décrit l'élément de FIP</p> | <p>Préciser la forme de la FIP, p. ex., invention, secret commercial, droits d'auteur, concept industriel, brevet</p> | <p>Préciser la nature de la FIP (p. ex., logiciel, conception, algorithme, etc.)</p> | <p>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.</p> | <p>BIP donnée en référence au tableau 1, p. ex., BIP-CON-2, 15</p> | <p>Indiquer l'organisme à qui appartient la FIP, p. ex., l'entrepreneur, le Canada* ou un sous-traitant.</p> <p>Si ce n'est pas l'entrepreneur principal, donner le nom du sous-traitant.</p> <p>Fournir la référence aux clauses contractuelles visant la propriété de la FIP.</p> | <p>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</p> |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

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 Probabilité que la solution proposée permette d'atteindre les objectifs techniques (critère d'évaluation 4)

(Voir la section 4A.3.3 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 qui doivent accompagner 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 doivent être expliqués.
- b) Curriculum vitae : La soumission doit 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 doit être présentée en annexe à la section I Soumission technique et de gestion, selon un format qui en permet la distribution. Cette liste doit 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 doivent être fournies ;
- 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.

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 la cote minimale indiquée au tableau 4A.1 : *Liste des critères d'évaluation et des notes connexes*. Les propositions seront évaluées en fonction des critères cotés précisés au tableau 4A-1 et décrits à la section 4A.3 de la présente annexe « *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 proposition 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 |
| 1. Compréhension de la technologie | 15 |
| 2. Expérience et capacités de l'équipe | 15 |
| 3. Plan de mise en œuvre | 30 |
| 4. Capacité de la solution proposée à atteindre les objectifs techniques | 40 |
| | Note minimale de 20 exigée |
| Note technique maximale | 100 |
| Note technique minimale exigée | 70 |

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

4A.2. JUSTIFICATION DES CRITÈRES DU SOUMISSIONNAIRE

Le soumissionnaire doit fournir une justification (preuves à l'appui), qui doit être soumise en annexe à sa section I (voir la section 3A.6.1 « *Appendices à joindre à la soumission* » de la pièce jointe 1 de la Partie 3 : *Instructions pour la préparation des propositions techniques et de gestion*).

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

La justification doit être concise, mais suffisamment exhaustive pour garantir aux évaluateurs une bonne appréciation globale du mérite de la proposition par rapport au critère d'évaluation concerné. Des renvois aux sections appropriées de la proposition devraient être fournis et l'essentiel de l'information à laquelle on renvoie doit 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 – Technologies pour des missions spatiale potentielles | |
| Critères | |
| Justification | |
| <i>Ex. : 1</i> <i>(numéro du critère)</i> | <i>Compréhension de la technologie - 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 propositions. Les soumissionnaires devraient les utiliser pour mettre l'accent sur les renseignements pertinents à fournir.

4A.3.1 CRITÈRE 1 : COMPRÉHENSION DE LA TECHNOLOGIE

Ce critère évalue à quel point la proposition présente 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.**

| <u>Note</u> | <u>Énoncés de référence</u> |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0 | La proposition ne présente pas une compréhension des concepts fondamentaux. |
| 25 | La proposition ne présente qu'une compréhension limitée des concepts fondamentaux. |
| 50 | La proposition présente une compréhension générale des concepts fondamentaux. |
| 75 | La proposition présente une compréhension détaillée des concepts fondamentaux. |
| 100 | La proposition 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. |

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.

| <u>Note</u> | <u>Énoncés de référence</u> |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0 | La proposition ne démontre pas que l'équipe proposée possède de l'expérience et des capacités techniques liées à des technologies connexes. |
| 25 | La proposition démontre qu'il manque des capacités techniques clés à l'équipe proposée et que cette dernière a une expérience limitée de technologies connexes. La proposition ne justifie pas que le gestionnaire de projet a des antécédents prouvant qu'il a su mener à bien des projets dont la portée, la complexité et la technologie s'apparentent à celles du projet. |
| 50 | La proposition démontre que l'équipe proposée possède certaines capacités techniques ainsi qu'une certaine expérience avec des technologies connexes, mais certaines capacités sont faibles pour former une équipe complète. Le gestionnaire de l'équipe a quelques antécédents prouvant qu'il a su mener à bien des projets dont la portée, la complexité et la technologie s'apparentent à celles de la proposition. |
| 75 | La proposition démontre que l'équipe proposée a travaillé activement sur des technologies connexes similaires en portée ou en complexité. Les membres de l'équipe proposée possèdent toutes les capacités techniques et l'expérience requises pour faire le travail. Le gestionnaire du projet a des antécédents modérés de succès dans la réalisation et la gestion de projets dont la portée, la complexité et la technologie s'apparentent à celles de la proposition. |

- 100 La proposition démontre clairement que l'équipe proposée possède une vaste expérience du développement de technologies connexes similaires en portée et en complexité. Les membres de l'équipe proposée possèdent toutes les capacités techniques requises pour faire le travail. Le gestionnaire a des antécédents solides de succès dans la réalisation et la gestion de projets dont la portée, la complexité et la technologie s'apparentent à celles de la proposition.

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 proposition 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 proposition 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 proposition 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 proposition 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 efficace.
- 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 efficace.

4A.3.4 CRITÈRE 4 : PROBABILITÉ QUE LA SOLUTION PROPOSÉE PERMETTE D'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.

Note Énoncés de référence

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

ANNEXE A

ÉNONCÉ DE TRAVAIL

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 programmes de recherche-développement (R-D) impartis en réponse aux besoins qui ont été définis. Il a pour objectif 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 (PSC).

A.2 OBJECTIFS

L'objectif du présent énoncé des travaux (ÉT) consiste à concevoir 11 technologies spatiales qui correspondent aux priorités de l'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) 7 (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. Les 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 GÉNÉRIQUE DES TÂCHES

Cette section présente les activités éventuelles qui pourraient se dérouler dans le cadre de projets types du PDS 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 dans le Tableau A-1 : Lignes directrices sur les activités à réaliser. Il incombe à l'entrepreneur d'utiliser le tableau qui suit afin de choisir les activités appropriées en vue de satisfaire les critères de sortie 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 * |
| ▪ 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 |
| ▪ Définition de la mission |
| ▪ Définition des exigences de la mission |
| ▪ Définition de l'environnement |
| ▪ 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 |
| ▪ Prévission 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 |

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

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

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.

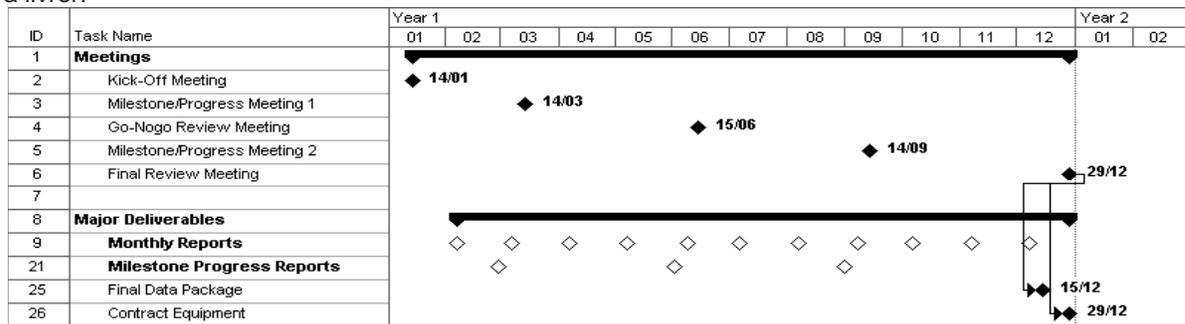


FIGURE A -1: Exemple de calendrier directeur des réunions et des produits à livrer

Légende :

Year 1 = Année 1

Year 2 = Année 2

ID = N°

Task Name = Tâche

Meetings = Réunions

Kick-off meeting = Réunion de lancement

Mileston/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 Progres 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 les produits obligatoires à livrer (CDRL 1 à 16), des produits à livrer spécifiques aux technologies prioritaire sont identifiés à l'APPENDICE A-5 de l'ANNEXE A. Ces produits devraient être définis dans la proposition.

| N° CDRL | 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. | Divulgateion 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.

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 respectant les directives de l'ASC ainsi que les règlements et les politiques du gouvernement fédéral sur la gestion de l'information. Pour désigner les documents électroniques, l'entrepreneur doit suivre les lignes directrices ci-après.

Les descriptions de contenu et de format propres aux produits à livrer spécifiques aux technologies prioritaires sont présentées à l'APPENDICE A-6 de l'ANNEXE A, Description d'éléments de données (DED).

Les documents doivent contenir 3 éléments principaux :

- L'identifiant du projet;
- Le numéro du contrat;
- Le numéro de suivi de la date.

WXYZ-TYPE-NUM-CIE_Numéro de contrat_numéro de suivi de la date d'envoi

L'identifiant du projet

L'identifiant du projet doit contenir les éléments suivants :

- WXYZ : acronyme du projet comptant de 4 à 8 lettres
- TYPE : acronyme de 2 lettres conforme au tableau ci-dessous

| Acronyme | Description |
|----------|--------------------------|
| OJ | Ordre du jour |
| PV | Procès-verbal de réunion |
| PR | Présentation |
| RE | Rapport d'étape |
| NT | Note technique |

Tableau A-3 : Définition des acronymes

- NUM : un nombre séquentiel de 3 chiffres (p. ex., 001, 002, etc.)
- CIE : le nom de l'entreprise (sans espace, sans tiret)

Le numéro de contrat

Par exemple : _9F028-07-4200-03

Le numéro de suivi de la date

Date de soumission respectant le mode de présentation « année-mois-jour ». Par exemple : _envoyé2012-10-25, signifiant : envoyé le 25 octobre 2012.

Non-divulgaration

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

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 la Couronne en décide autrement. Lorsque de la propriété intellectuelle sera divulguée à des fins gouvernementales, la Couronne 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 devra 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 programme (AP) et à l'autorité contractante (AC). 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. Le rapport d'étape mensuel est utilisé par l'AP pour gérer le travail sur une base mensuelle. Chaque rapport doit porter sur l'avancement des travaux et comprendre au moins les renseignements suivants :

- 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; et
- 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 doivent 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 le paramètre du projet qui doit être examiné et évalué (**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/critères d'évaluation du rendement » 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 les éléments névralgiques 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, à l'AT et à l'AC. L'AP examinera 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 doit comprendre tous les documents techniques pertinents pour appuyer les tâches techniques, de fabrication et/ou d'essai. Il doit 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 doit 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 :

1. page couverture (tel que décrit à l'APPENDICE A-2 de l'ANNEXE A);
2. introduction ;
3. objectifs techniques;
4. approche / tâches du projet;
5. réalisations;
6. technologie :

- a) description/état d'avancement de la technologie (NMT initial, NMT visé et NMT réel au terme du développement),
 - b) aspects innovateurs;
 - c) champs d'application;
- 7. potentiel commercial, avantages et répercussions sur l'entreprise;
 - 8. droits de propriété intellectuelle;
 - 9. 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 RAPPORT TECHNIQUE

Le rapport présentera un exposé détaillé de tous les travaux exécutés dans le cadre du contrat. Cela permettra à l'AP de faire une évaluation complète et exacte des travaux. Le rapport doit 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 doivent être inclus :

- o un résumé de la recherche documentaire accompagné, en annexe, de copies des principales publications (sans qu'aucun droit d'auteur soit enfreint);
 - o la spécification des exigences associées au système et aux interfaces;
 - o les études de faisabilité, la définition des risques technologiques, les autres approches possibles et les résultats de l'analyse des compromis;
 - o les documents de conception;
 - o les documents de mise en œuvre;
 - o les plans et les procédures d'essai;
 - o 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.7.1.5 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. Une 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.7.1.6 PROTOTYPES ET ÉQUIPEMENT

Tous les prototypes développés durant le contrat doivent être divulgués à la Couronne et examinés par l'AP qui décidera comment en disposer et/ou les livrer.

L'entrepreneur doit 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.7.1.7 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.7.2 RÉUNIONS

Conformément au tableau A-4, l'entrepreneur établira un calendrier pour les réunions suivantes et il en assurera la coordination avec tous les intervenants :

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

| Réunion | Date | Lieu |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Réunion de lancement | Au plus tard 2 semaines après l'attribution du contrat | Locaux de l'entrepreneur |
| Réunions d'étape | Au moins tous les 4 mois ou lorsque spécifié dans l'énoncé des travaux spécifique | Locaux de l'ASC, à moins d'être spécifié autrement dans l'énoncé de travaux spécifique |
| Réunions d'avancement des travaux | Tenues seulement si l'intervalle entre les réunions d'étape est de plus de 4 mois. | Téléconférence |
| 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. | |
| Réunion de revue finale | À la fin du contrat | Locaux de l'ASC |

Tableau A-4 : 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; et
- 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.

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 devra avoir lieu 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 fera partie de la soumission de l'entrepreneur, sera acceptée à la réunion de lancement et fera l'objet d'un examen à chaque réunion d'étape/d'avancement des travaux ainsi qu'à la réunion d'autorisation des travaux au milieu de la période du contrat;
- 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 et elles pourront avoir lieu par téléconférence.

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 ET DÉCISIONS

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). 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 respectés 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.

Une décision d'autoriser les travaux sera également prise à la fin de chaque année financière du gouvernement (31 mars) si aucune réunion d'autorisation des travaux ou réunion de revue finale n'est prévue en mars. Cette décision sera basée sur la disponibilité des fonds du gouvernement à ce moment-là.

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-divulgation). 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 sur l'état d'avancement seront fixés par entente mutuelle entre l'AP et l'entrepreneur, tout en respectant la section A.7.2 RÉUNION.

A.7.2.4 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) 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;
- divulgation 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.

L'ensemble final de données est un assemblage des versions finales de tous les livrables identifiés, plans et devis, schémas, listes de pièces et données d'ingénierie développés durant le projet.

L'AP et l'AT se réservent le droit d'inviter toute personne compétente (fonctionnaires ou autres personnes assujetties à l'entente de non-divulagation) à la réunion de revue finale. Le personnel clé de l'entrepreneur participant aux travaux faisant l'objet de la revue devrait assister à cette réunion. Le lieu, la date et l'heure de la réunion finale seront fixés par entente mutuelle entre l'AP et l'entrepreneur.

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 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. De plus, l'entrepreneur doit remplir le formulaire de divulgation de propriété intellectuelle (APPENDICE A-3) et le soumettre dans l'ensemble final des données.

Liste des appendices

| | |
|---------------|---------------------------------------------------------------------|
| APPENDICE A-1 | Niveaux de maturité technologique (NMT) |
| APPENDICE A-2 | Page documentaire de rapport |
| APPENDICE A-3 | Divulgation 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 |
| APPENDICE A-6 | Descriptions d'éléments de données. |

ANNEXE A-1
NIVEAUX DE MATURITÉ TECHNOLOGIQUE (NMT)

Source : RD-1 (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

| | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Agence spatiale canadienne Canadian Space Agency</p> | <p>FICHE DOCUMENTAIRE DE RAPPORT</p> |  |
| 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 | | |
| 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
Divulgarion 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 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 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 1) s'il y a lieu, avant la clôture du contrat. Seuls les éléments de BIP qui ont été utilisés pour développer les éléments de FIP devraient être énumérés.

FIP

- À la fin du contrat, l'entrepreneur doit remplir le tableau 2 (Divulgation de la FIP développée dans le cadre du contrat).
- Si la FIP appartient au Canada, l'entrepreneur doit aussi remplir le tableau 3 (Renseignements supplémentaires sur la FIP appartenant au Canada).

- L'entrepreneur doit également, avant la clôture du contrat, signer la Divulgateur par l'entrepreneur de la propriété intellectuelle dûment remplie et la livrer au gestionnaire 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 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <u>Propriété intellectuelle (PI)</u> : 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. |
| <u>Propriété intellectuelle de base (BIP)</u> : 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. |
| <u>Propriété intellectuelle originale (FIP)</u> : désigne toute propriété intellectuelle conçue, développée, produite ou mise en application pour la première fois dans le cadre des travaux prévus au contrat. |

APPENDICE A-4

FORMULAIRE DE DÉCLARATION DES ACTIFS – PROTOTYPES ET ÉQUIPEMENT

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.
 Note : Le Canada peut se réserver le droit de ne pas demander de dédommagement ou le remplacement d'un équipement fourni par l'État si l'exploitation dudit équipement fait partie intégrante des travaux de recherche-développement proposés.

APPENDICE A-5

LISTE DES TECHNOLOGIES PRIORITAIRES ET ÉNONCÉS DES TRAVAUX ASSOCIÉS

| Rang | PT n° | Titre des technologies prioritaires | Financement maximum (k\$) |
|------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| 1 | PT 1 | Système de préparation d'échantillons sur orbite pour la cytométrie de flux | 500 |
| 2 | PT 2 | Grands vidéo-détecteurs réseau de microbolomètres dans l'infrarouge lointain | 600 |
| 3 | PT 3 | Enceinte à vide thermique poussiéreuse/sale (Dusty/Dirty Thermo-Vacuum Chamber (DTVAC)) | 650 |
| 4 | PT 4 | Adaptation au prototype SHOW pour aéronefs à plafond haut | 550 |
| 5 | PT 5 | Outil polyvalent à percussion et rotatif (PROMPT) | 800 |
| 6 | PT 6 | Cheminement jusqu'à la spatio-qualification pour cœurs de sondes magnétométriques à faible bruit | 400 |
| 7 | PT 7 | Système de plaques d'interface de manipulateur | 500 |
| 8 | PT 8 | Concept pour la démonstration technologique d'un spectromètre à transformée de Fourier (iFTS) | 400 |
| 9 | PT 9 | Module de script Symphony (SSM) | 250 |
| 10 | PT 10 | Atténuation des effets sur une constellation causés par le brouillage des signaux radar et la gestion des événements d'urgence | 400 |
| 11 | PT 11 | Réseau tolérant aux perturbations (DTN) pour les communications satellitaires | 200 |

Table A-5-1 : Liste des technologies prioritaires

Technologie prioritaire 1

**Système de préparation
d'échantillons sur orbite pour la
cytométrie de flux**

Systeme de preparation d'echantillons sur orbite pour la cytometrie de flux

LISTE DES ACRONYMES

| | |
|------|-----------------------------------------------------------------|
| DA | Document applicable |
| CBA | Spectre de billes cytométriques |
| CSA | Agence spatiale canadienne |
| CTE | Éléments de technologies critiques |
| DRM | Mission nominale de référence |
| GER | Feuille de route d'exploration globale |
| SSI | Station spatiale internationale |
| NASA | National Aeronautics & Space Administration |
| PBS | Saline tamponnée de phosphate |
| RD | Document de référence |
| NMT | Niveau de maturité technologique |
| CRT | Feuille de route technologique |
| TRRA | État de préparation de la technologie et évaluation des risques |

DOCUMENTS APPLICABLES

Cette section fait état des documents nécessaires au soumissionnaire pour élaborer la proposition.

| DA N° | Numéro de document | Titre de document | N° de rév. | Date |
|---------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------|
| SE-DA-1 | CSA-ST-GDL-0001 | Lignes directrices sur l'évaluation de la maturité technologique et des risqué ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRRA/ | B | 14 fév. 2014 |
| SE-DA-2 | CSA-ST-FORM-0001 | Fiche d'évaluation de la maturité et du risque technologique (TRRA) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRRA/ | E | 29 juil. 2013 |

| DA N° | Numéro de document | Titre de document | N° de rév. | Date |
|---------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------|
| SE-DA-3 | CSA-ST-RPT-0002 | Consolidation des données TRRA – TRRA Data Rollup Tool ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRRA/ | H | 24 février 2015 |
| SE-DA-4 | CSA-ST-FORM-0003 | Feuille de travail des critères d'identification des éléments technologiques critiques (CTE) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRRA/ | A | 11 mars 2014 |
| SE-DA-5 | CSA-ST-RPT-0003 | Étude de concept ExCore du cadre de la feuille de route CSA-ST-RPT-003 Rév A.xlsx ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRM/ . | A | Sept 2012 |

DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

Cette section énumère les documents qui fournissent des renseignements supplémentaires au soumissionnaire, mais qui ne sont pas nécessaires pour élaborer la proposition. Notez que ces documents ne sont disponibles qu'en anglais.

| N° RD. | Numéro de document | Titre de document | N° de rév. | Date |
|------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------|
| SE-RD-1 | PMBOK Guide | A Guide to the Project Management Body of Knowledge | 4 ^e Édition | 2008 |
| SE-RD-2 | ESTEC, TEC- SHS/5574/MG/ap | Technology Readiness Levels Handbook for Space Applications ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRRA/ | | Mars 2009 |
| SE-RD-3 | CSA-SE-STD-0001 | CSA Systems Engineering Technical Reviews Standard ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRRA/ | Rév. A | 7 nov. 2008 |
| SE-RD-4 | CSA-SE-PR-0001 | CSA Systems Engineering Methods and Practices ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRRA/ | Rév. B | 10 mars 2010 |
| SE-S1-RD-1 | S/O | Résultats de la démonstration des technologies Microflow1 : http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cyto.a.22427/abstract.jsessionid=C262DB4905F34992274E2273EFB313F2.f04t03 | S/O | Avril 2014 |
| SE-S1-RD-2 | S/O | Instructions sur la trousse CBA TH1/Th2 CBA http://www.bdbiosciences.com/external_files/pm/doc/manuals/live/web_enabled/23-12493-01.pdf | S/O | 2013 |

DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

Même si la Station spatiale internationale (SSI) est bien équipée pour la recherche en matière de santé et de sciences de la vie, avec des systèmes d'imagerie à ultrasons, des capacités de surveillance de la pression sanguine et bien d'autres outils de recherche et médicaux, l'équipement disponible pour la biologie cellulaire et moléculaire est très limité comparé à celui qui est disponible dans les laboratoires sur Terre. Pour faire face à ce problème, l'ASC soutient le développement de systèmes, instruments et technologies inédits pour compléter les capacités de recherche en Sciences de la vie à bord de la SSI, afin de mieux identifier, caractériser et atténuer les risques à la santé liés aux vols spatiaux humains.

L'ASC a déjà pris des mesures en vue de développer un instrument commun de biologie moléculaire appelé cytomètre de flux qui fonctionne dans l'environnement en apesanteur de la SSI. Un cytomètre de flux mesure la concentration de biomarqueurs spécifiques (protéines, petites molécules, etc.) dans des échantillons biologiques par immunofluorescence à base d'anticorps. Pour permettre l'analyse cytométrique de flux, les échantillons biologiques doivent être traités pour baliser les biomarqueurs d'intérêt avant analyse. L'échantillon est ensuite transféré dans un chemin fluide où il croise le chemin d'une source de lumière. Cette lumière excite les balises fluorescentes dans les échantillons et la fluorescence émise entre en corrélation avec la quantité de molécules produites par les cellules ou, dans le cas d'un spectre de billes cytométriques, la concentration de molécules solubles. Par conséquent, un cytomètre de flux permet la détection et la quantification de molécules de surface de cellule sur la base d'une cellule (utilisé surtout pour la numération globulaire) et l'évaluation de concentration de molécules solubles dans un échantillon liquide. Cet instrument prendra en charge les expériences relatives aux sciences de la vie dans l'espace sur la SSI et réduira la nécessité de stocker et de retourner les échantillons biologiques sur Terre.

Microflow1 était une démonstration de la technologie de cytométrie de flux effectuée sur la SSI en mars 2013. L'objectif de cette démonstration était d'évaluer et de valider des analyses d'échantillons ainsi que des fonctionnements en vol dans l'environnement spatial (SE-S1-RD-1). Étant donné qu'il reste encore à développer la technologie de préparation d'échantillons cytométrique de flux pour l'espace et étant donné qu'il fallait des échantillons connus à des fins de démonstration, le prototype Microflow1 a été lancé avec des échantillons préparés au sol. Cependant, une installation permanente future permettant la bio-analyse sur orbite nécessitera un système de préparation d'échantillons biologiques à bord de la SSI, ce qui est l'objectif de cette priorité technologique. Cette technologie effectuera des manipulations automatisées de petits volumes de fluides et de réactifs biologiques ou expérimentaux en préparation de l'analyse cytométrique. Deux protocoles doivent être pris en charge : a) l'étiquetage des cellules sanguines pour permettre une numération globulaire différentielle ou des études sur d'autres populations de cellules; b) une quantification de facteurs solubles à partir du sang à l'aide du spectre de billes cytométriques. Cette technologie devrait minimiser le temps opérateur nécessaire, fonctionner en microgravité et être compatible avec les exigences en matière de sécurité de la SSI.

PORTÉE DU TRAVAIL

La portée du travail définie ici complète la Section A.6 Description des tâches génériques de l'Annexe A.

Le contractant doit développer ou adapter un système existant et valider en laboratoire la capacité de ce système à préparer automatiquement des échantillons pour analyse ultérieure par un cytomètre de flux séparé. Un prototype complet opérationnel du système doit être construit pour démontrer la capacité du système à fonctionner dans un environnement de laboratoire.

Le contractant doit effectuer une évaluation des risques et de l'état de préparation de la technologie (TRRA) pour les technologies clés prévues pour être utilisées dans le système proposé conformément aux exigences des directives d'évaluation des risques et de l'état de préparation de l'ASC (SE-DA-1), à l'aide des feuilles de travail fournies par l'ASC—la feuille de travail des critères d'identification des éléments de technologies critiques (SE-DA-4) et la feuille de travail de l'évaluation des risques et de l'état de préparation de la technologie (SE-DA-2) pour chaque CTE—et le cumul à l'aide de l'outil de cumul de données d'évaluation des risques et de l'état de préparation de la technologie (SE-DA-3), et doit décrire

les caractéristiques de performance de la technologie par rapport aux besoins de la mission ciblée pour l'environnement cible donné.

Le contractant doit fournir un plan de développement de technologie, appelé aussi Feuille de route technologique (CRT), y compris les développements requis en matière de technologie pour répondre aux besoins cibles de la mission, ainsi qu'un plan et un délai pour atteindre NMT 6 et 8. La feuille de route technologique doit être fournie dans le format de la feuille de travail de la feuille de route technologique (SE-DA-5).

CARACTÉRISTIQUES FONCTIONNELLES ET EXIGENCES DE PERFORMANCE

Exigences générales de préparation d'échantillons

La technologie à développer doit se conformer aux exigences générales décrites ici, et réaliser de façon automatisée les deux protocoles décrits ci-dessous. Il est acceptable que l'automatisation du système assume le traitement numérique extérieur et les moteurs extérieurs (la puissance mécanique peut être transférée dans le système par un ou plusieurs arbres).

OBLIGATOIRE-PRF-01 : Les dimensions du système ne doivent pas dépasser 200 pouces cubiques.

OBLIGATOIRE-PRF-02 : Le poids du système ne doit pas dépasser 2 kg.

OBLIGATOIRE-PRF-03 : Dès que l'échantillon et les réactifs ont été introduits dans le système, ils doivent effectuer automatiquement les protocoles d'étiquetage décrits ci-dessous.

OBLIGATOIRE-PRF-04 : Le système doit permettre le traitement de 2 à 5 ml d'échantillon brut.

OBLIGATOIRE-PRF-05 : Dès que le processus de préparation des échantillons est complet, l'échantillon traité (prêt pour analyse) doit tenir dans un volume compris entre 1 et 5 ml.

OBLIGATOIRE-PRF-06 : La présence de gaz dans l'échantillon traité qui sera analysé doit être minimisée afin de n'avoir aucune incidence négative sur l'analyse par cytométrie de flux.

OBLIGATOIRE-PRF-07 : L'échantillon traité doit être exempté de débris ou d'agrégats cellulaires plus grands que 25 µm tel que démontré par l'analyse microscopique.

OBLIGATOIRE-PRF-08 : Les réactifs fluorescents doivent être entreposés dans des contenants étanches à la lumière. Le système doit limiter l'exposition des réactifs fluorescents à moins de 10 minutes, une fois ces réactifs transférés dans le système.

Protocole 1 : anticorps-étiquetage de cellules

Le but de ce protocole est d'étiqueter les suspensions cellulaires avec des anticorps fluorescents pour quantifier l'expression des protéines de surface, permettant ainsi l'évaluation de la population de cellules en fréquence et en nombre absolu. Les exigences connexes sont les suivantes :

OBLIGATOIRE-PRF-09 : Le système doit être en mesure d'accepter les échantillons bruts suivants : sang, salive, urine, ou suspensions cellulaires in vitro.

OBLIGATOIRE-PRF-10 : Le système doit être en mesure de mélanger à fond les échantillons bruts avec des anticorps fluorescents spécifiques pour les marqueurs de surface de cellule, jusqu'à atteindre une qualité de mélange équivalente à 5 aspirations dans une micropipette, tel que démontré par l'analyse cytométrique.

OBLIGATOIRE-PRF-11 : Le système doit être en mesure d'incuber le mélange résultant pendant 15 à 30 minutes, à température ambiante et à l'abri de la lumière.

OBLIGATOIRE-PRF-12 : Le système doit automatiquement extraire au moins 95 % de globules rouges (telles que quantifiées par l'analyse par cytométrie de flux) et au moins 95 % d'anticorps fluorescents excédentaires.

OBLIGATOIRE-PRF-13 : Après le retrait des globules rouges, les cellules doivent être rincées au moins une fois à l'aide d'un tampon d'essai comme la saline de tampon phosphaté (PBS), éliminant 95 % de la phase liquide.

OBLIGATOIRE-PRF-14 : L'efficacité de la coloration cellulaire doit être équivalente aux procédures de laboratoire normales, avec moins de 10 % de différence dans l'intensité fluorescente moyenne de toutes les populations de cellules du même échantillon traité manuellement et tel qu'évalué avec un cytomètre de flux commercial.

Protocole 2: étiquetage de molécules solubles

L'objectif de cet essai expérimental est de quantifier les molécules solubles (non cellulaires) dans un échantillon liquide. Il s'appuie sur l'utilisation de microbilles comme dans l'essai CBA (Becton Dickinson, SE-S1-RD-2), ou de la technologie xMAP (Luminex Corporation). Les exigences relatives à ce protocole sont les suivantes :

OBLIGATOIRE-PRF-15 : Le système doit être en mesure d'accepter les types d'échantillon suivants : sang ou plasma, salive, urine, ou suspensions cellulaires in vitro.

OBLIGATOIRE-PRF-16 : Le système doit permettre la préparation de courbes d'étalonnage pour chaque biomarqueur avec au moins trois concentrations par biomarqueur, au moyen de normes moléculaires (voir le manuel CBA, SE-S1-RD-2). Ces courbes d'étalonnage fourniront la correspondance entre la fluorescence et la concentration des biomarqueurs.

OBLIGATOIRE-PRF-17 : L'échantillon biologique doit être mélangé à fond avec des microbilles (par exemple) couplées à des anticorps spécifiques à chaque biomarqueur, ainsi que des anticorps fluorescents qui permettront le balisage des biomarqueurs, jusqu'à une qualité de mélange équivalente à 5 aspirations dans une micropipette, tel que démontré par l'analyse cytométrique.

OBLIGATOIRE-PRF-18 : Le système doit être en mesure d'incuber le mélange résultant pendant 30 à 60 minutes, à température ambiante et à l'abri de la lumière.

OBLIGATOIRE-PRF-19 : Le système doit automatiquement retirer au moins 95 % des globules rouges (si le sang était utilisé comme échantillon brut) et au moins 95 % d'anticorps fluorescents excédentaires.

OBLIGATOIRE-PRF-20 : Les microbilles doivent être rincées au moins une fois à l'aide d'un tampon d'essai comme la saline de tampon phosphaté (PBS), éliminant 95 % de la phase liquide.

OBLIGATOIRE-PRF-21 : La précision de la quantification des biomarqueurs doit être équivalente aux procédures de laboratoire normales, avec moins de 10 % de différence dans les concentrations obtenues du même échantillon traité manuellement tel qu'évalué avec un cytomètre de flux commercial.

LIGNE DE TEMPS NMT

Le NMT ciblé pour ce développement de technologie est le NMT 4 dans la période contractuelle.

MISSIONS CIBLÉES

Le système de traitement des échantillons développé dans le cadre du présent contrat sera une composante d'un futur cytomètre de flux spatial. On prévoit que cette charge utile potentielle sera un cytomètre de flux installé en permanence pour le suivi biomédical et les analyses relatives aux sciences de la vie dans l'espace à bord de la SSI.

LIVRABLES SPÉCIFIQUES

Les livrables définis ici complètent la Section A.7 Livrables et réunions contractuels de l'annexe A.

Tableau 1 – Livrables

| ID | Calendrier | Livrable | Type |
|----|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| D1 | M2 | Conception critique | Document de conception (selon DED-0260) |
| D2 | M3 | Prototype fonctionnel | Matériel |
| D3 | M4 | Feuilles de travail et cumul de l'évaluation des risques et de l'état de préparation technologique | Document/rapport technique |
| D4 | M4 | Feuille de travail de la feuille de route technologique | Document/rapport technique |
| D5 | M4 | Ébauche du rapport final | Document/rapport technique et de gestion |

CALENDRIER ET JALONS

Le calendrier suivant est fourni à titre de suggestion et d'orientation uniquement, il n'est pas obligatoire. Le tableau 2 comprend un calendrier des jalons pour la durée maximale permise de douze (12) mois, mais une durée totale de 9 mois est préférable.

Tableau 2 – Calendrier et jalons

| Jalons | Description | Achèvement |
|--------|------------------------------------|------------------------------------|
| KOM | Réunion de démarrage / lancement | Attribution du contrat + 1 semaine |
| M1 | Revue critique de conception (CDR) | Attribution du contrat + 2 mois |
| M2 | Démonstration en laboratoire | Attribution du contrat + 8 mois |
| M3 | Réunion de revue finale | Attribution du contrat + 11 mois |
| M4 | Rapport final | Attribution du contrat + 12 mois |

Technologie prioritaire 2

**Grands vidéo-détecteurs réseau
de microbolomètres dans
l'infrarouge lointain**

Grands vidéo-détecteurs réseaux de microbolomètres dans l'infrarouge lointain

LISTE DES ACRONYMES

| | |
|---------|----------------------------------------------------------------------|
| TDI | Intégration dans le temps |
| FPA | Vidéo-détecteur réseau |
| TICFIRE | Nuages glacés minces dans l'expérimentation de l'infrarouge lointain |
| EGSE | Matériel de servitude au sol pour l'électronique |
| NEP | Puissance équivalente au bruit |
| EEE | (Pièces) électroniques, électriques et électromécaniques |
| FMECA | Mode de défaillance, effets, et analyse critique |
| ROIC | Circuits électroniques d'affichage |
| PSRR | Rapport de réjection d'alimentation |
| NMT | Niveau de maturité technologique |
| CSA | Agence spatiale canadienne |

DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

Le développement de vidéo-détecteurs réseau (FPA) de microbolomètres de l'infrarouge lointain répond aux besoins de télédétection de diverses cibles basse température. Un exemple concret est l'un des concepts de mission en cours de développement dans le cadre du programme de microsattellites de l'ASC, TICFIRE, qui nécessite la surveillance de l'évolution des nuages troposphériques polaires. Les mesures de la luminance nuageuse, devant être effectuées dans huit canaux dans la gamme de longueurs d'onde allant de 7,9 à 50 μm , couvrent un trou d'observation où la plupart du refroidissement thermique se produit dans l'atmosphère. Les données récupérées fourniront essentiellement l'emplacement, le type et les propriétés des nuages de glace fine et améliorent la détermination de la concentration de toutes les phases de l'eau atmosphérique dans les climats froids. Pour appuyer de telles mesures, le microbolomètre doit avoir une zone comparable avec des longueurs d'onde d'infrarouge lointain et une absorbance spectrale adéquate et uniforme dans les canaux ci-dessus. En vue de réaliser une absorbance adéquate sur une gamme de longueurs d'onde large, il sera également nécessaire d'appliquer du noir d'or sur les microbolomètres. Les revêtements au noir d'or sont des dépôts d'or amorphes dont l'apparence est noire dans le visible et l'infrarouge et ont une absorbance proche de l'unité dans ces gammes. Pour cette raison, et du fait qu'ils ont une faible capacité thermique, on les préfère comme matériau de revêtement pour les détecteurs thermiques. Le dépôt et l'usinage au laser du noir d'or doivent être contrôlés à un niveau tel que l'uniformité de pixel à pixel soit réalisée sur un plan focal d'une zone suffisamment grande et avec un rendement suffisamment grand. Enfin, la conception de l'électronique de proximité pilotant le FPA doit être telle qu'elle ne dégrade pas la performance intrinsèque du détecteur.

L'imageur multispectral à visée vers le nadir, TICFIRE, acquiert sa scène avec un champ balayé compris entre 400 et 640 km. Il a recours à une séparation temporelle de la bande spectrale, ce qui permet la mise en œuvre d'une petite ouverture au niveau du télescope et permet la mise en œuvre d'une stratégie TDI compatible avec la nature à évolution lente des nuages glacés. Une zone d'environ 8 mm (transversale) par 2 mm (longitudinale) doit être prévue sur le plan focal pour répondre aux besoins de

l'utilisateur. Une technologie importante requise pour TICFIRE est l'utilisation de mosaïques de détecteurs microbolomètres revêtus de noir d'or, pour lesquelles on a peu d'éléments prouvant que les dimensions discutées ici ont été atteintes. Dans le concept du l'instrument nadir TICFIRE avec séparation des bandes temporelle, le temps disponible pour imager un pixel au niveau du nadir est réduit si un pixel unique est utilisé pour alimenter le produit de données. En utilisant par contre un réseau à deux dimensions, le TDI mis en œuvre en post-traitement de données peut sensiblement améliorer les performances en permettant de moyennner davantage les signaux dans le produit de données final. Un contributeur particulier dans les performances de détection dans un radiomètre est l'ensemble électronique de proximité, qui assure généralement la polarisation des pixels et les tensions de référence, ainsi que la numérisation des pixels. L'ensemble électronique de proximité doit être de qualité suffisante pour ne pas dégrader les performances intrinsèques du détecteur. Ceci est encore plus important dans une application TDI étant donné que le bruit corrélé peut limiter les performances ultimes réalisables, surtout pour les canaux à longueurs d'ondes plus longues de l'instrument nadir TICFIRE. D'autre part, l'environnement spatial impose des contraintes en termes de pièces disponibles et de leur utilisation (environnement sous vide, exposition aux rayonnements).

Le travail décrit dans cet énoncé de travail est lié à l'atténuation des risques associés à une mission TICFIRE éventuelle. L'objectif final consiste dans le développement d'un prototype de détecteur avec un cheminement clair jusqu'à la spatio-qualification. Ceci mettra l'accent en particulier sur l'ensemble détecteur, comprenant le FPA, le boîtier filtre passe-bande et radiométrique, et l'ensemble électronique de proximité associé.

PORTÉE DU TRAVAIL

Objectifs

Les objectifs associés au FPA sont les suivants :

Démontrer les installations et processus pour le dépôt et le micro-usinage de l'absorbeur à large bande de noir d'or sur des détecteurs de géométrie de réseaux et de dimensions compatibles avec le l'approche d'observation de la séparation temporelle TICFIRE c.-à-d. 80x20 pixels avec un pas > 100 µm avec un objectif de 80x60 pixels avec un pas de 100 µm.

Démontrer que le détecteur qui en résulte peut atteindre NMT6 en effectuant une campagne de préqualification fondée sur les exigences du TICFIRE pour une telle pièce, c.-à-d. vibration aléatoire, cyclage thermique et dose totale de rayonnement ionisant.

Les objectifs associés aux filtres passe-bande sont les suivants :

Démontrer que les filtres passe-bande compatibles avec la mission TICFIRE peuvent atteindre NMT6 en effectuant une campagne de préqualification fondée sur les exigences du TICFIRE pour une telle pièce, c.-à-d., cyclage thermique et dose totale de rayonnement ionisant.

Les objectifs associés à l'électronique de proximité sont les suivants :

Lancer le développement d'un ensemble électronique de proximité avec un cheminement clair jusqu'à la spatio-qualification.

Proposer une conception fondée sur des pièces liées au vol avec une évaluation des activités de qualification nécessaires pour amener l'ensemble électronique de proximité à NMT6.

Tâches

Les tâches suivantes doivent être effectuées :

Les tâches associées au FPA :

Répercuter les exigences de micro-ingénierie et les caractéristiques de l'équipement/outillage afin de parvenir à un rendement de modéré à élevé de grands réseaux de détection par microbolomètres de bandes larges (thermique et infrarouge dans le lointain) avec les exigences de performance requises (précision des lignes d'ablation du noir d'or par rapport au réseau de pixels sous-jacent; minimisation et gestion des débris).

Optimiser les processus et installations de micro-ingénierie (optimisation du taux de remplissage efficace du FPA).

Traiter les vidéo-détecteurs réseau par le biais du dépôt et du micro-usinage au laser afin de produire des détecteurs de bande large de dimension et géométrie adéquates.

Démontrer la solidité des processus par la production de multiples échantillons.

Effectuer la caractérisation de la sensibilité et de la puissance équivalente au bruit (NEP) d'au moins un vidéo-détecteur réseau produit avec les processus optimisés.

Mettre au point et effectuer une campagne de qualification environnementale.

Évaluer le rendement radiométrique du nouveau détecteur pour chacune des bandes spectrales des TICFIRE.

Les tâches associées aux filtres passe-bande :

Effectuer la caractérisation de la transmission sur les 9 filtres passe-bande compatibles avec la mission TICFIRE mission (les filtres doivent être fournis par l'ASC)

Proposer et effectuer une campagne de qualification environnementale.

Les tâches associées à l'ensemble électronique de proximité:

Concevoir un ensemble électronique de proximité pour l'interfaçage d'un détecteur FPA microbolométrique à large bande compatible avec la mission TICFIRE.

Au moyen de simulations, démontrer la compatibilité de l'ensemble électronique de proximité avec la stratégie de calcul de la moyenne et d'intégration des temporisations proposées pour les mesures TICFIRE.

Démontrer que l'ensemble électronique de proximité est conçu pour une mise en œuvre de vol éventuelle.

Livrables

Les éléments suivants devront être livrés :

Livrables liés au FPA:

- Plan de développement et de validation de micro-usinage au laser du noir d'or.
- Rapport et données de développement et de performance de micro-usinage au laser du noir d'or.
- Plan d'essai de performance et de qualification du FPA.
- Rapport et données d'essai de performance et de qualification du FPA.
- FPA produit avec des processus de noir d'or mis à niveau et validés en termes de performance et qualification environnementales.

Livrables liés aux filtres passe-bande:

- Plan d'essai de performance et de qualification des filtres.
- Rapport et données d'essai de performance et de qualification des filtres.

Livrables liés à l'ensemble électronique de proximité:

- Schémas fonctionnels et diagrammes de l'ensemble électronique de proximité.
- Document d'interfaces pour l'utilisation de l'ensemble électronique de proximité avec un éventuel EGSE.
- Listes des pièces EEE considérées ainsi qu'une évaluation de leur utilisation pour le vol.
- Démonstration analytique par des simulations de la conception proposée avec TDI et évaluation du rendement lié.
- Rapport de description de la conception de l'ensemble électronique de proximité.
 - Justification de la conception
 - Métier de la conception
 - Résultats de simulation fonctionnelle
 - Analyse du bruit
- Surface occupée / placement préliminaire
- Analyse de la consommation électrique
- Analyse thermique
- Analyse de déclassement
- Analyse des rayonnements
- Étude du pire scénario sur les paramètres fonctionnels essentiels
- Analyse de prédiction de la fiabilité
- Analyse AMPEC
- Approvisionnement, fabrication, assemblage et plan d'essai de l'électronique de proximité
- Plan de qualification de l'ensemble électronique de proximité.

EXIGENCES ET OBJECTIFS OBLIGATOIRES

OBLIGATOIRE - [REQ-001] The micro-usinage au laser du noir d'or doit être en mesure d'assurer une précision inférieure au micron sur une zone plus grande que 8,3 mm par 2,1 mm.

OBJECTIF - [REQ-002] Le micro-usinage au laser du noir d'or devrait être en mesure d'atteindre une précision inférieure au micron sur une zone plus grande que 8,3 mm par 6,3 mm.

- OBLIGATOIRE - [REQ-003]** Le processus d'ablation au laser pour le noir d'or doit prendre en compte la gestion des débris potentiels pour éviter une dégradation de l'absorption du noir d'or.
- OBJECTIF - [REQ-004]** L'ajustage au laser devrait avoir une incidence minimale sur les propriétés optiques générales de la couche de noir d'or.
- OBJECTIF - [REQ-005]** La singularisation des pixels par ajustage au laser de la couche de noir d'or ne devrait pas réduire le taux de remplissage du noir d'or de plus de 5 % pour les pas de pixels supérieurs à 100 µm.
- OBJECTIF - [REQ-006]** Le processus de micro-usinage au laser du noir d'or devait être développé et optimisé pour obtenir un rendement de plus de 70 % pour des FPA de plus de 1600 pixels.
- OBLIGATOIRE - [REQ-007]** Le processus de micro-usinage au laser du noir d'or doit être effectué dans une pièce stérile (classe 10 000 ou supérieure) et dans un environnement antistatique.
- OBLIGATOIRE - [REQ-008]** La mosaïque de détecteurs doit comprendre des microbolomètres revêtus de noir d'or non refroidis résistifs VO_x.
- OBJECTIF - [REQ-009]** L'interface FPA pixel-ROIC devrait être fondée sur une configuration monolithique.
- OBLIGATOIRE - [REQ-010]** Le pas des pixels du détecteur doit être plus grand que 100 µm.
- OBLIGATOIRE - [REQ-011]** La mosaïque de détecteurs doit être compatible avec une géométrie de détection de 80 pixels par 20 pixels.
- OBJECTIF - [REQ-012]** La mosaïque de détecteurs devrait être compatible avec une géométrie de détection de 80 pixels par 60 pixels.
- OBLIGATOIRE - [REQ-013]** L'opérabilité sur une zone de 80 x 20 pixels doit être supérieure à 90 %.
- OBLIGATOIRE - [REQ-014]** L'opérabilité dans toute colonne donnée de 20 pixels doit être supérieure à 90 %.
- OBJECTIF - [REQ-015]** L'opérabilité dans toute colonne donnée de 60 pixels devrait être supérieure à 90 %.
- OBLIGATOIRE - [REQ-016]** La fréquence d'image d'exploitation nominale du FPA doit être de 15 Hz ou plus.
- OBLIGATOIRE - [REQ-017]** La constante de temps thermique des pixels FPA doit être inférieure à 70 msec.
- OBLIGATOIRE - [REQ-018]** Le NEP du détecteur doit être inférieur à 100 pW.
- OBLIGATOIRE - [REQ-019]** La mosaïque de détecteurs doit survivre à une plage de température allant de -40 °C à +50 °C.
- OBLIGATOIRE - [REQ-020]** Les filtres passe-bande qualifiés doivent avoir les caractéristiques spectrales données dans le tableau ci-dessous :

| <i>ID filtre</i> | <i>Bande spectrale</i> | <i>Transmission minimale</i> |
|------------------|------------------------|------------------------------|
| 1 | 7,9 – 9,5 µm | 80 % |
| 2 | 10 – 12 µm | 75 % |
| 3 | 12 – 14 µm | 80 % |
| 4 | 17,0 – 18,5 µm | 65 % |
| 5 | 18,5 – 20,5 µm | 65 % |
| 6 | 20,5 – 22,5 µm | 70 % |
| 7 | 17,25 – 19,75 µm | 80 % |
| 8 | 22,5 – 27,5 µm | 55 % |
| 9 | 30 – 50 µm | 65 % |

OBLIGATOIRE - [REQ-021] Les filtres passe-bande doivent survivre à des plages de température allant de -40 °C à +50 °C.

OBLIGATOIRE - [REQ-022] La consommation d'électricité de l'électronique de proximité ne doit pas dépasser 2W en fin de vie (à l'exclusion du détecteur et de la régulation de température potentielle).

OBLIGATOIRE - [REQ-023] L'électronique de proximité doit avoir au moins 80 % de probabilité de fonctionner et d'avoir des performances conformes aux exigences ci-incluses pendant une période de 2 ans en orbite.

OBJECTIF - [REQ-024] L'électronique de proximité devrait avoir au moins 90 % de probabilité de fonctionner et d'avoir des performances conformes aux exigences ci-incluses pendant une période de 5 ans en orbite.

OBLIGATOIRE - [REQ-025] La surface occupée ne doit pas dépasser 500 cm².

OBJECTIF - [REQ-026] La surface occupée ne devrait pas dépasser 300 cm².

OBLIGATOIRE - [REQ-027] La polarisation et les tensions de référence doivent être ajustables individuellement comme spécifié ci-dessous :

- Plage : de 1V à 4V C.C, en prenant une valeur par défaut à 2,5V
- Résolution : 1 mV
- Précision : +/-10 mV

OBLIGATOIRE - [REQ-028] La densité spectrale du bruit de polarisation et de tensions de référence ne doit pas dépasser les niveaux indiqués ci-dessous lorsqu'elle est mesurée dans une charge de 1kΩ à l'aide d'une alimentation Agilent/Keysight E3631.

- Plancher de bruit : 50nV/racine(Hz)
- Gain 1/f : 1,6 µV/V

OBLIGATOIRE - [REQ-029] Le PSRR des circuits de polarisation et de tensions de référence ne doit pas être pire que les valeurs indiquées plus bas lorsqu'il est mesuré dans une charge de 1kΩ à l'aide d'une alimentation Agilent/Keysight E3631.

- Réjection de 80dB jusqu'à 100Hz
- Diminution de 20dB/décadaire au-dessus de 100 Hz

OBLIGATOIRE - [REQ-030] La densité spectrale du bruit de la tension d'affichage ne doit pas dépasser les niveaux indiqués ci-dessous lorsqu'elle est mesurée à l'entrée du convertisseur analogique/numérique, à l'aide d'une entrée d'affichage mise à la terre, avec une alimentation Agilent/Keysight E3631.

Plancher de bruit : 25nV/racine (Hz)

Gain 1/f : 250 nV/V

OBLIGATOIRE - [REQ-031] Le signal d'affichage doit être quantifié jusqu'à un minimum de 12 bits et devrait être quantifié jusqu'à un minimum de 16 bits.

OBLIGATOIRE - [REQ-032] L'électronique de proximité doit prendre en charge un taux de pixels d'au moins 1,152 Mpixels/s

OBLIGATOIRE - [REQ-033] Le PSRR de l'unité initiale analogique d'affichage ne doit pas être pire que les valeurs indiquées ci-dessous lorsqu'il est mesuré à l'entrée du convertisseur analogique/numérique, à l'aide d'une entrée d'affichage mise à la terre, avec une alimentation Agilent/Keysight E3631.

- Rejet de 80dB jusqu'à 100Hz
- Diminution de 20dB/décadaire au-dessus de 100 Hz

OBLIGATOIRE - [REQ-034] L'électronique de proximité doit répondre aux exigences ci-incluses lorsqu'elle est exploitée sur une plage de températures allant de -20 °C à +60 °C (à l'exclusion du détecteur).

OBLIGATOIRE - [REQ-035] L'électronique de proximité doit survivre à une plage de températures allant de -55 °C à +125 °C (à l'exclusion du détecteur).

OBLIGATOIRE - [REQ-036] Le détecteur doit faire la démonstration de sa capacité à supporter sans dégradation des performances l'environnement de vibration aléatoire défini ci-dessous :

| Axe | Fréquence | PSD du niveau d'essai de qualification |
|-------------------------|---------------|----------------------------------------|
| X-, Y- et Z- | 20 – 100 Hz | +3 dB/Oct |
| | 100 – 300 Hz | 0.390 g ² /Hz |
| | 300 – 2000 Hz | -6 dB/Oct |
| Grms | 14,0 | |
| Durée de l'essai | 120s/axe | |

OBLIGATOIRE - [REQ-037] Les composants et ensembles doivent être conçus pour supporter sans dégradation une dose totale pour la durée de vie de la mission de 10 krads(Si) arrivant uniformément de toutes les directions sur l'extérieur du boîtier de détection pendant une mission de 5 ans.

CALENDRIER ET JALONS

Le développement de cette technologie est d'une durée maximale de 12 mois. Le soumissionnaire devra inclure dans la proposition le calendrier de développement et les jalons appropriés.

Technologie prioritaire 3

**Enceinte à vide thermique
poussiéreuse/sale (DTVAC)**

Enceinte à vide thermique poussièreuse/sale (DTVAC)

Liste des acronymes

| | |
|--------|-----------------------------------------------------------------|
| ASC | Agence spatiale canadienne |
| CTE | Éléments de technologies critiques |
| CRT | Feuille de route technologique |
| DA | Document applicable |
| DP | Demande de proposition |
| DTVAC | Enceinte à vide thermique poussièreuse/sale |
| EDT | Énoncé de travail |
| ExCore | ExCore (cœur de l'exploration) |
| GER | Feuille de route d'exploration globale |
| ISECG | Groupe international de coordination spatiale |
| ISRU | Utilisation des ressources lunaires in situ |
| MLI | Isolation multicouche |
| NASA | National Aeronautics & Space Administration |
| NEO | Objet proche de la Terre |
| NMT | Niveau de maturité technologique |
| RD | Document de référence |
| STDP | Programme de développement de la technologie spatiale |
| SATP | Température et pression ambiantes standards |
| TRRA | État de préparation de la technologie et évaluation des risques |
| UUT | Équipement à l'essai |
| VCM | Matrice de conformité de la vérification |

DOCUMENT APPLICABLES

Cette section fait état des documents nécessaires au soumissionnaire pour élaborer la proposition.

| DA No. | Numéro de document | Titre de document | N° de rév. | Date |
|---------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------|
| SE-DA-1 | CSA-ST-GDL-0001 | Lignes directrices sur l'évaluation de la maturité technologique et des risqué ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRRA/ | B | 14 fév. 2014 |
| SE-DA-2 | CSA-ST-FORM-0001 | Fiche d'évaluation de la maturité et du risque technologique (TRRA) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRRA/ | E | 29 juil. 2013 |
| SE-DA-3 | CSA-ST-RPT-0002 | Consolidation des données TRRA – TRRA Data Rollup Tool ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRRA/ | H | 24 février 2015 |
| SE-DA-4 | CSA-ST-FORM-0003 | Feuille de travail des critères d'identification des éléments technologiques critiques (CTE) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRRA/ | A | 11 mars 2014 |
| SE-DA-5 | CSA-ST-RPT-0003 | Étude de concept ExCore du cadre de la feuille de route CSA-ST-RPT-003 Rév A.xlsx ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRM/ | A | Sept 2012 |

DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

Cette section énumère les documents qui fournissent des renseignements supplémentaires au soumissionnaire, mais qui ne sont pas nécessaires pour élaborer la proposition. Notez que ces documents ne sont disponibles qu'en anglais.

| N° RD. | Numéro de document | Titre de document | N° de rév. | Date |
|------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------|
| SE-RD-1 | PMBOK Guide | A Guide to the Project Management Body of Knowledge | 4 ^e Édition | 2008 |
| SE-RD-2 | ESTEC, TEC- SHS/5574/MG/ap | Technology Readiness Levels Handbook for Space Applications ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRRA/ | | Mars 2009 |
| SE-RD-3 | CSA-SE-STD-0001 | CSA Systems Engineering Technical Reviews Standard ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRRA/ | Rév. A | 7 nov. 2008 |
| SE-RD-4 | CSA-SE-PR-0001 | CSA Systems Engineering Methods and Practices ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRRA/ | Rév. B | 10 mars 2010 |
| SE-S1-RD-1 | S/O | Global Exploration Roadmap (GER) http://www.globalspaceexploration.org/news/2013-08-20 | | Août 2013 |

DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

Avec le lancement des derniers plans des agences spatiales, en particulier la dernière feuille de route d'exploration globale (GER) du Groupe de coordination spatiale international (ISECG) (SE-S1-RD-1), la Lune, Mars et les Objets proches de la Terre (NEO) (astéroïdes) sont des destinations spatiales ciblées internationales. Se tourner activement vers ces corps célestes entraîne de nombreux défis supplémentaires par rapport aux contraintes actuelles d'orbite basse terrestre (LEO) telles que le vide et les gradients géothermiques élevés; en plus de ces derniers, le matériel débarqué aura à survivre à un environnement plus rude notamment les écarts de température extrêmes, les particules de poussière magnétiques et électrostatiques ainsi que les vents violents martiens.

Par exemple, l'expérience acquise par la NASA pendant les missions Apollo a révélé que le régolite lunaire pouvait s'infiltrer dans l'équipement et causer de graves dommages en raison de sa nature très fine avec une taille de grains inférieure à 50 microns. Depuis lors, plusieurs stratégies pour se prémunir contre la poussière lunaire et lui survivre ont été proposées et font l'objet d'investigations dans les laboratoires. Ces techniques varient de passives (telles que le durcissement des pièces, les revêtements de surface, les joints passifs et sous tension), à actives (en général fondées sur des méthodes électrostatiques, magnétiques ou vibratoires). Il est prévu que plusieurs de ces méthodes fonctionneront dans d'autres environnements chargés en poussière tels qu'un astéroïde ou la surface de Mars.

Afin d'être prête à soutenir ces missions, l'ASC poursuit le développement de méthodologies et de technologies pour protéger les mécanismes, les structures et les instruments contre ces environnements rudes. Parmi les activités connexes et son Programme de développement des technologies spatiales (STDP), l'ASC a attribué le contrat 9F063-12-0711_001 : Technologies d'atténuation de la poussière (Lune et Mars). L'intérêt de cette initiative était de fournir une enceinte à vide thermique poussiéreuse, de développer des défenses d'atténuation et de tester une grande variété de composants avec et sans ces défenses. Les conclusions de ce contrat étaient limitées et ont prouvé que le travail avec le régolite lunaire était très difficile. Par conséquent, l'ASC poursuit une approche pas-à-pas plus ciblée de ce défi.

PORTÉE DU TRAVAIL

La portée du travail défini aux présentes complète la Section A.6 Description des tâches génériques de l'annexe A.

Elle consiste à fournir une enceinte à vide thermique poussiéreuse/sale (DTVAC) et son appareil d'essai spécifié validé et démontré dans les conditions d'environnement simulé spécifiées dans cet EDT. La portée du travail suivante doit être complétée afin de livrer une solution DTVAC complète démontrée :

Le contractant doit fournir une enceinte à vide thermique poussiéreuse/sale (DTVAC) conformément aux exigences stipulées dans cet EDT.

Le contractant doit démontrer l'état de préparation et la solidité de toutes les capacités requises de la DTVAC, exprimées dans cet EDT à l'aide de simulant CHENOBI de régolite lunaire ou mieux (sujet à évaluation et approbation par l'ASC). Les propriétés fines, rudes, électrostatiques et magnétiques du régolite lunaire doivent être prises en considération.

Le contractant doit fournir l'appareil d'essai adéquat nécessaire pour tester les mécanismes, les surfaces et les instruments tel que spécifié dans cet EDT.

Le contractant doit démontrer que la DTVAC et l'appareil d'essai sont totalement conformes et fonctionnels selon les spécifications de cet EDT.

Le contractant doit démontrer une capacité intégrée d'effectuer des essais de composants et de sous-systèmes futurs tel que spécifié dans cet EDT.

Le contractant doit analyser l'évolutivité de la conception de la DTVAC pour répondre aux besoins futurs tels que définis dans cet EDT.

Le contractant doit aborder les coûts et les temps de maintenance (remplacement des filtres, joints, nettoyage, recharge, maintenance standard, maintenance spéciale)

Le contractant doit fournir et appliquer les mesures adéquates en matière de santé et sécurité et livrer un plan et des procédures.

En plus des éléments susmentionnés, le contractant doit réaliser une évaluation de l'état de préparation et des risques (TRRA) des technologies et améliorations essentielles qui seraient nécessaires pour permettre une enceinte lunaire et planétaire complète capable et conforme à utiliser dans le système proposé conformément aux exigences des Directives d'évaluation de l'état de préparation et des risques de l'ASC (SE-DA-1), à l'aide des feuilles de travail fournies par l'ASC, de la feuille de travail des Critères d'identification (SE-DA-4) des éléments technologiques critiques (CTE) et de la feuille de travail d'évaluation de l'état de préparation et des risques (SE-DA-2) pour chaque CTE—et cumul au moyen de l'outil de cumul des données d'évaluation de l'état de préparation et des risques (SE-DA-3), et doit décrire les caractéristiques de performance de la technologie par rapport aux besoins de la mission ciblée pour l'environnement cible donné.

Le contractant doit fournir un plan de développement technologique, appelé également feuille de route technologique (TRM), notamment les développements technologiques requis pour répondre aux besoins de la mission ciblée, ainsi qu'un plan et un échéancier pour réaliser les étapes à venir dans le développement d'une telle DTVAC, en particulier pour une installation plus grande et plus capable. La feuille de route technologique doit être fournie dans le format de la Feuille de route technologique (SE-DA-5) où les composants des enceintes qui doivent être améliorées seront quantifiés.

CARACTÉRISTIQUES FONCTIONNELLES ET EXIGENCES DE PERFORMANCE

L'exploration planétaire, lunaire et des objets proches de la Terre (NEO) nécessiterait une variété d'installations pour gérer une vaste panoplie de matériel allant des composants aux sous-systèmes et systèmes. Aux fins de cet EDT, l'objectif est de tester les éléments de niveau composants et sous-systèmes dans une DTVAC. Considérant la capacité de croissance future en fonction des opportunités futures, il est nécessaire d'aborder la façon dont la DTVAC proposée pour cet EDT pourrait évoluer vers une DTVAC plus grande et avec davantage de fonctionnalités.

Considérations clés :

Il est important de prendre les éléments suivants en considération lors du présent contrat :

Maximiser le volume utilisable de l'enceinte dans les limites des contraintes de conformité aux exigences thermiques, de vide et de simulants dans les limites du budget affecté.

Le volume d'essai sera affecté par l'équipement d'essai de soutien.

La DTVAC devrait faire partie d'une capacité évolutive future à réaliser des essais du système nécessitant un volume plus grand.

La plage de température de la DTVAC pourrait être allongée jusqu'à une valeur aussi froide que 40K et cela pourrait être réalisé par un système hybride (par ex. azote et hélium).

Les sources variables telles que le proton et l'électron devraient être interfacées avec cette capacité.

La DTVAC proposée et son appareil d'essai doivent être testés et doivent prouver qu'ils peuvent survivre à un environnement rude qui sera imposé à l'équipement à l'essai : simulants, vide et température.

Fonctionnement continu pendant de longues périodes de temps (jours, semaines et même mois).

Visibilité à l'intérieur de l'enceinte.

Étant donné que la pièce ou l'enceinte est définie comme étant 'évolutive', on devrait utiliser des interfaces de TVAC courantes lorsque cela est possible.

Exigences fonctionnelles

OBLIGATOIRE- FCN-01

Portée : La DTVAC doit fournir la capacité de reproduire un environnement thermique à vide poussiéreux dans le but de tester des composants et des sous-systèmes pour des missions d'atterrissage sur la Lune, Mars et les futures missions «Near Earth Orbit», notamment les aspects suivants :

- a. **Vide** : La DTVAC doit être en mesure de créer un état sous vide
- b. **Température** : La DTVAC doit être en mesure de fournir un environnement thermique contrôlé
- c. **Poussière – Lunaire** : La DTVAC doit être en mesure de disperser le simulant lunaire
- d. **Poussière – Mars** : La DTVAC doit être en mesure de disperser le simulant martien
- e. **Éq. à l'essai – Fonctionnement** : La DTVAC doit prendre en charge le fonctionnement d'un équipement à l'essai
- f. **Éq. à l'essai – Surveillance** : La DTVAC doit fournir l'état opérationnel de l'équipement à l'essai
- g. **Enregistrement** : Les paramètres surveillés par la DTVAC doivent être enregistrés électroniquement dans un format permettant la diffusion
- h. **Simultané** : La DTVAC doit être en mesure d'assurer les fonctions définies dans OBLIGATOIRE-FNC-01 a, b, c, d, e, f et g simultanément.

Nota : En résumé, il est prévu que le DTVAC génère et maintienne un vide et une température tout en distribuant la poussière comme CHENOBI sur l'article d'essai tout en surveillant et en enregistrant les paramètres pertinents.

OBLIGATOIRE- FCN-02

Contrôle d'environnement : La DTVAC doit permettre de pouvoir contrôler dynamiquement les paramètres suivants :

- a) La température de l'équipement en cours d'essai selon un profil utilisateur défini.
- b) La pression dans l'enceinte avec les intrants utilisateur définis.
- c) La distribution du simulant avec lequel l'équipement est testé
- d) Le débit de simulant dispersé vers l'équipement à l'essai
- e) Le taux d'agitation du simulant

OBLIGATOIRE- FCN-03

Immersion du simulant : La DTVAC doit permettre de pouvoir immerger l'équipement en cours d'essai dans le simulant.

Nota : L'immersion dans le simulant variera en fonction de l'expérience. La conception de l'enceinte devrait partir du principe que l'intérieur pourrait être rempli au 1/3 de son volume entier y compris l'équipement d'essai qui pourrait être submergé. Ceci doit être pris en considération dans les incidences et la phase de conception et de définition abordées.

OBLIGATOIRE- FCN-04

Interfaces : Le contractant doit fournir l'appareil et les interfaces d'essai pour permettre de tester trois classes d'équipement à l'essai :

- a. **Équipement à l'essai rotatif**

Cette classe d'équipement à l'essai inclut des moteurs, des joints, des roulements, des interrupteurs de fin de course, etc.

b. **Équipement à l'essai de surface**

Cette classe d'équipement à l'essai inclut des panneaux solaires, des radiateurs, des MLI, du matériel à surface peinte, du ruban, etc.

c. **Équipement à l'essai optique**

Cette classe d'équipement inclut une caméra, un spectromètre, etc.

MANDATORY-FNC-02 *Nota : L'intention de cette exigence est qu'une enceinte validée équipée des bancs d'essai appropriés validés dans ces catégories soit disponible et que toutes ces fonctionnalités puissent prendre en charge les essais, survivre à l'exposition au simulant pendant une longue période à la fois (par ex. 3 semaines d'essai en continu) dans un environnement thermique sous vide.*

OBLIGATOIRE- FCN-05 **Polarité de charge du simulant :** La DTVAC doit être en mesure de charger électrostatiquement le simulant avec l'une ou l'autre polarité.

Nota : L'intention est de reproduire le comportement électrostatique du régolite, par ex., régolite lunaire idéalement. La DTVAC devrait être en mesure de charger le simulant dans l'une ou l'autre polarité. À cette étape, il n'y a aucune préférence quant à la polarité.

Exigences physiques

OBLIGATOIRE- PHY-01 **Volume :** Le volume interne utilisable de la DTVAC doit être au minimum de 0,7 m³.

Nota : On devrait envisager de maximiser la taille et l'utilisation du volume pour tester l'équipement à l'essai (par ex. 1 m de long X 0,83 m X 0,83 m comme principe directeur).

OBLIGATOIRE- PHY-02 **Régolite :** La DTVAC doit permettre le retrait du simulant entre les cycles opérationnels.

NOTA : Aux fins du travail actuel, le simulant recommandé qui doit être utilisé est CHENOBI, d'autres simulants tels que JSC-1A et d'autres proposés par le contractant doivent être considérés. On s'attend également à ce que l'enceinte et l'équipement puissent être nettoyés par un simulant différent, au besoin.

Exigences de performance

OBLIGATOIRE- PRF-01 **Éclairage :** La DTVAC doit projeter au moins 750 W/m² en surface de l'interface de l'équipement à l'essai.

Justification : L'intention de cette exigence est de fournir suffisamment d'éclairage afin que les panneaux solaires fonctionnent avec un rendement élevé. Idéalement, la source d'éclairage émettra la même gamme de spectre que le soleil.

OBLIGATOIRE- PRF-02 **Vide :** La DTVAC doit fournir une capacité de vide allant jusqu'à 10⁻⁷ Torr.

Nota : Le vide minimum typique prévu avec de la poussière est de 10⁻⁴ Torr; afin de développer la capacité, une pression de 10⁻⁷ Torr est requise dans un état propre, par ex. : aucune présence

de

simulant.

OBLIGATOIRE- PRF-03

Température : La DTVAC doit fournir une capacité thermique simulée et contrôlée sur une plage minimale de -60 °C à 60 °C.

JUSTIFICATION : Une plage de température plus grande est convenable, mais les limites de dimensions de la pièce et les capacités fournies par une coiffe thermique doivent être prises en considération.

Un rover polaire lunaire pourrait fonctionner entre 60 à 85 degrés de latitude sur la Lune. Ceci se traduit par une plage de température comprise entre 40K et 325K à ces latitudes et s'étend à 383 K en région équatoriale. Cet environnement signifie également un grand écart de température même d'un côté à l'autre du rover qui doit être pris en considération. Aux fins de cette exigence, l'incidence de la mise en œuvre d'une coiffe froide/chaude partielle ou totale devrait être abordée, ainsi que la mise en œuvre des lampes à rayons infrarouges, selon besoin.

OBLIGATOIRE- PRF-04

Visibilité : L'opérateur doit être en mesure de voir à l'intérieur de la DTVAC lors des opérations.

Nota: Ceci peut prendre plusieurs formes. On s'attend ici à avoir la capacité de rapidement évaluer visuellement l'état à l'intérieur de l'enceinte à mesure que les essais progressent.

OBLIGATOIRE- PRF-05

Maintenance : La DTVAC doit permettre le dépannage tout en maintenant des conditions environnementales. Plus précisément, cela veut dire :

- i. **Vide** : Au cas où une pompe serait défectueuse, on doit pouvoir la remplacer.
- ii. **Consommables** : Les consommables requis pour maintenir des conditions environnementales internes de la DTVAC doivent être réapprovisionnés pendant que la DTVAC est en fonctionnement.
- iii. **Environnement** : Lors des activités de maintenance, la DTVAC doit maintenir les éléments suivants :
 1. **Vide** : L'état sous vide dans la DTVAC doit être maintenu à +/- 10 Torr de son point de consigne.
 2. **Température** : La température des surfaces internes doivent être maintenues à +/- 10C

Nota : Étant donné la durée importante de certains des essais prévus, la rupture de la configuration pour effectuer la maintenance de routine n'est pas acceptable.

OBLIGATOIRE- PRF-06

Cycle d'essai : La DTVAC doit fonctionner en continu pendant au moins trois semaines.

Justification : La priorité d'essai initiale est d'au moins quatorze jours afin de simuler un jour lunaire. À l'appui de ceci, une marge de 50 % est souhaitable pour minimiser les activités de maintenance potentielles et permettre plus de souplesse dans les essais à l'appui de missions plus longues.

OBJECTIF-PRF-01

Simulation du soleil : La DTVAC devrait projeter 1000 W/m² en surface de l'interface de l'équipement à l'essai avec les mêmes caractéristiques spectrales du soleil.

Nota : En d'autres termes, aussi proche d'un simulateur solaire de Classe A-AM0 selon ASTM E927-10.

Exigences relatives aux interfaces

L'objectif des interfaces spécifiées ici est d'être compatibles avec les normes actuelles utilisées pour ces types d'installations et être compatibles avec les prototypes développés par l'ASC dans le cadre du programme passé et futur ExCore et STDP.

OBLIGATOIRE- INT-01

Ports d'accès : La DTVAC doit fournir des ports d'accès pour :

- a) traversée d'alimentation, transport de la poussière et mécanisme d'alimentation
- b) mécanisme de distribution et de transport de simulant
- c) source ionisante
- d) source de lumière (à de multiples angles d'incidence, variables ou multiples fixes)
- e) microbalances au quartz à température contrôlée (TQCM) (point froid)
- f) surveillance du gaz résiduel (RGM)
- g) traversée d'alimentation pour lampes infrarouges
- h) contrôle et transmission de données ~9 lignes pour moteurs indépendantes (3 lignes par moteur @ 3 moteurs et ~6 lignes pour 3 codeurs et 50 lignes pour 25 thermocouples)
- i) sources d'électrons et de protons selon le point n° 3 des « considérations clés »
- j) surveillance de la pression dans l'enceinte (par rapport à « au niveau de la pompe »)
- k) isolation thermique contre la température ambiante et les coiffes froides pour minimiser les « points chauds »
- l) écrans thermiques pour les « sources chaudes » (tels que les traversées) pour minimiser les 'points chauds'
- m) azote liquide
- n) visuel
- o) développement futur

OBLIGATOIRE- INT-02

Enregistrement : La DTVAC doit enregistrer tous les paramètres suivants simultanément :

- a) Pression
- b) Température
- c) Contrôle thermique
- d) Débit de simulant
- e) Taux d'agitation
- f) Éclairage
- g) Heure
- h) 3 moteurs
- i) 3 codeurs
- j) 25 thermocouples

Nota : La connaissance de l'environnement de l'enceinte et des mesures pertinentes de l'équipement à l'essai est une fonction vitale de la DTVAC. Idéalement, les paramètres sont continuellement et automatiquement enregistrés à un débit de données élevé (~1 Hz). Pour le cas du contrôle thermique, le flux de chaleur est souhaité, mais un cycle de service minimum de chauffage est suffisant. Pour l'éclairage, au minimum, l'état d'éclairage doit être enregistré, de préférence les niveaux d'éclairage réels.

Exigences relatives à l'environnement

OBLIGATOIRE- ENV-01

Environnement opérationnel standard : La DTVAC doit fonctionner en température et pression de fonctionnement ambiantes standards.

Nota : L'intention est de le faire fonctionner en conditions de laboratoire typiques, par ex. : 25 C, 1 atmosphère et une humidité relative variable.

Vérification

Le tableau 1 présente les méthodes de vérification qui doivent servir à vérifier les exigences de cet EDT. Toutes les exigences doivent être vérifiées par une ou plusieurs des méthodes de vérification suivantes :

- 1) test
- 2) analyse (y compris simulation);
- 3) revue de conception;
- 4) démonstration;
- 5) inspection; et
- 6) similitudes

Ces méthodes sont décrites dans DED-0461.

Tableau 1: Méthodes de vérification

| Exigence | Nom | Méthode | Nota |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------|
| I : Inspection, T : Test, A : Analyse, D : Démonstration, RoD: Revue de conception, S : Similitudes | | | |
| OBLIGATOIRE-FNC-01 0a, b, c, d, f, g, et h | Portée | T | OBLIGATOIRE-FNC-01 e peut être vérifié par similitude |
| OBLIGATOIRE-FNC-02 a, b, c, d et e | Contrôle d'environnement | T | |
| OBLIGATOIRE-FNC-03 | Immersion de simulant | T | À l'aide de simulant CHENOBI |
| 0 OBLIGATOIRE-FNC-04 a, b et c | Interfaces | T | Un moteur qualifié pour un fonctionnement sous vide sera fourni en tant que GFE |
| OBLIGATOIRE-FNC-05 | Polarité de charge de simulant | D | |
| OBLIGATOIRE-PHY-01 | Volume | RoD | |
| OBLIGATOIRE-PHY-02 | Régolite | RoD, D | |
| OBLIGATOIRE-PRF-01 | Éclairage | T | |
| OBLIGATOIRE-PRF-02 | Vide | D | 10 ⁻⁷ Torr (vide), 10 ⁻⁴ Torr (avec simulant) |
| OBLIGATOIRE-PRF-03 | Température | T | |
| OBLIGATOIRE-PRF-04 | Visibilité | D | |
| OBLIGATOIRE-PRF-05 0i, ii, iii.1 et iii.2 | Maintenance | RoD, D | |
| OBLIGATOIRE-PRF-06 | Cycle d'essai | T | |
| OBJECTIF-PRF-07 | Simulation du soleil | RoD, D | |
| OBLIGATOIRE-INT-01 a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n et o | Ports d'accès | RoD et I | |
| OBLIGATOIRE-INT-02 a, b, c, d, e, f, g, h, i et j | Enregistrement | D, T | |
| OBLIGATOIRE-ENV-01 | Environnement opérationnel standard | D | |

LIGNE DE TEMPS NMT

Le NMT ciblé pour le développement de cette technologie est le NMT 7 pendant la durée du contrat. Étant donné que la DTVAC est une installation d'essai au sol, son environnement de fonctionnement prévu est SATP. En tant que telle, il est essentiellement prévu qu'elle soit un système achevé qualifié par le biais d'essais et de démonstrations et prêt à effectuer les essais de l'équipement à l'essai.

MISSIONS CIBLÉES

Soutenir le développement et les essais de futures missions ISRU et scientifiques axées sur la Lune et Mars tel que présenté avec le GER.

LIVRABLES SPÉCIFIQUES

Tableau 2 – Livrables

| CDRL N° | Livrable | Date d'échéance | Version | DED N°. |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------|
| 1. | Réunion de revue d'avancement, des jalons Présentation | Réunion – 1 semaine | Finale | Format cont. |
| 2. | Revue de l'ensemble des données | M2(SRR) – 2 semaines M3 (DDR) – 2 semaines M4 (TRR) – 2 semaines M5 (FAR) – 2 semaines | Finale Finale Finale Finale | DED-0113 |
| 3. | Spécification système | M2 (SRR) – 2 semaines M3 (DDR) – 2 semaines M5 (FAR) – 2 semaines | IR Mise à jour finale | Format cont. |
| 4. | Feuilles de travail et cumul d'évaluation de l'état de préparation et des risques | M3 (DDR) – 2 semaines M5 (FAR) – 2 semaines | Ébauche finale | DED-0011 |
| 5. | Feuille de travail de la feuille de route technologique | M3 (DDR) – 2 semaines M5 (FAR) – 2 semaines | Ébauche finale | DED-0012 |
| 6. | Modèles et analyses d'ingénierie – Petits projets | M2 (SRR) – 2 semaines M3 (DDR) – 2 semaines M5 (FAR) – 2 semaines | IR Mise à jour finale | DED-0632 |

| CDRL N° | Livrable | Date d'échéance | Version | DED N°. |
|---------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------|
| 7. | Document de conception | M2 (SRR) – 2 semaines M3 (DDR) – 2 semaines M4 (TRR) – 2 semaines M5 (FAR) – 2 semaines | Ébauche IR Mise à jour finale | DED-0701 |
| 8. | Plan de vérification | M3 (DDR) – 2 semaines M4 (TRR) – 2 semaines M5 (FAR) – 2 semaines | Ébauche IR Finale | DED-0461 |
| 9. | Document de description des versions logicielles (VDD) | M3 (DDR) - 2 semaines M4 (TRR) - -2 semaines M5 (FAR) - -2 semaines | Ébauche IR Mise à jour | DED-0710 |
| 10. | Procédure d'essai | M3 (DDR) – 2 semaines M4 (TRR) – 2 semaines M5 (FAR) – 2 semaines | Ébauche IR Mise à jour | DED-0754 |
| 11. | Rapport d'essai | Achèvement essai + 1 semaine M5 (FAR) -2 semaines | IR Finale | DED-0759 |
| 12. | Matrice de conformité de la vérification | M2 (SRR) – 2 semaines M3 (DDR) – 2 semaines M4 (TRR) – 2 semaines M5 (FAR) – 2 semaines | Ébauche IR Mise à jour finale | DED-0531 |
| 13. | Procédures de fonctionnement et Guide utilisateur | M4 (TRR) - 2 semaines M5 (FAR) - 2 semaines | IR Finale | DED-0905 |
| 14. | Plan de sécurité | M2 (SRR) – 2 semaines M5 (FAR) -2 semaines | IR | DED-0321 |

CALENDRIER ET JALONS

Le développement de cette technologie est d'une durée maximale de 15 mois.

Tableau 3 – Calendrier et jalons

| Jalons | Description | Démarrage | Achèvement |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| M1 - KOM | Réunion de démarrage / lancement | Attribution du contrat | Attribution du contrat + 2 semaines |
| M2 - SRR | Revue des exigences du système (SRR) (concept, req. et mise en œuvre proposée) | Attribution du contrat | Attribution du contrat plus 2 mois |
| M3- DDR | Revue de conception détaillée (DDR) | M2 Fin | Attribution du contrat + 4 mois |
| M4- TRR | Revue d'aptitude à l'essai (TRR) | M3 Fin | Attribution du contrat + 11 mois |
| M5- Revue d'acceptation finale | Réunion de revue finale | Attribution du contrat plus 14 mois | Attribution du contrat plus 14 mois |

Les méthodes de descriptions des données (DED) de format de document DED alternatif, de contenu et de soumission peuvent être suggérées à l'ASC. L'ASC se réserve le droit d'accepter le format DED alternatif à condition qu'il réponde au DED énoncé. Les formats DED alternatifs doivent être acceptés par écrit par l'ASC.

Technologie prioritaire 4

**Adaptation du prototype SHOW
pour les aéronefs à plafond
haut**

Adaptation du prototype SHOW pour les avions à plafond haut

LISTE DES ACRONYMES

| | |
|---------|-------------------------------------------------------|
| AC | À confirmer |
| AFRC | Armstrong Flight Research Center |
| ASC | Agence spatiale canadienne |
| CC | Courant continu |
| DA | Document applicable |
| ECP | Panneau de commande pour les expériences |
| EDT | Énoncé de travail |
| EIF | Installation d'intégration des expériences |
| EIP | Panneau d'interface pour les expériences |
| FOV | Champ de vision |
| ICD | Document de contrôle des interfaces |
| InGaAs | Arséniure de gallium et d'indium |
| iFOV | Champ de vision instantané |
| MIL-STD | Norme militaire |
| NAS | National Aerospace Standard |
| NASA | National Aeronautics & Space Administration |
| NASDAT | NASA Airborne Science Data and Telemetry |
| NMT | Niveau de maturité technologique |
| PCIe | Peripheral Component Interconnect Express (Norme PCI) |
| RD | Document de référence |
| SHOW | Spatial Heterodyne Observations of Water |
| SPDT | Interrupteur unipolaire bidirectionnel |
| SHS | Spectromètre hétérodyne spatial |
| SBC | Ordinateur monocarte |
| STDP | Programme de développement de la technologie spatiale |
| TEC | Dissipateur électrique thermique |
| TVAC | Vide thermique (Thermal Vacuum) |

DOCUMENTS APPLICABLES

Cette section fait état du document qui est nécessaire afin que le soumissionnaire élabore sa proposition. Il est applicable dans la mesure spécifiée ici. Ce document fait l'objet de mises à jour qui n'ont pas été diffusées publiquement, et toutes les exigences y apparaissant sont à confirmer (AC) par NASA-AFRC. Le présent document est un document de la NASA et par conséquent, il n'est disponible qu'en anglais.

| DA N° | Document N° | Titre du document | Rév. N° |
|-------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| DA-1 | | ER2 Airborne Laboratory Experimenter Handbook https://www.nasa.gov/sites/default/files/189893main_ER-2_handbook_02.pdf | Août 2002 |

DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

Cette section fait état des documents qui fournissent des renseignements supplémentaires au soumissionnaire, mais qui ne sont pas nécessaires pour élaborer la proposition. Ces documents ne sont disponibles qu'en anglais.

| RD N° | Document N° | Titre du document | Rév. No. |
|-------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| RD-1 | ABBCABOM-01368 | SHOWB Detailed Design Report <i>Available upon request to PWGSC with Non Disclosure Agreement</i> | B |
| RD-2 | ABBCABOM-01898 | SHOWB Final Report <i>Available upon request to PWGSC with Non Disclosure Agreement</i> | B |
| RD-3 | ABBCABOM-01532 | SHOWB Test Readiness Review <i>Available upon request to PWGSC with Non Disclosure Agreement</i> | B |
| RD-4 | ABBCABOM-01730 | SHOWB Test Report <i>Available upon request to PWGSC with Non Disclosure Agreement</i> | ébauche |
| RD-5 | 0063-00-0-00002-01 | SHOWB Interface Control Document <i>Available upon request to PWGSC with Non Disclosure Agreement</i> | ébauche |
| RD-6 | 0063-18-2-00001-01_SCH | SHOWB Cabling Diagram <i>Available upon request to PWGSC with Non Disclosure Agreement</i> | C |
| RD-7 | AA011494-01 | SHOWB User Manual <i>Available upon request to PWGSC with Non Disclosure Agreement</i> | A |
| RD-8 | DFRC-GH-0029-Baseline | Global Hawk: Payload Network and Communications Guide http://www.eol.ucar.edu/raf/Software/iwgadts/DFRC-GH-0029-Baseline.pdf | Nov. 2008 |

DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

L'instrument SHOW est conçu pour mesurer la lumière du soleil éparpillée sur le disque terrestre afin de résoudre des profils de vapeur d'eau dans la haute troposphère – basse stratosphère (UTLS). Ces profils de haute résolution spatiale sont atteints au moyen d'un spectromètre hétérodyne spatial (SHS) fonctionnant dans une bande vibratoire d'eau.

Une démonstration technologique réussie de l'instrument SHOW a été récemment effectuée sur un ballon stratosphérique (septembre 2014). Même si cette activité a démontré de façon appropriée la technologie dans un environnement pertinent, et a permis le développement d'algorithmes nécessaires pour récupérer les profils unidimensionnels verticaux de vapeur d'eau, il y a des limites dans les données accessibles liées à l'absence de mouvement longitudinal pour un ballon stratosphérique.

Un avantage sensible de l'instrument SHOW par rapport aux technologies alternatives qui résolvent verticalement les profils de vapeur d'eau est constitué par l'augmentation prévue de l'échantillonnage longitudinal. Cet échantillonnage en augmentation permet à l'instrument de mesurer la même masse d'air à partir de plusieurs géométries lors d'un seul passage de satellite permettant ainsi potentiellement la reconstruction d'un profil de vapeur d'eau bidimensionnel par le biais de techniques tomographiques. Ceci représente un point fort inexploré de la technologie, et l'échantillonnage longitudinal requis pour démontrer ce point fort peut être émulé par un aéronef à plafond haut tel que le NASA ER2.

Ce travail positionnera l'instrument SHOW pour une démonstration de la capacité de récupérations tomographiques par l'utilisation d'un aéronef à plafond haut. De manière plus spécifique, ce travail adaptera le prototype de ballon SHOW existant aux interfaces mécaniques, électriques et de communication du NASA ER2. Au besoin, les adaptations requises relatives à l'instrument, ainsi que l'analyse, la conception et la qualification associées, seront effectuées en collaboration avec le personnel du NASA Armstrong Flight Research Center (AFRC). De plus, l'assistance d'un expert scientifique pour les applications de limbosondage et la spectroscopie hétérodyne spatiale doit être prévu par l'entrepreneur pour les activités d'essai et de définition de requis.. Étant donné que l'environnement TVAC d'un aéronef à plafond haut (altitude ~ 22 km) diverge du cas du ballon stratosphérique, ce travail inclura également une analyse thermo-mécanique détaillée, des essais TVAC, et l'étalonnage de l'instrument pour valider l'opérabilité et les performances. Les modifications du prototype existant devront également inclure l'intégration d'un détecteur d'arséniure de gallium et d'indium (InGaAs) fourni par l'ASC et devront considérer la possibilité d'une source d'étalonnage à bord pour surveiller les performances de l'instrument pendant le vol. La possibilité d'inclure l'étalonnage à bord sera évaluée lors des activités d'étude préliminaire. Il conviendrait de noter que le développement de la campagne de vol et de l'application requise n'est pas inclus dans la portée actuelle.

PORTÉE DU TRAVAIL

La portée du travail défini ici complète la Section A.6 Description des tâches génériques de l'annexe A. Elle consiste à faire les adaptations nécessaires pour la future intégration sur l'aéronef NASA ER-2 et l'intégration d'une caméra commerciale alternative InGaAs. L'unité optique et l'unité électronique existantes du prototype de ballon SHOW seront fournies par l'ASC, tout comme la caméra InGaAs Raptor Photons OWL SW1.7 CL-320.

La portée inclut les éléments suivants :

Langue de travail :

À des fins opérationnelles, l'ensemble de la documentation et des échanges écrits pour cette technologie prioritaire particulière devront être produits en anglais. Par ailleurs, toutes les communications orales auxquelles participent NASA-AFRC et d'autres partenaires associés à ce projet devront avoir lieu en anglais. Si un soumissionnaire soumet une proposition en français, sa capacité à produire de la documentation écrite et à tenir des conversations techniques à un niveau

fonctionnel en anglais doit être démontrée. De plus, la documentation pour le prototype actuel n'existe qu'en anglais.

Définition des exigences :

L'objectif de cette activité est de finaliser les exigences pour le prototype SHOW-ER2. La phase de définition des exigences devra inclure une revue des exigences énumérées dans cet EDT, ainsi que celles découlant des interfaces, directives et recommandations de conception définies dans le livret NASA ER-2 Airborne Laboratory Experimenter Handbook [DA-1] et dans la documentation associée. La définition des exigences sera effectuée en collaboration avec l'ASC, les scientifiques de la mission et avec le personnel technique du NASA Armstrong Flight Research Center (AFRC). Veuillez noter que toutes les exigences apparaissant dans DA-1 sont à confirmer (AC) par NASA-AFRC. L'assistance d'un expert scientifique (expertise dans la mesure de la lumière du soleil diffusée par le limbe, expertise en spectroscopie spatiale hétérodyne) doit être prévu par l'entrepreneur. Un document des exigences devra être préparé pour approbation par l'Autorité technique. Le cas échéant, cette tâche devra identifier les exigences manquantes, et répercuter de façon appropriée les exigences des interfaces décrites dans ce document et dans DA-1.

Conception préliminaire :

Cette activité devra inclure une revue brève de la conception du prototype de ballon SHOW précédent apparaissant dans le RD-1 et le RD-2, une identification des adaptations nécessaires pour interfaçage avec l'aéronef ER2 afin de répondre à ces exigences. Les activités de conception préliminaire devront également inclure une ébauche de la matrice de conformité représentant les meilleures estimations actuelles (CBE) de conformité.

La conception préliminaire devra :

- incorporer le prototype de ballon SHOW fourni par l'ASC, et devrait minimiser l'incidence sur ce prototype de ballon existant.
- considérer les modifications requises pour intégrer une caméra InGaAs OWL SW1.7 CL-320 fournie par l'ASC.
- au minimum considérer une intégration mécanique, une géométrie de visualisation, des interfaces électriques, la communication pour la télémétrie et la commande, la sécurité, le contrôle thermique, et l'environnement TVAC prévu associé à un vol ER2. Les détails d'introduction et les difficultés prévues liés à ces diverses considérations se trouvent dans la section Caractéristiques fonctionnelles et exigences de performance du présent document, ainsi que dans le DA-1.
- évaluer les approches potentielles et la possibilité d'incorporer une source d'étalonnage à bord pour surveiller les performances de l'instrument pendant le vol.

Conception détaillée :

La conception détaillée du prototype SHOW-ER2 doit être élaborée. La conformité du prototype SHOW ER2 aux exigences dérivées précédemment doit être corroborée par la modélisation optique, l'analyse structurale, la modélisation thermomécanique détaillée, et toute analyse supplémentaire applicable. Ceci devra inclure toutes les exigences appropriées liées aux performances de l'instrument et aux interfaces de l'ER2, y compris la sécurité. Les modèles optiques doivent inclure tous les composants auxiliaires (par ex. miroirs et hublot) nécessaires pour le fonctionnement du cadre avant du conteneur de voilure, et l'analyse thermique doit démontrer la capacité de survie et l'opérabilité dans l'environnement TVAC spécifié. Les activités de conception détaillée doivent inclure

un avant-projet de la matrice de conformité représentant les meilleures **estimations** actuelles (CBE) de conformité.

En plus de l'analyse détaillée, et de la même façon que les activités de conception préliminaire, la conception détaillée :

- doit incorporer le prototype de ballon SHOW fourni par l'ASC et l'incidence sur ce prototype existant doit être minimisée.
- doit inclure la caméra InGaAs OWL SW1.7 CL-320 fournie par l'ASC. Les activités liées à la caméra InGaAs doivent inclure les adaptations requises spécifiques à la caméra nécessaires pour assurer l'opérabilité dans l'environnement TVAC spécifié, ainsi que les adaptations requises par l'unité électronique pour faire fonctionner la caméra.
- doit au minimum considérer une intégration mécanique, une géométrie de visualisation, des interfaces électriques, la communication pour la télémétrie et la commande, la sécurité, le contrôle thermique, et l'environnement TVAC prévu. Les détails d'introduction et les difficultés prévues liés à ces diverses considérations se trouvent dans la section Caractéristiques fonctionnelles et exigences de performance du présent document, ainsi que dans le DA-1.
- doit inclure une source d'étalonnage à bord et l'électronique associée conformément aux recommandations des activités de conception préliminaire.

Mise en œuvre dans un prototype fonctionnel :

Les activités de mise en œuvre doivent inclure l'approvisionnement, la fabrication, l'assemblage et l'intégration (s'il y a lieu) de tous les composants requis pour adapter le prototype de ballon SHOW existant à l'interface ER2 (mécanique, géométrie de visualisation, interfaces électriques, communication, sécurité, environnement) et répondre aux exigences élaborées précédemment tel que démontré dans la Conception détaillée. Ceci doit inclure les modifications requises de la caméra InGaAs et l'électronique associée pour faciliter le fonctionnement dans l'environnement TVAC spécifié, et doit inclure tous les aspects liés à l'étalonnage à bord si celui-ci est jugé applicable lors des phases précédentes. En consultation avec l'expert scientifique identifié par l'entrepreneur, les activités de mise en œuvre devront développer une interface utilisateur pour faire fonctionner à distance l'instrument pour des activités d'essai et pour la future campagne de vol. Cette phase du projet doit également inclure une brève revue du plan d'alignement et de vérification du prototype de ballon précédent [RD-3], et la soumission d'un plan d'alignement et de vérification spécifique au prototype ER2. La définition et l'approvisionnement de tout le matériel de servitude au sol (GSE) requis doivent avoir lieu durant cette phase du projet.

Essais en ambiance et en environnement

Les activités d'essai doivent inclure la validation de toutes les exigences fonctionnelles et d'interface applicables découlant de la phase de définition des exigences du présent contrat. De plus, les activités d'essai devront inclure la validation et la caractérisation des performances du prototype SHOW ER2 dans l'environnement ambiant du laboratoire. Les essais de performance devront être exécutés avec l'aide de l'expert scientifique identifié par l'entrepreneur. On s'entendra sur des mesures de performance acceptables en consultation avec l'équipe SHOW-ER2 de l'ASC et un ensemble d'exigences relatives aux performances est énuméré dans la section Exigences du présent document.

Les activités d'essai doivent également inclure les essais en environnement pour valider l'opérabilité et la capacité de survie au niveau système et sous-système dans l'environnement TVAC spécifié. Ces essais TVAC doivent inclure la validation du contrôle thermique de l'instrument, la capacité de survie et l'opérabilité des détecteurs, ainsi que la caractérisation des performances optiques ambiantes du prototype SHOW ER2 suivant les cycles de température sous vide dans la plage de température de survie spécifiée. Les activités d'essai en environnement doivent également inclure des démonstrations de performance aux valeurs extrêmes et moyennes de la plage de température de fonctionnement spécifiée. S'il y a lieu, des démonstrations de performance dans l'environnement de fonctionnement TVAC peuvent être limitées à l'éclairage monochromatique.

La fermeture des activités d'essai doit inclure la livraison du document de contrôle d'interface (ICD), du rapport d'essai, du manuel utilisateur et du rapport final pour le prototype SHOW ER2 y compris une matrice de conformité reflétant la conformité telle que déterminée aux exigences précédemment développées.

CARACTÉRISTIQUES FONCTIONNELLES ET EXIGENCES DE PERFORMANCE

Les paragraphes suivants abordent la configuration actuellement prévue du prototype SHOW sur l'aéronef ER2. Les introductions et les défis prévus associés au prototype de ballon SHOW existant, aux interfaces ER2 (mécaniques, électriques, de communication, d'environnement TVAC), aux considérations en matière de sécurité, et aux détecteurs commerciaux pertinents devant être intégrés dans l'instrument SHOW sont fournis. Les points suivants présenteront également un ensemble initial d'exigences pour le présent contrat.

Contexte : Présentation du prototype de ballon SHOW existant

L'instrument SHOW est un spectromètre spatial hétérodyne (SHS) qui effectue des mesures de la lumière du soleil éparpillée sur le disque terrestre sur une gamme spectrale étroite qui coïncide avec une bande d'eau d'absorption vibratoire. Le prototype de ballon existant contient un boîtier optique et un boîtier de téléélectronique (EBox) que l'on peut voir à la Figure 1.

Le boîtier optique contient une optique avant anamorphique pour permettre la défocalisation dans le plan horizontal du disque terrestre et une imagerie focalisée le long du plan vertical. La lumière est pliée pour traverser le SHS où elle est fendue et subit une diffraction à partir des réseaux terminaux. En quittant le SHS, la lumière est recombinaisonnée pour former un modèle d'interférence Fizeau qui passe au travers d'un filtre à bande étroite et est imagé par l'optique de sortie sur la caméra commerciale InGaAs. La transformée de Fourier de ce diagramme de franges permet la récupération de l'information spectrale requise.



Figure 1 : Prototype de ballon SHOW

Un défi majeur pour l'instrument SHOW est le besoin de stabilité et d'uniformité de température qui anime l'enceinte et le concept de contrôle thermique de l'instrument à bord du ballon. L'instrument contient 12 réchauffeurs polyimides, et à la fois une coque interne et externe en aluminium séparée par une épaisse couche d'isolant en mousse. L'enceinte, qui est ventilée et ne supporte pas de pression différentielle, est attachée à une plaque de base biseautée afin de fournir un angle d'observation approprié pour visualiser les zones d'intérêt sur le disque terrestre depuis l'altitude d'un ballon stratosphérique. Au-delà de l'exigence de remplacer la caméra commerciale InGaAs, on prévoit que le boîtier optique demeurera largement sans modification.

Pour la démonstration du ballon, la nacelle a fourni des intrants à l'EBox distant avec une alimentation 28 V (27 V – 32V) non régulée, des signaux GPS/PPS, et des connexions Ethernet. L'EBox actuelle contient des contrôleurs thermiques (3), des convertisseurs 12V et 24V CC/CC, des capteurs de température, Une pile Q6S pour la commande caméra et télémétrie, ainsi qu'un ordinateur monocarte (SBC) pour l'interfaçage avec la caméra XEVA InGaAs existante. Tous les composants commerciaux de l'EBox existant (sauf la caméra commerciale) sont au minimum qualifiés pour une plage de fonctionnement de -40 °C –à +85 °C et la chaleur est dissipée par conduction. On prévoit actuellement que des modifications de l'EBox et du câblage seront nécessaires pour une l'intégration dans ER2.

Des détails supplémentaires concernant la conception optique, mécanique, électrique et thermique du prototype de ballon SHOW existant se trouvent dans le RD-1 jusqu'au RD-7. La principale raison d'être de ce contrat est d'adapter le prototype existant aux interfaces et à l'environnement de l'ER2 ce qui sera discuté plus bas.

Interface mécanique ER2 :

Le point d'intégration prévu for le prototype SHOW ER2 est le rail équipé du cadre avant du conteneur de voilure de l'ER2 illustré dans la Section A de la Figure 2 (pris du DA-1). Toutes les dimensions apparaissant à la Figure 2 sont approximatives et nécessitent d'être confirmées par le personnel de NASA-AFRC.

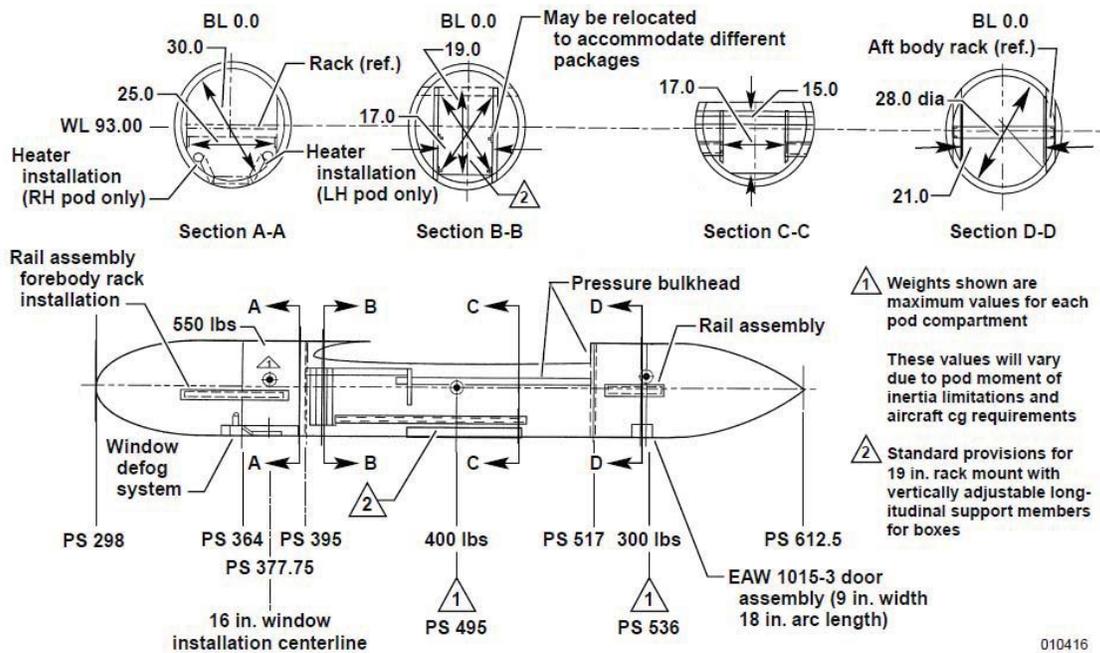


Figure 2 : Disposition générale du conteneur de voileure ER2

Légende :

| Figure 2 : ER2 Wing-Pod General Layout | Figure 2 : Disposition générale du conteneur de voileure ER2 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| May be relocated to accommodate different packages | Peut être réimplanté pour recevoir différents boîtiers |
| Rack (ref.) | Bâti (réf.) |
| Aft body rack (ref.) | Bâti du cadre arrière (réf.) |
| 28.0 dia | Dia. 28,0 |
| 16 in. window installation centerline | Axe longitudinal d'installation d'une fenêtre de 16 po |
| EAW 1015-3 door assembly (9 in. width 18 in. arc length) | Ensemble porte EAW 1015 (largeur 9 po, longueur d'arc 18 po) |
| Heater installation (LH pod only) | Installation des réchauffeurs (conteneur gauche uniquement) |
| Rail assembly forebody rack installation | Installation du bâti de cadre avant du rail |
| Pressure bulkhead | Cloison de pressurisation |
| Weights shown are maximum values for each Pod compartment | Les poids illustrés sont des valeurs maximales pour chaque compartiment de conteneur |
| These values will vary due to pod moment of inertia limitations and aircraft cg requirements | Ces valeurs varieront en raison des limites de moment d'inertie du conteneur et des exigences relatives au CG de l'aéronef |
| Rail assembly | Rail |
| Standard provisions for 19 in. rack mount with vertically adjustable longitudinal support members for boxes | Réserves standards pour une installation de bâti de 19 po avec des éléments de soutien longitudinaux ajustables verticalement pour des boîtes |
| 16 in. window centerline | Axe longitudinal d'une fenêtre de 16 po |
| EAW 1015-3 door assembly (9 in. width 18 in. arc length) | Ensemble porte EAW 1015-3 (Largeur de 9 po longueur d'arc de 18 po) |
| Window defog system | Système de désembuage de hublot |
| Section AA | Section AA |

| | |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Heater installation (RH pod only) | Installation du réchauffeur (conteneur droit uniquement) |
| Heater installation (LH pod only) | Installation du réchauffeur (conteneur gauche uniquement) |
| lbs | Lb (livres) |

Il y a plusieurs détails qualitatifs à noter dans la figure 2 en ce qui concerne la géométrie de visualisation et l'intégration de l'instrument SHOW. Plus précisément, le prototype SHOW ER2 va pointer vers l'avant de l'aéronef (compensé par l'angle d'ascension de l'aéronef en altitude) et le vecteur vitesse de l'aéronef est orienté vers la gauche du panneau inférieur. Autre point, les fenêtres d'observation indiquées la figure 2 sont conçues pour l'imagerie du nadir et l'observation des limbes atmosphériques nécessiteront des modifications au conteneur de voilure de la part du personnel de la NASA-AFRC.

Les cadres avant bons pour le vol des conteneurs de voilure sont disponibles pour l'observation des limbes; leurs hublots d'observation ont un diamètre de 8 pouces environ centrés sur l'avant de la structure. La géométrie de visualisation du prototype SHOW ER2 doit être compatible avec ces cadres avant de conteneurs de voilure de recharge. Il convient de noter que ce hublot d'observation ne comportera pas de fenêtre, et la conception et l'approvisionnement d'une fenêtre appropriée est dans le cadre du contrat actuel, car il est plus approprié pour un fournisseur de charge utile de fournir des types ou des surfaces de verre qui pourraient avoir une incidence sur la qualité de l'image et la performance de l'instrument. La conception et la qualification de l'interface fenêtre/conteneur de voilure seront réalisées avec le soutien du personnel de la NASA-AFRC et les recommandations de conception sont énumérées à la section 3A du DA-1. Il est important de noter qu'il n'y aura pas de tentative de sceller la fenêtre de l'environnement ambiant avec un joint d'étanchéité car cela simplifiera la qualification de l'interface (c.-à-d, pas de cavité sous pression). Cependant, cela aura des conséquences sur l'environnement de vide thermique de la charge utile (voir ci-dessous).

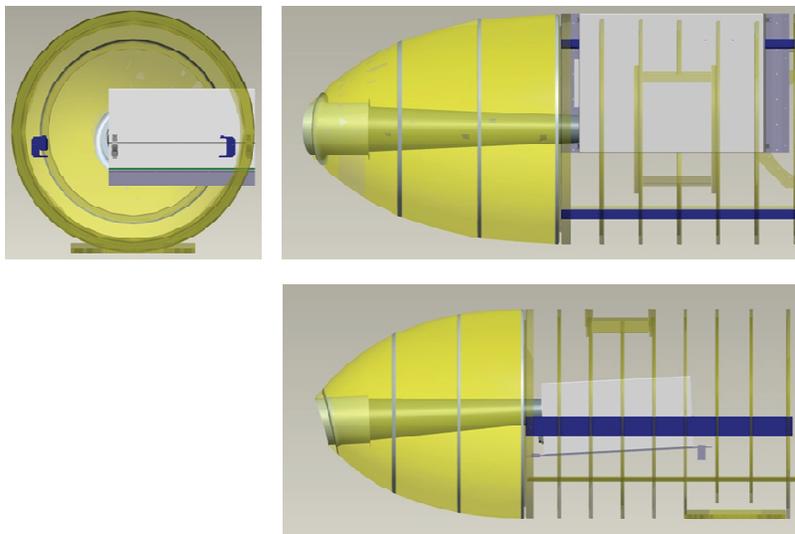


Figure 3 : Prototype de ballon SHOW intégré dans le cadre avant du conteneur de voilure ER2

Une évaluation préliminaire de la faisabilité de l'intégration du prototype SHOW dans le cadre avant du conteneur de voilure ER2 apparaît à la figure 3. Comme on le voit clairement dans le panneau en haut à gauche de la figure 3, la combinaison d'un port d'observation centré sur le conteneur de voilure et l'ouverture décentrée du prototype de ballon SHOW (voir le panneau supérieur droit de la figure 3) crée des interférences et ne permet pas actuellement l'intégration dans le conteneur de voilure. Pour le moment, on suppose que la structure secondaire entourant le prototype de ballon SHOW existante sera l'approche privilégiée pour accueillir la géométrie de visualisation où la structure secondaire est essentiellement une grande boîte structurelle étanche contenant un système à deux miroirs permettant d'orienter correctement le champ de vision SHOW et potentiellement abriter le système de calibrage de bord EBox (le cas échéant). Le système à deux miroirs serait situé en avant du prototype de ballon et au sein de cette structure secondaire, permettant l'élimination des interférences avec la structure extérieure du conteneur de voilure et le centrage approximatif du prototype VOIR ER2 sur l'installation système de rail/bâti. La structure secondaire se connecterait alors avec l'ensemble de rails du conteneur de voilure. Entre autres avantages, une structure secondaire permet un impact minimal sur le prototype existant et le potentiel de confinement du prototype de ballon existant peut simplifier les considérations de sécurité liées au vol de l'ER2. Surtout, cette enceinte secondaire sera structurelle, et à ce titre doit se conformer aux lignes directrices pour la construction de l'expérience et de l'installation apparaissant dans le DA-1 et sera soumise à toutes les considérations de sécurité associées et aux qualifications requises pour le vol de l'ER2.

Lors de la finalisation de la géométrie de visualisation du prototype SHOW ER2 par rapport au cadre de référence de l'aéronef local, il sera important de considérer que l'aéronef va grimper lentement de 18 km à 21 km alors que du combustible sera brûlé pendant toute la période d'acquisition de données du vol et cela contribuera un décalage moyen dans l'angle d'élévation. En outre, en raison des effets aéroélastiques, les ailes dévieront vers le haut d'environ 0,86 degré à l'horizontale. Ces deux effets doivent être considérés lors de l'intégration du prototype dans le conteneur de voilure afin d'optimiser les deux acquisitions de l'altitude. La géométrie de visualisation finale sera déterminée en consultation avec l'équipe de la mission SHOW ER2.

Électricité :

Le prototype SHOW ER2 doit être compatible avec le panneau d'interface pour les expériences (EIP) défini dans le DA-1 et comporter un faisceau de câbles permettant de se connecter à l'EIP. L'EIP relie l'instrument au système électrique de l'aéronef, au panneau de commande de pilote et au système de données de l'aéronef où chaque zone de charge utile contient un panneau d'interface. Bien que deux types d'alimentation soient disponibles, il est prévu que le prototype SHOW ER2 utilisera le courant continu (CC) à 28 V, où le conteneur de voilure comporte des prises capables de fournir 30 A (2 circuits de 15 A) ou 50 A (2 circuits de 25 A).

Un commutateur de poste de pilotage, appelé le panneau de commande pour les expériences (ECP) ou le panneau de commande de pilote, est actionné par le pilote et contrôle l'alimentation électrique aux instruments. L'ECP fournit des interrupteurs spécifiques à chaque instrument et contient simplement un interrupteur « ON » et un « voyant d'échec ». Le commutateur de commande actionne un relais un SPDT (unipolaire bidirectionnel). La valeur nominale des contacts du relais est de 0,5 A maximum, résistif. Les contacts sont définis par l'utilisateur et sont disponibles aux prises sur l'EIP. Le prototype SHOW doit fournir la logique du voyant d'échec et la logique de commutation de commande du poste de pilotage compatible avec l'interface EIP.

En outre, le prototype SHOW ER2 doit se conformer à toutes les lignes directrices sur la sécurité électrique et aux recommandations de conception du DA-1. Ces recommandations sont formulées dans le chapitre 6, section 8 du DA-1 et des recommandations supplémentaires sur la fabrication électrique sont indiquées à la section 5J. Cela comprend des recommandations en matière de protection de haute tension, la mise à la terre, les matériaux isolants pour les fils et les câbles, la protection de surcharge de courant, la sélection des composants et les procédures de sécurité électrique.

Tous les dessins, les schémas de circuits, les estimations des besoins en énergie, la description de la logique du voyant d'échec et de la logique de commutation de commande du poste de pilotage, et les connexions nécessaires ou souhaitées au bus de données de l'aéronef doivent être fournis à la NASA-AFRC. La NASA-AFRC examinera le matériel, demander des modifications au besoin et préparera un plan de distribution de l'alimentation pour la charge utile. La vérification finale des systèmes électriques sera faite à l'AFRC, avant l'approbation pour l'installation sur l'aéronef.

Téléométrie et commande :

Pendant la campagne de vol prévue, la station terrestre doit être capable de communiquer avec le prototype SHOW-ER2 pendant le vol. Cette communication est nécessaire pour recevoir la téléométrie sur terre (gestion interne et images à un taux de 0,0 à 0,1 Hz), ainsi que pour envoyer des commandes au prototype SHOW ER2 (p. ex., les temps d'exposition, la fréquence d'image, le gain) pour optimiser l'acquisition des données.

La communication avec la charge utile de l'aéronef ER2 est activée par les liens Iridium et Inmarsat comme indiqué par le système Airborne Science Data and Telemetry (NASDAT). Les liens Iridium fournissent des communications à faible bande passante grâce à des paquets UDP limités à environ 550 octets toutes les 10 secondes. Pour l'instrument SHOW, on s'attend à ce que cela soit insuffisant pour l'imagerie et devrait être inclus dans les systèmes de communication seulement à titre de moyen de redondance pour la téléométrie et la gestion interne, et les commandes. Une bande passante élevée est disponible en utilisant Inmarsat. En raison des frais éventuels par Mo pour les transmissions Inmarsat, le prototype SHOW ER2 doit être en mesure de régler la vitesse de l'imagerie de réception en temps réel de 0 à 0,2 Hz en continu tout en permettant la réception de la gestion interne et la téléométrie.

Veillez noter que contrairement à la discussion présentée dans le DA-1, les systèmes de soutien de la charge utile ER2 ont été mis à jour afin d'harmoniser l'infrastructure de la charge utile pour l'ensemble de la flotte de la NASA. La mise à niveau ER2 consiste de nouveaux EIP, d'un réseau Ethernet et d'un système NASDAT pour remplacer l'ancien enregistreur de navigation afin de fournir des communications réseaux et par satellite pour les expérimentateurs. Pour un aperçu des capacités NASDAT, le NASA Global Hawk Payload Network Communications Guide représente une présentation raisonnable [DR-8]. Veillez noter que certaines sections du DR-8 ne sont pas à jour et que les détails doivent être confirmés par la NASA-AFRC. Un document de contrôle des interfaces (ICD) pour le NASDAT sera fourni à l'attribution du contrat.

En outre, la téléométrie fonctionnelle du prototype de ballon SHOW existant, servant à surveiller la température de la charge utile en cours de vol, était limitée. Puisque les facteurs thermiques sont primordiaux à la réussite d'une démonstration de cette technologie et qu'ils sont nécessaires pour l'étalonnage après vol des données, le prototype SHOW-ER2 doit tout au moins fournir les températures de l'interféromètre (tant les hautes que les basses), l'enceinte intérieure, le détecteur (à la fois le capteur actif et le boîtier), l'électronique et l'enceinte secondaire (le cas échéant) à intervalles réguliers pendant le vol.

Environnement de vide thermique

L'altitude nominale de l'ER2 est d'environ 18 km à 21 km lors de l'acquisition de données en fonction des conditions atmosphériques locales. Cela correspond à une plage de pression approximative de 80 à 50 hPa. Puisque la date du vol n'est toujours pas connue et qu'il y a une grande variation saisonnière dans les gammes de températures attendues à cette altitude, la variabilité annuelle de la plage de température ambiante pour la latitude de 35° N prévue pour ce vol couvre un large éventail d'environ -90 °C à -30 °C. Cette plage détermine la limite inférieure de la température de fonctionnement du prototype SHOW ER. Comme indiqué précédemment, le cadre avant du conteneur de voilure ER2 sera

non pressurisé afin d'accueillir le hublot approprié permettant de visualiser le limbe atmosphérique. Cela implique que les réchauffeurs mentionnés dans le DA-1 ne seront pas disponibles pour un vol du prototype SHOW ER2 qui devra fonctionner dans l'environnement ambiant. Il convient de noter que l'ER2 fournit beaucoup plus de puissance que ce qui était disponible pour la démonstration du ballon, et que si une structure secondaire est utilisée pour accueillir l'instrument dans le conteneur de voilure ER2, des réchauffeurs et de l'isolation supplémentaires sur cette structure seraient une approche privilégiée. En outre, le prototype devra fonctionner au sol, et la limite supérieure correspondant à la température de fonctionnement sera de 30 °C.

Au-delà des taux de montée et de descente types abordés dans DA-1 et la nécessité de survivre le taux implicite de variation de la pression et de la température, il faut tenir compte des défis environnementaux supplémentaires concernant les préparations avant le vol de l'aéronef. Comme indiqué dans DA-1, aucune puissance électrique ne sera disponible avant le vol et lors du ravitaillement pour des raisons de sécurité, et les charges utiles demeureront hors tension pendant environ 1 à 2 heures. L'alimentation externe sera connectée environ 1 heure avant le lancement. Au cours de la période hors tension, l'air d'échappement du moteur, utilisé pour la climatisation, est limité et il est prévu qu'une certaine accumulation de chaleur se produise dans les compartiments de charge utile. Cela sera probablement un facteur déterminant de la limite supérieure de température de la survie de l'instrument. En outre, la conception de la régulation thermique de l'instrument SHOW ER2 et le concept d'opération associé doit tenir compte de ce défi potentiel pour atteindre l'uniformité thermique nécessaire et la stabilité de l'instrument pendant le vol.

Détecteur :

Ce contrat doit intégrer une caméra commerciale Raptor Photonics OWL SW1.7 CL-320 InGaAs dans l'instrument SHOW. L'ASC a déjà fait l'acquisition de cette caméra et de plusieurs composants auxiliaires et ceux-ci seront fournis à titre de matériel fourni par le gouvernement après l'attribution du contrat (voir le tableau 1). Comme mentionné précédemment, l'intégration de cette caméra commerciale doit comprendre toutes les courroies thermiques nécessaires pour évacuer l'excès de chaleur et les essais environnementaux doivent vérifier l'opérabilité et la survie dans l'environnement de vide thermique spécifié de l'instrument.

Semblable à la caméra XEVA actuellement intégrée dans le prototype de ballon SHOW, la caméra OWL est refroidie à l'aide d'un TEC (refroidisseur électrique thermique) de 320x256 pixels à 30 microns. Dans le cas de la caméra OWL, celle-ci est réputée être appropriée pour une opération aéroportée, la chaleur du TEC est éliminée par le contact thermique du boîtier à un dissipateur de chaleur.

La sortie numérique est un CameraLink de 14 bits (configuration de base) et une carte PCI XI standard est utilisée dans l'environnement de laboratoire à titre de capteur d'images pour faire fonctionner le logiciel d'acquisition d'image XCAP-LITE et le programme de traitement d'image XCAP-LTD. Il y a une bibliothèque logicielle permettant une programmation personnalisée en C pour utiliser la caméra. La bibliothèque de logiciel prend en charge Linux et Windows.

L'ordinateur monocarte (SBC) existant du SHOW EBox est un MIO-2261 d'Advantech. Ce SBC est extensible à l'aide d'un connecteur mini-PCIe. Un capteur d'images mini-PCIe, telle que celui prévu par EPIX, est compatible avec les logiciels XCAP-LITE et on s'attend à ce qu'il soit relativement simple d'utiliser la caméra OWL avec le SBC existant, bien que l'incorporation d'un capteur d'images mini-PCIe soit requise.

Tableau 1 : MFG potentiel pour l'intégration de la caméra OWL SW1.7 CL-320

| Equipment Description | Manufacturer | Model Number | Serial Number |
|------------------------------------------------|--------------|------------------|----------------|
| OWL SWIR Digital Camera/320x256/TEC/0.9-1.7 um | Raptor | OWL SW1.7 CL-320 | 10054 |
| OWL power supply cable | Stontraonics | RPL-OW-D-CBL | 1012HB |
| EPIX EB Frame Grabber, PCI Ex, PCI, base | Epix | EPIX EB1 | PIXCIEB1 2753 |
| Image acquisition software | Epix | XCAP-LITE | 250.12 |
| XCAP-STD Imaging Applciation Program | Epix | XCAP-LTD | LHWV/4C6F/NIWC |
| Camera Link cable (2 m) | Epix | RPL-CL-CBL-2M | E101344 |

Légende :

| Equipment Description | Description de l'équipement |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------|
| OWL SWIR Digital Camera/320x256/TEC/0.9-1.7 | Caméra numérique OWL SWIR/320x256/TEC/0,9-1,7 |
| OWL power supply cable | Câble d'alimentation OWL |
| EPIX EB Frame Grabber, PCI Ex, PCI, base | Saisisseur d'images EPIX EB, PCI Ex, PCI, base |
| Image acquisition software | Logiciel d'acquisition d'images |
| XCAP-STD Imaging Application Program | Programme d'application d'imagerie XCAP-STD |
| Camera Link cable (2 m) | Câble de liaison de la caméra (2 m) |

À noter également: l'accès en lecture des cameras InGaAs commercialement disponibles est sujet à certaines non-uniformités résiduelles (colonnes). Par exemple, voir la Figure 4, où la structure vertical de la camera numérique OWL est clairement visible et les valeurs des pixels sombres le long d'une colonne donnée sont corrélées. Ceci est typiquement dû à la matrice d'éléments MOSFET multiplexés dans le détecteur ROIC, où un décalage en CC et sa variation sur une colonne donnée (MOSFET) sont communs à tous les pixels d'une colonne. En raison de la nature même des interférogrammes dans un instrument SHS, le patron de bruit fixe résiduel des correctives de non-uniformités diminue significativement la qualité spectral résultante et il est présentement prévu que cet effet peut être évité en effectuant une simple rotation de la caméra de 90 degrés, pour autant qu'on accepte l'impact résultant sur la résolution spectrale que représente une dimension réduite dans l'axe de l'azimut.

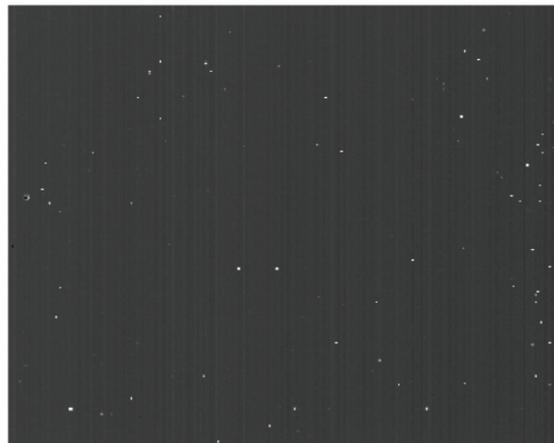


Figure 4: Image sombre, exposition de 20 msec d'une caméra commerciale OWL

Sécurité :

Si possible, la conception et la construction du prototype SHOW ER2 doivent se conformer aux lignes directrices pour la construction de l'expérience et l'installation apparaissant dans DA-1 afin d'assurer la conformité aux normes de navigabilité et de sécurité aérienne. Il est stipulé à plusieurs reprises dans DA-1 que les interfaces instrument-aéronef seront conçues par Lockheed Engineering, et il est actuellement prévu que ce ne sera pas le cas. Cependant, toutes les interfaces instrument-aéronef, y compris les interfaces de montage de la structure et électriques, doivent être conçues en consultation avec le personnel de la NASA-AFRC. La consultation avec la NASA-AFRC doit inclure tout au moins la participation de la NASA-AFRC dans tous les examens d'étape tels que les spécifications, la conception préliminaire, la conception détaillée et les essais pour l'examen de l'état de préparation du contrat. En général, la communication ouverte et en temps opportun de l'information facilitera le processus, et des réunions d'échange technique régulières doivent également avoir lieu si nécessaire.

En outre, le soumissionnaire doit assurer l'identification des dangers, où tous les équipements potentiellement dangereux (p. ex., appareils de chauffage, distribution d'alimentation, récipients sous pression, etc.) doivent être examinés et approuvés par le personnel de sécurité de l'AFRC approprié. Cela vaut pour le transport, l'utilisation opérationnelle et l'élimination de toutes les matières dangereuses, y compris le fonctionnement de l'équipement dangereux dans l'EIF (installation d'intégration des expériences), ou sur l'aéronef, tant en vol qu'au sol. Le Soumissionnaire doit s'assurer que toutes les qualifications du prototype SHOW ER2 et le prototype SHOW ER2 doit se conformer à toutes les exigences de sécurité pour l'aéronef ER2 prévues par l'AFRC (Armstrong Flight Research Center).

CRITÈRES OBLIGATOIRES :

Les critères obligatoires pour le prototype SHOW ER2 sont énumérés ci-dessous. Ces critères obligatoires doivent être confirmés après l'activité de définition des critères obligatoires.

Critères obligatoires d'interface

OBLIGATOIRE INT-001 Intégration/volume du conteneur de voilure :

L'interface mécanique et les dimensions du prototype SHOW ER2 doivent être compatibles avec l'ensemble de rail du cadre avant du conteneur de voilure ER2

Remarque : Ce critère obligatoire consiste à veiller à ce que le champ de vision de l'instrument SHOW ne soit pas obstrué par le diamètre de 200 mm du hublot d'observation du conteneur de voilure. En outre, cela comprend l'installation d'une fenêtre, que l'on prévoit être séparée du boîtier optique, permettant l'interface avec le hublot d'observation du cadre avant du conteneur de voilure. Il est prévu que cette fenêtre ne scellera pas le cadre avant afin de simplifier la qualification.

OBLIGATOIRE INT-002 Masse :

La masse du prototype VOIR ER2 doit être inférieure à 200 kg.

OBLIGATOIRE INT-003 Panneau d'interface pour les expériences :

Le système électronique du prototype SHOW ER2 doit être compatible avec le panneau d'interface pour les expériences (EIP) de l'ER2 défini dans DA-1.

Remarque : Cela comprend la fourniture d'un faisceau de câbles à l'interface avec l'EIP

OBLIGATOIRE INT-004 Marche/Arrêt :

Le prototype SHOW ER2 doit fournir la logique du voyant d'échec et de la logique de commutation par le panneau d'interface pour les expériences (EIP).

OBLIGATOIRE INT-005 Tension d'entrée :

Le Prototype SHOW ER doit être compatible avec une entrée de 28 V CC.

OBLIGATOIRE INT-006 Puissance de crête :

La consommation de puissance de crête du prototype SHOW ER2 doit être inférieure à 840 W et devrait être inférieure à 420 W.

OBLIGATOIRE INT-007 Communication :

Le système de communication du prototype SHOW ER2 doit être compatible avec le NASDAT.

Critères obligatoires fonctionnels

OBLIGATOIRE FNC-001 Angle d'élévation :

La géométrie de visualisation du prototype SHOW ER2, lorsqu'il est monté sur le cadre avant du conteneur de voilure ER2 doit pouvoir mesurer une plage d'altitude tangente de 8 km à 20 km d'une altitude nominale de 20 km.

Remarque : Ceci a une incidence sur l'angle d'élévation de l'axe de visée par rapport au cadre de référence de l'aéronef

OBJECTIF FNC-002 Étalonnage à bord :

Le prototype SHOW ER2 devrait contenir une source d'étalonnage à bord afin de surveiller les performances de l'instrument en vol

Remarque : cet objectif est basé sur les recommandations des activités de conception préliminaire

OBLIGATOIRE FNC-003 Commande :

Le système de communication du prototype SHOW ER2 doit permettre la commande à distance du redémarrage de la caméra, du gain, de la température du capteur et du temps d'intégration en cours de vol.

OBLIGATOIRE FNC-004 Fréquence d'image :

La fréquence d'image de la caméra doit être comprise entre 2 Hz et 10 Hz

OBLIGATOIRE FNC-005 Stockage de données :

Le prototype SHOW ER2 doit avoir un stockage à bord suffisant pour enregistrer 10 heures d'images plein cadre continues à 2 Hz.

OBLIGATOIRE FNC-006 Télémétrie :

Le système de communication du prototype SHOW ER2 doit fournir a gestion interne et la télémétrie à la terre comprenant tout au moins la caméra et les états Marche/Arrêt du contrôle thermique, ainsi que les températures de l'interféromètre, de l'enceinte intérieure, du boîtier de détection, du capteur et de l'électronique.

OBLIGATOIRE FNC-007 Transmission des images – Débit de données :

Le système de communication du prototype SHOW ER2 doit permettre des débits de données variables pour la réception des images au sol de 0 à 0,2 Hz sur la liaison Inmarsat.

OBJECTIF FNC-008 Télécommande et télémétrie redondantes :

Le prototype SHOW ER2 devrait permettre la télécommande et la télémétrie redondantes par les liaisons Iridium et Inmarsat de NASDAT.

OBLIGATOIRE FNC-009 En-tête de données :

Les fichiers image du prototype SHOW ER2 doivent contenir tout au moins les informations d'étiquette temporelle et des temps d'intégration de la caméra.

Critères obligatoires de performance :

OBLIGATOIRE PRF-001 Résolution spectrale :

La résolution spectrale doit être meilleure que 0,05 nm.

OBLIGATOIRE PRF-002 Gamme spectrale :

La gamme spectrale doit être limitée par un filtre d'interférence de 1363 nm à 1366 nm

OBLIGATOIRE PRF-003 Champ de vision (FOV) vertical :

Le champ de vision vertical doit être d'environ +/- 2 degrés

OBLIGATOIRE PRF-004 Champ de vision vertical :

Le champ de vision instantané (iFOV) vertical doit être inférieur à 0,08 degré

OBLIGATOIRE PRF-005 Champ de vision (FOV) horizontal :

Le champ de vision horizontal doit être d'environ +/- 2,5 degrés

OBLIGATOIRE PRF-006 Stabilité de la température :

La température moyenne du SHS doit être comprise entre 15 °C et 25 °C avec une stabilité de +/- 2 °C.

OBLIGATOIRE PRF-007 Contrôle de la température :

Le contrôle de la température du SHS doit être de 0,25 °C crête à crête sur 1 seconde

OBJECTIF PRF-008 Éclairage :

L'éclairage ne doit pas causer d'anomalies évidentes dans l'image (fantômes, grappes, lumière parasite)

OBLIGATOIRE PRF-009 Uniformité de l'éclairage :

L'uniformité de l'éclairage azimutale doit être meilleure que 90 %

Critères obligatoires environnementaux

OBLIGATOIRE ENV-001 Température de survie :

La plage de température de survie du prototype SHOW ER2 doit être de -100 °C à +40 °C

Remarque : les températures de survie par temps froid sont prévues pour des pressions de 30 à 100 hPa. Les températures de survie par temps chaud sont prévues pour des pressions de 1000 hPa.

OBLIGATOIRE ENV-002 Température de fonctionnement :

La plage de température de fonctionnement du prototype SHOW ER2 doit être de -90 °C à +30 °C

Remarque : les températures de fonctionnement par temps froid sont prévues pour des pressions de 30 à 100 hPa. Les températures de survie par temps chaud sont prévues pour des pressions de 1000 hPa.

OBLIGATOIRE ENV-003 Pression :

Le prototype SHOW ER2 doit fonctionner dans une pression ambiante de 30 hPa à 1000 hPa.

OBLIGATOIRE ENV-004 Montée-Descente :

Le prototype SHOW ER2 doit survivre aux taux de montée et de descente de l'aéronef ER2.

OBLIGATOIRE ENV-005 Sans alimentation :

Le prototype SHOW ER2 doit pouvoir être utilisé après 2 heures sans alimentation au sol.

Remarque : la température pendant la période sans alimentation est présumée être 30 °C. Cette hypothèse est à des fins d'appel d'offres. La température de conception réelle dépendra des scénarios réels de vol (p. ex., le temps de l'année ou du jour) et est à confirmer.

Critères obligatoires de sécurité

OBLIGATOIRE SAF-001 Risques :

Tous les risques associés avec le prototype SHOW ER2 doivent être identifiés.

OBLIGATOIRE SAF-002 Sécurité :

Le prototype SHOW ER2 (y compris les éléments structurels, les fixations et les systèmes électriques) doit se conformer aux lignes directrices pour la construction de l'instrument et la sécurité électrique apparaissant dans DA-1

VÉRIFICATION

Le tableau 2 présente les méthodes de vérification qui doivent servir à vérifier les critères obligatoires de cet EDT. Tous les critères obligatoires doivent être vérifiés par une ou plusieurs des méthodes de vérification suivantes :

1. l'analyse (incluant la simulation);
2. la revue de conception;
3. la démonstration;
4. l'inspection;
5. les tests.

Ces méthodes sont décrites dans les sous-sections suivantes.

Analyse

La vérification par l'analyse est effectuée pour les exigences de rendement quantitatives (paramètres avec des valeurs numériques) qui ne peuvent pas être vérifiées (ou n'ont pas besoin de l'être) à l'aide de toute forme de mesure directe. L'analyse doit être basée sur des données de tests autant que possible, tel que : extrapoler le rendement à l'état définitif mesuré jusqu'au rendement de fin de vie; combiner les données des tests à partir d'une série de mesures de niveau plus bas afin de déterminer le rendement de l'ensemble intégré. L'analyse peut être utilisée en conjonction avec le test ou par lui-même à titre de méthode de vérification d'un paramètre donné.

Les méthodes d'analyse appropriées (modélisation mathématique, analyse de similitude, simulation, etc.) doivent être sélectionnées sur la base de la réussite technique et de la rentabilité conformément aux stratégies de vérification applicables. L'analyse de similarité avec un produit identique ou similaire doit fournir la preuve que les caractéristiques et le rendement de la nouvelle application sont dans les limites de la conception homologuée par précurseur et doit définir toute différence pouvant dicter les étapes de vérification complémentaires.

Revue de conception

La revue de conception doit être utilisée lorsque l'examen des concepts du design et, en général, des enregistrements de documentation de niveau plus bas sont en cause, c'est-à-dire : lorsque la conformité de la conception aux exigences ressort simplement de la révision de la conception de niveau plus bas elle-même. Par exemple, si une broche parallèle redondante est requise dans un connecteur, cela peut être entièrement contrôlé par une revue de conception du connecteur. Cette activité est normalement effectuée lors de l'examen des documents de conception ou des dessins.

Démonstration

Une exigence qui est de nature opérationnelle ou fonctionnelle et n'est pas quantifiée par un paramètre mesurable précis peut être vérifiée par une démonstration. Cette forme de vérification est utilisée pour les types d'exigences Oui/Non qui peuvent être vérifiées à l'aide d'une forme de mesure quelconque; cela permet de montrer que l'équipement exécute la fonction souhaitée ou de vérifier les caractéristiques telles que les fonctionnalités des facteurs humains, les fonctionnalités d'ingénierie, les services, les fonctionnalités d'accès, la transportabilité, etc.

Inspection

La vérification par l'inspection se fait uniquement lorsque les tests sont insuffisants ou inappropriés. Cette méthode de vérification est utilisée pour les exigences qui sont normalement effectuées par une forme quelconque de contrôle visuel. Cela comprend l'examen des fonctionnalités de construction, de fabrication, d'étiquetage, des exigences de l'enveloppe, l'examen des certificats, le respect des documents et des dessins, les états physiques, etc.

Tests

Une exigence peut être vérifiée par un test seul si la forme de la spécification est telle que l'exigence peut être mesurée directement et on ne s'attend pas à ce que le rendement change au cours de la durée de la vie de la mission. Si le rendement de ce paramètre est susceptible de se dégrader au cours de la mission, en raison du vieillissement, du rayonnement, etc., alors un test peut seulement être utilisé en tant que méthode de vérification en combinaison avec l'une des autres méthodes définies ci-dessus.

Tableau 2 : Méthodes de vérification

| Critère obligatoire | Nom | Méthode* |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------|
| INT-001 | Intégration/volume du conteneur de voilure | RoD, A |
| INT-002 | Masse | T |
| INT-003 | Panneau d'interface pour les expériences | RoD |
| INT-004 | MArche/Arrêt | RoD |
| INT-005 | Tension d'entrée | T |
| INT-006 | Puissance de crête | T |
| INT-007 | Communication | RoD |
| FNC-001 | Angle d'élévation | RoD |
| FNC-002 | Étalonnage à bord | D |
| FNC-003 | Commande | D |
| FNC-004 | Fréquence d'image | D |
| FNC-005 | Stockage de données | D |
| FNC-006 | Téléométrie | T, D |
| FNC-007 | Transmission des images – Débit de données | T, D |
| FNC-008 | Télécommande et télémessure redondantes | T, D |
| FNC-009 | En-tête de données | D |
| PRF-001 | Résolution spectrale | T |
| PRF-002 | Gamme spectrale | T |
| PRF-003 | Champ de vision (FOV) vertical | T |
| PRF-004 | Champ de vision instantané (iFOV) vertical | T |
| PRF-005 | Champ de vision (FOV) horizontal | T |
| PRF-006 | Stabilité de la température | T |
| PRF-007 | Contrôle de la température | T |
| PRF-008 | Éclairage | T |
| PRF-009 | Uniformité de l'éclairage | T |
| ENV-001 | Température de survie | T |
| ENV-002 | Température de fonctionnement | T |
| ENV-003 | Pression | T |
| ENV-004 | Montée-Descente | A |
| ENV-005 | Sans alimentation | A |
| SAF-001 | Risques | A |
| SAF-002 | Sécurité | RoD |
| * I : Inspection, T : Test, A : Analyse, D : Démonstration, RoD : Revue de conception | | |

CALENDRIER DE NMT

Le NMT visé pour ce développement de technologie est le NMT 6 dans la période contractuelle.

MISSIONS CIBLÉES

Microsatellite futur

LIVRABLES SPÉCIFIQUES

La liste des livrables des activités figure au tableau 3. Ils complètent la Section A.7 Livrables et réunions contractuels de l'annexe A.

Tableau 3 : Livrables

| ID | Date d'échéance (suggérée) | Livrable | Type |
|----|----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| D1 | M2 | Document d'exigences | Document/rapport technique |
| D2 | M3 | Document de conception préliminaire | Document/rapport technique |
| D3 | M4 | Document de conception détaillé | Document/rapport technique |
| D4 | M5 | Plan d'alignement et de vérification | Document/rapport technique |
| D5 | M6 | Rapport de test | Document/rapport technique |
| D6 | M6 | Document de contrôle d'interface | Document/rapport technique |
| D7 | M2, M3, M4, M5, M6 | Modèles et analyses | Données techniques et analyses |

CALENDRIER ET JALONS

La durée prévue pour ce développement de technologie est de 12 mois. Un calendrier est proposé dans le tableau 4. Veuillez noter qu'une réunion d'autorisation de travail doit avoir lieu à la phase Revue de conception détaillée. Puisque le calendrier n'est toujours pas fixé pour l'occasion de vol, un calendrier de remplacement peut être proposé, mais une durée nominale maximale de 12 mois doit être respectée.

De plus, il est requis que soit la rencontre M2 (SRR) ou M3 (PDR) soit tenue aux quartiers généraux de la NASA AFRC à Palm Dale, Californie. Ceci est requis de façon à ce que l'entrepreneur puisse rencontrer le personnel du AFRC. Les arrangements de voyage pour l'entrepreneur seront limités à 2-4 participants avec une participation des autres membres par téléconférence au besoin.

Tableau 4 – Calendrier et jalons

| Jalons | Description | Achèvement (suggéré) |
|------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------|
| M1 - RIP | Réunion inaugurale du projet | Attribution du contrat + 2 semaines |
| RET – au besoin | Réunions d'échanges techniques | S.O. |
| M2 - EES | Examen des exigences relatives au système (EES) | Attribution du contrat + 2 mois |
| M3-RDP | Revue de définition préliminaire (RDP) | Attribution du contrat + 4 mois |
| M4- DDR (WAM) | Revue de conception détaillée (DDR)-(WAM) | Attribution du contrat + 6 mois |
| M5- EPT | Examen de l'état de préparation des tests (EPT) | Attribution du contrat + 8 mois |
| M6- Examen final | Réunion d'examen final | Attribution du contrat + 12 mois |

Technologie prioritaire 5

Outil polyvalent à percussion et rotatif (PROMPT)

Outil polyvalent à percussion et rotatif (PROMPT)

LISTE DES ACRONYMES

| | |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------|
| API | Interface de programmation d'applications |
| ASC | Agence spatiale canadienne |
| CRT | Carte routière technologique |
| CTE | Éléments de technologies critiques |
| CC | Courant continu |
| CDE | Clé à douilles électrique |
| DA | Document applicable |
| DED | Description des données |
| DGOT | Système de gestion d'outil à trépan |
| DoF | Degré de liberté |
| DR | Document de référence |
| DRM | Mission nominale de référence |
| EDT | Énoncé des travaux |
| ÉÉPTR | Évaluation de l'état de préparation de la technologie et des risques connexes |
| MES | Mobilité d'exploration de surface |
| FNC | Fonctionnel |
| FTP | Protocole de transfert de fichier |
| GER | Feuille de route d'exploration globale |
| MSL | Mars Science Laboratory |
| NASA | National Aeronautics and Space Administration |
| NMT | Niveau de préparation de la technologie |
| PBM | Petit bras manipulateur |
| PROMPT | Outil polyvalent à percussion et rotatif |
| SE | Exploration spatiale |
| URO | Unité remplaçable sur orbite |
| V | Volt |

DOCUMENTS APPLICABLES

Cette section indique les documents dont le soumissionnaire a besoin pour élaborer la proposition.

Il est possible de se procurer les documents utiles indiqués ci-dessous par l'intermédiaire des sites FTP suivants :

- SE-DA-1, SE-DA-2, SE-DA-3 et SE-DA-4 peuvent être obtenus sur <ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRRA/>;
- SE-DA-5 peut être obtenu sur <ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRM/>.

| DA N° | N° du document | Titre du document | N° de rév. | Date |
|---------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------|
| SE-DA-1 | CSA-ST-GDL-0001 | Lignes directrices sur l'évaluation de la maturité technologique et des risques | B | 14 fév. 2014 |
| SE-DA-2 | CSA-ST-FORM-0001 | Fiche d'évaluation de la maturité et du risque technologique (TRRA) | E | 29 juil. 2013 |
| SE-DA-3 | CSA-ST-RPT-0002 | Consolidation des données TRRA – TRRA Data Rollup Tool | H | 24 février 2015 |
| SE-DA-4 | CSA-ST-FORM-0003 | Feuille de travail des critères d'identification des éléments technologiques critiques (CTE) | A | 11 mars 2014 |
| SE-DA-5 | CSA-ST-RPT-0003 | Étude de concept ExCore du cadre de la feuille de route CSA-ST-RPT-003 Rév A.xlsx | A | Sept 2012 |

DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

Cette section indique les documents qui fournissent des renseignements supplémentaires au soumissionnaire, mais qui ne sont pas nécessaires pour élaborer la proposition. Notez que ces documents ne sont disponibles qu'en anglais.

| N° du DR | N° du document | Titre du document | N° de rév. | Date |
|------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------|
| SE-DR-1 | PMBOK Guide | A Guide to the Project Management Body of Knowledge | 4 ^e Édition | 2008 |
| SE-DR-2 | ESTEC, TEC-SHS/5574/MG/ap | Technology Readiness Levels Handbook for Space Applications ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRRA/ | | Mars 2009 |
| SE-DR-3 | CSA-SE-STD-0001 | CSA Systems Engineering Technical Reviews Standard ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRRA/ | Rév. A | 7 nov. 2008 |
| SE-DR-4 | CSA-SE-PR-0001 | CSA Systems Engineering Methods and Practices ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRRA/ | Rév. B | 10 mars 2010 |
| SE-S1-DR-1 | CSA-ESM-IRD-0001 | ESM Interface Requirement Document (IRD) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/SE-STD/ | Rév. C | Septembre 2010 |

DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

Des études antérieures et des activités internationales en cours portant sur la science et la technologie planétaires ont révélé un certain nombre de besoins et de points communs pour les outils rotatifs et de percussion automatisés requis pour des missions planétaires et lunaires. De l'abrasion, l'extraction et le transfert d'échantillons de roche consolidée et non consolidée à la pose et la dépose de boulons et aux mécanismes de contrôle pour les unités remplaçables sur orbite (URO) futurs, ce type d'outil et ses

nombreuses variantes nécessitent une fixation directe soit à une structure statique ou, dans la majorité des cas, à un manipulateur.

De tels outils utilisés dans le contexte de missions d'exploration planétaire peuvent être volumineux, complexes et faire partie d'une suite beaucoup plus compliquée d'outils et d'effecteurs manuels. La suite du bras effecteur du robot martien a permis de mettre sur pied un patrimoine international important comme le Mars Science Laboratory (MSL). Au cours des cinq dernières années, l'Agence spatiale canadienne (ASC) a investi dans l'étude et le prototypage de sondes planétaires, de mini-carottiers, d'une clé à douilles électrique, de manipulateurs et dans une approche pour l'interface standard future pour ces outils.

Ces efforts ont abouti à la mise au point, aux essais et l'utilisation opérationnelle de prototypes terrestres dans le cadre de déploiements analogiques, représentant à une première étape vers le matériel qualifié pour les missions planétaires. En tant que tel, un mini-carottier installé à l'extrémité d'un petit bras manipulateur (PBM) a été produit, utilisé et testé dans des conditions analogues (figure 1). Le prototype de mini-carottier résultant peut accomplir sa tâche de capturer des échantillons de roche consolidée ou non consolidée et offre également une fonction limitée permettant de livrer ces échantillons au système de stockage. Une activité parallèle a été lancée, mais n'a pas été terminée, visant à développer un outil de clé à douilles électrique pour manipulateur destiné à permettre d'effectuer les tâches d'entretien de base telles que changer les outils, engager les têtes de douilles, et poser et déposer les boulons.



Figure 1 : Mini-carottier à l'extrémité d'un petit manipulateur sur le prototype du robot d'exploration martien

Initialement, la philosophie sous-jacente au mini-carottier était de minimiser le couplage fonctionnel entre l'outil et le manipulateur au prix d'une application mini-carottier/manipulateur plus complexe. Ce prototype initial de mini-carottier a donné comme résultat un outil relativement gros à l'extrémité d'un manipulateur assez court, limitant l'espace de débattement et la souplesse opérationnelle. Un autre problème rencontré était qu'un mécanisme de changement de couronne de sondage distinct plutôt gros est fixé au châssis du robot d'exploration (non représenté à la figure 1) nécessitant un volume important à l'avant du robot d'exploration et dont la capacité à changer les trépan et les couronnes est limitée.

En plus des défis que représente le mini-carottier, les missions futures nécessiteront un outil polyvalent qui peut accomplir d'autres tâches en plus du carottage et du forage. Ses actions de percussion et rotatives seront nécessaires pour gérer des opérations spécifiques comme le burinage, le vissage et le dévissage des boulons, etc. Obtenir un outil rotatif et de percussion polyvalent de faible masse avec un ensemble de trépan échangeables représente la portée du présent énoncé des travaux (EDT).

PORTÉE DES TRAVAUX

La portée des travaux définis aux présentes complète la section A.6 Description des tâches génériques à l'annexe A.

Dans l'esprit des activités précédentes et de la technologie de pointe, l'objectif de ce contrat consiste à livrer et à tester un prototype d'outil polyvalent à percussion et rotatif (PROMPT), y compris l'ensemble approprié de trépan, ainsi qu'un mécanisme de manipulation et de changement de trépan fonctionnant dans un environnement analogique lunaire et martien en conformité avec les exigences et les références indiquées dans cet énoncé des travaux, y compris :

1. le développement du prototype PROMPT, un outil utilisé principalement pour le forage dans la matière consolidée et non consolidée pour extraire une carotte; cet outil doit également permettre de visser et dévisser les boulons et de faire fonctionner des mécanismes d'interfaçage rotatifs dans des environnements lunaires et martiens; le système doit inclure un système de gestion d'outil à trépan polyvalent;
2. un bref examen des travaux antérieurs et actuels doit être effectué afin d'établir la base pour la conception et le patrimoine proposés;
3. des études commerciales portant sur différentes options de conception doivent être effectuées à la lumière des objectifs énoncés ci-dessus et les exigences couvertes aux présentes pour obtenir une conception appropriée étayée par l'examen des conceptions précédentes, l'analyse, la démonstration et les tests.
4. La conception proposée résultante sera étayée par une analyse complète, la modélisation et la validation de montage expérimental dans un environnement de laboratoire avant d'être approuvée pour la fabrication;
5. la mise en œuvre de la conception en un prototype PROMPT fonctionnel, avec les trépan appropriés et son système de gestion d'outil à trépan (SGOT) spécifié dans le présent EDT;
6. les tests et la démonstration du prototype dans un environnement analogique terrestre;
7. une carte routière de niveau de maturité technologique (NMT) pour des vols dans tous les aspects de cette conception.

En guise de suivi des points ci-dessus, l'Entrepreneur doit effectuer une évaluation de l'état de préparation de la technologie et des risques connexes (ÉÉPTR) des technologies clés qu'il prévoit utiliser dans le système proposé en conformité avec les exigences des directives pour l'évaluation de l'état de préparation de la technologie et des risques connexes (SE-DA-1) de l'ASC, en utilisant les feuilles de travail fournies par l'ASC, les éléments de technologies critiques (ETC), la feuille de travail d'évaluation de l'état de préparation et des risques (SE-DA-2) pour chaque ETC et le cumul en utilisant l'outil de cumul de l'état de préparation technologique et d'évaluation des risques (SE-DA-3), et doit décrire les

caractéristiques de performance de la technologie par rapport aux besoins de la mission visée pour l'environnement cible donné.

L'Entrepreneur doit fournir un plan de développement de technologie, appelé aussi carte routière technologique (CRT), y compris les développements requis en matière de technologie pour répondre aux besoins cibles de la mission, ainsi qu'un plan et un délai pour atteindre les NMT 6 et 8. La carte routière technologique doit être fournie dans le format de la feuille de travail de carte routière technologique (SE-DA-5).

CARACTÉRISTIQUES FONCTIONNELLES ET EXIGENCES DE PERFORMANCE

La figure 2 illustre le contexte et le concept global pour le PROMPT. L'outil doit d'abord être installé à l'extrémité d'un bras manipulateur et être opérationnel dans toutes les directions (verticale, horizontale ou tout angle arbitraire). Le système de gestion d'outil à trépan (SGOT) peut soit être intégré au PROMPT lui-même à l'extrémité du manipulateur dans une unité autonome ou installé sur le rover.

Dans ce second cas, le bras manipulateur est utilisé pour guider l'unité montée du bras PROMPT vers le SGOT où le trépan désiré est ramassé. Dans les deux cas, en particulier lorsque le SGOT est installé sur le rover, la conformité passive appropriée dans l'interface d'accouplement trépan/mandrin doit être présente afin de faciliter le centrage de l'outil et les comportements de saisie/relâchement. Le PROMPT est ensuite positionné sur la surface cible à traiter. Les principaux degrés de liberté (DDL) du PROMPT sont la rotation et la percussion du trépan. Dans ce contexte, le déplacement et la translation linéaire de l'ensemble sont gérés par le bras robotisé. Cependant, la nature modulaire du PROMPT devrait permettre son installation sur un étage linéaire conçu séparément pour des fins de test ou de concepts d'exploitation de remplacement futurs.

Une fois que le PROMPT a acquis un échantillon, le manipulateur peut soit le positionner sur d'autres instruments de bord pour l'analyse in situ, ou le ramener au SGOT pour encapsulation. Pour des raisons de compatibilité avec les normes et le matériel existants, l'outil sera en correspondance avec le manipulateur à l'aide des interfaces de mobilité d'exploration de surface (MES) standard définies dans SE-S1-DR-1.

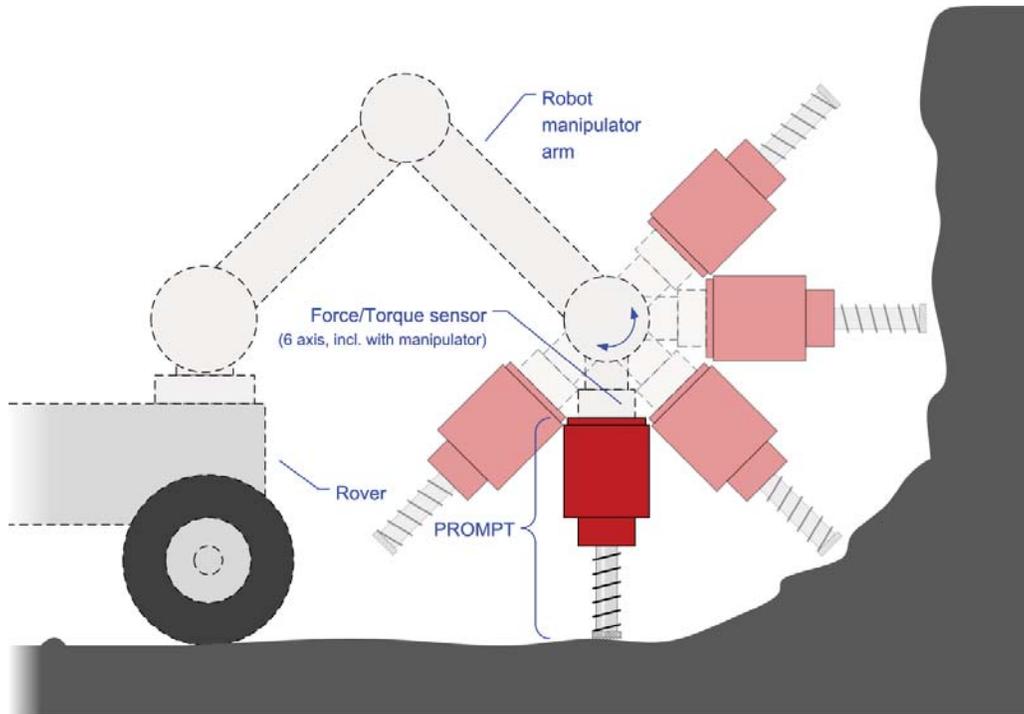


Figure 2 : Concept de l'application PROMPT, mis en place de façon à fonctionner à n'importe quel angle, de la verticale à l'horizontale

Légende :

| | |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Robot manipulator arm | Bras de manipulation de robot |
| Force/Torque sensor (6 axis, incl. with manipulator) | Capteur de force/couple (6 axes, y compris avec manipulateur) |
| Rover | Rover |
| Prompt | PROMPT |

Les paragraphes suivants abordent une configuration générique prévue devant être utilisée comme un guide pour ce contrat, ainsi que les considérations fondamentales et les exigences spécifiques.

CONSIDÉRATIONS IMPORTANTES

Il est important de prendre les éléments suivants en considération pendant le présent contrat :

- analyse d'arbitrage, recommandations et mise en œuvre proposés pour une unité autonome, y compris un mécanisme de changement de trépan compact intégré à l'extrémité du bras ou d'un mécanisme de changement séparé situé sur une plaque du rover;
- simplicité : la mise en œuvre du PROMPT et de son SGOT doit réduire au maximum le nombre d'actionneurs et la complexité des mécanismes;
- petite taille : le PROMPT, y compris son SGOT, doit occuper un encombrement minimal et avoir une masse minimale;
- étanchéité : le PROMPT et le SGOT doivent réduire au minimum la contamination de l'échantillon, une fonctionnalité requise pour de futures missions de vol;

- une capacité future à présenter des échantillons à d'autres instruments pour l'analyse in situ avant encapsulation;
- une interface mandrin/trépan qui permet l'échange automatisé de trépan, c.-à-d. sans intervention humaine, grâce à l'auto-orientation et la conformité;
- prendre en compte les conditions environnementales thermiques, de vide et poussiéreuses difficiles des missions lunaires et martiennes afin de produire un système robuste et fiable.

CRITÈRES OBLIGATOIRES FONCTIONNELS

OBLIGATOIRE-FCN-01

Carotte consolidée :

Tout au moins, le PROMPT doit permettre d'acquérir une carotte consolidée de 5 cm de long et de 1 cm de diamètre à partir de :

a. Basalte

Le basalte est une roche ignée commune que l'on retrouve sur la Lune et sur Mars.

b. Grès

Le grès représente une roche sédimentaire à grain moyen présente sur Mars

c. Brèche d'impact

La préférence est donnée aux brèches d'impact et vise à représenter environ une roche métamorphique de la taille d'un grain grossier.

d. Simulant de sol lunaire gelé

Simulant de sol lunaire compacté mélangé avec environ 5 % d'eau.

OBLIGATOIRE-FCN-02

Carotte non consolidée

Le PROMPT doit fournir la capacité d'acquérir une carotte non consolidée de 5 cm de long et de 1 cm de diamètre à partir d'un :

a. Simulant de sol lunaire

b. Simulant de sol martien

OBLIGATOIRE-FCN-03

Tarière :

Le PROMPT doit permettre de percer un trou d'au moins 5 mm de diamètre et d'au moins 5 cm de profondeur dans les roches suivantes :

a. Basalte

b. Grès

c. Brèche

d. Simulant de sol lunaire gelé

Remarque : dans ce cas, un trou de 5 mm de diamètre pourrait être suffisant compte tenu du temps et des contraintes d'alimentation. Cette exigence doit être prise en compte à la lumière de l'exigence de la capture d'un échantillon de 1 cm de diamètre, indiquant alors une exigence cible de 1 cm.

OBLIGATOIRE-FCN-04**Clé à douilles :**

Le PROMPT doit fournir les capacités de clé à douilles électrique (CDE) suivantes :

a. Clé :

La clé à douilles PROMPT doit engager les têtes de douille

Remarque : il est préférable d'utiliser une norme de tête de douille existante.

b. Blocage :

La clé à douilles PROMPT doit retenir solidement la tête de douille.

Remarque : ceci vise à garantir que les trépan à tête de douille restent bien fixés pendant le mouvement dans l'espace libre.

c. Contrôle :

La clé à douilles PROMPT doit appliquer un couple de serrage et de desserrage jusqu'à une valeur de coupure de couple choisie par l'utilisateur.

d. Intervalle de couple :

Le PROMPT doit pouvoir appliquer un couple à intervalles ne dépassant pas 10 % +/- 5 % par rapport à la capacité de couple maximum.

Remarque : le but de cette exigence est d'appliquer le couple approprié lors du serrage des boulons. Un couple insuffisant peut provoquer le relâchement prématuré, alors qu'un couple excessif peut endommager les boulons.

e. Quantité de couple :

Le couple maximal du PROMPT doit être d'au moins 25 Nm et le couple idéal est de 50 Nm.

Remarque : ce sont des valeurs de couple de maintien de pointe instantanées.

OBLIGATOIRE-FCN-05**Système de gestion d'outil à trépan :**

Le PROMPT doit fournir un SGOT capable de contenir un trépan de chaque type ou 6 trépan PROMPT, selon le plus grand de ces deux nombres.

Remarque : cette exigence implique qu'une douille de trépan standard sera utilisée et pourra être utilisée à la fois pour le carottage, la clé à douilles et tous les autres outils. Ceux-ci doivent aussi s'insérer à l'intérieur d'un mécanisme donné qui est soit une partie intégrante de l'ensemble PROMPT fixé sur un bras ou un système séparé entièrement compatible avec les fonctions de carottage et de clé à douilles qui nécessite l'aide du manipulateur pour changer les trépan. Il est entendu qu'un système de vol éventuel pourrait comporter beaucoup plus de trépan. Aux fins du prototypage, l'accent est mis sur une approche fiable pour stocker, extraire, sécuriser et exploiter différents trépan.

OBLIGATOIRE-FCN-06**Types de trépan :**

À tout le moins, le PROMPT doit fournir les trépan suivants :

a. Trépan pour carotte consolidée

*Cela peut être un trépan multifonction ou plusieurs trépan spécialisés convenant, à tout le moins, aux types de roches identifiés dans OBLIGATOIRE-FCN-01***Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

b. Trépan pour carotte non consolidée

Cela peut être un trépan multifonction ou plusieurs trépan spécialisés convenant, à tout le moins, aux types de roches identifiés dans OBLIGATOIRE-FCN-02.

c. Tarière

d. Clé à douilles

Si PROMPT est en mesure d'atteindre l'objectif de OBLIGATOIRE-FCN-04, il satisfait alors cette exigence de trépan.

Remarque : en plus de l'ensemble minimum de trépan requis, les outils suivants doivent être considérés comme des objectifs : pénétrromètre à cône, burin plat, petite pelle et pelle.

OBLIGATOIRE-FCN-07

Orientation :

Le PROMPT doit être fonctionnel et utilisable dans n'importe quelle orientation.

OBLIGATOIRE-FCN-08

Type de moteur :

Tous les moteurs PROMPT doivent être des moteurs CC sans balais.

OBLIGATOIRE-FCN-09

Actionnement indépendant :

Les mécanismes de rotation et de percussion doivent être actionnés et contrôlables de façon indépendante l'un de l'autre.

OBLIGATOIRE-FCN-10

Modes de contrôle pour la rotation :

Le PROMPT doit fournir les modes de contrôle utilisables individuellement suivants pour la rotation :

a. Contrôle du couple

b. Contrôle de la vitesse

c. Contrôle de la position

OBLIGATOIRE-FCN-11

Contrôleurs de percussion de bas niveau :

Les contrôleurs de bas niveau du PROMPT à bord doivent fournir un mode de contrôle du taux d'avancement en percussion.

OBLIGATOIRE-FCN-12

Récipient de transfert d'échantillon :

Le PROMPT doit permettre de recevoir des échantillons de carotte non consolidée prélevés par trépan avec le PROMPT.

Remarque : ceci vise à montrer la capacité de transférer des échantillons de carottes non consolidées.

OBLIGATOIRE-FCN-13

Le récipient de transfert d'échantillon doit pouvoir être retiré et installé.

Récipient de transfert amovible :

Remarque : ceci vise à permettre la mesure des échantillons transférés. Ceci devrait être du matériel de support au sol.

EXIGENCES PHYSIQUES

OBLIGATOIRE-PHY-01

Masse manipulée :

La masse d'assemblage PROMPT (avec un trépan installé et excluant le SGOT) installée sur le bras manipulateur doit être inférieure à 5 kg :

Justification : ceci est basé sur les critères d'estimation de masse suivants :

- a) ensemble de forage et de percussion : 4 kg
- b) contrôleurs et avionique à bord 0,5 kg
- c) Câblage et urgence : 0,5 kg

OBLIGATOIRE-PHY-02

Masse du SGOT

Selon l'option choisie, la masse du SGOT (excluant les trépan) doit être inférieure à :

- a. Monté sur le rover : 2,5 kg
- b. Monté sur le manipulateur PROMPT : 1,5 kg

Cela augmente la masse totale de OBLIGATOIRE-PHY-01 à 6,5 kg

OBLIGATOIRE-PHY-03

Volume lorsque monté sur le bras :

Lorsque monté sur le PROMPT, le bras doit être contenu dans une enveloppe maximale de 7000 cm³.

Remarque : cela suppose une enveloppe d'environ 15 X 15 X 25 cm + ~1000 cm³ pour la boîte de l'électronique sans inclure un SGOT de PROMPT monté sur le bras.

OBLIGATOIRE-PHY-04

Volume du SGOT :

Selon l'option choisie, le volume du SGOT doit être inférieure à :

- a. Monté sur le rover : 2000 cm³
- b. Monté sur le manipulateur PROMPT : 1000 cm³

Cela augmente la masse totale de OBLIGATOIRE-PHY-01 à 3500 cm³

Remarque : ceci suppose que, dans les deux cas, le volume du SGOT est réduit au minimum, en particulier dans le cas de la configuration montée sur le manipulateur.

OBLIGATOIRE-PHY-05**Avionique embarquée :**

Le PROMPT et les contrôleurs à bord et l'avionique mentionnés dans OBLIGATOIRE-PHY-01 doivent être intégrés dans l'enveloppe de masse et de volume du PROMPT.

Remarque : cela inclut des éléments tels que des amplificateurs de puissance de moteur, des contrôleurs de bas niveau, des capteurs et des émetteurs-récepteurs. L'avionique de haut niveau requise pourrait être mise en œuvre par d'autres moyens à ce stade du développement, mais la conception proposée doit montrer une solution complète qui sera pleinement mise en œuvre et répondra à toutes les exigences.

CRITÈRES OBLIGATOIRES DE PERFORMANCE

OBLIGATOIRE-PRF-01**Capture de carottes consolidées :**

Le PROMPT doit capturer des carottes consolidées dans les 3 heures

Remarque : pour atteindre cette exigence, le PROMPT peut dépasser la puissance, le couple et le poids indiqués pour les exigences de tréfans.

OBLIGATOIRE-PRF-02**Capture de carottes non consolidées :**

Le PROMPT doit capturer des carottes non consolidées en 1 heure

Remarque : pour atteindre cette exigence, le PROMPT peut dépasser la puissance, le couple et le poids indiqués pour les exigences de tréfans.

OBLIGATOIRE-PRF-03**Transfert des échantillons :**

Le PROMPT doit transférer des échantillons de carottes dans les 5 minutes.

OBLIGATOIRE-PRF-04**Puissance de crête :**

La consommation de puissance de crête du PROMPT alors qu'il fonctionne ne doit pas dépasser 200 W.

OBLIGATOIRE-PRF-05**Puissance moyenne : maximale**

La consommation de puissance moyenne maximale du PROMPT ne doit pas dépasser 30 W, mesurée sur une période de 10 secondes au cours d'opérations nominales.

Remarque : la conception doit prendre en charge une puissance limitée pendant les opérations normales. Cependant, l'augmentation de la consommation de puissance afin d'obtenir une meilleure caractérisation est souhaitable. En fin de compte, c'est l'utilisation totale d'énergie qui est la plus critique.

OBLIGATOIRE-PRF-06

Le PROMPT doit fournir son angle absolu de mandrin par

Résolution de position rapport au corps de l'outil dans une résolution de 1°.
rotative absolue :

OBLIGATOIRE-PRF-07

Poids minimum sur le trépan :

Le PROMPT doit mener ses tâches avec au plus 70 N de la force appliquée par le bras manipulateur.

Remarque : ceci est considéré comme le cas nominal et considéré comme une limite supérieure pour des missions de type lunaires ou des scénarios de missions de type martiennes légères.

OBLIGATOIRE-PRF-08

Poids maximum sur le trépan :

Le PROMPT doit être capable de résister à au moins 300 N de force appliquée par le bras manipulateur.

Justification : cela permet des bras manipulateurs plus forts, des scénarios de missions de type martiennes plus lourdes et une plus grande gamme de caractérisation.

OBLIGATOIRE-PRF-09

Erreur d'alignement :

La tolérance d'alignement d'un trépan donné à partir d'un décalage radial « d » du trépan, un angle d'approche « θ » et un angle radial « φ » comme illustré dans la figure 3 doivent permettre :

- a) Décalage radial : un décalage radial du trépan « d » de jusqu'à 5 mm
- b) angle d'approche : un angle d'approche « θ » de jusqu'à 5° de l'axe longitudinal du trépan
- c) Angle radial : un angle radial « φ » de jusqu'à 5° entre la tête du trépan et l'étui du trépan

Justification : ces valeurs sont basées sur la performance robotique espace type, complétée par une bonne marge d'erreur.

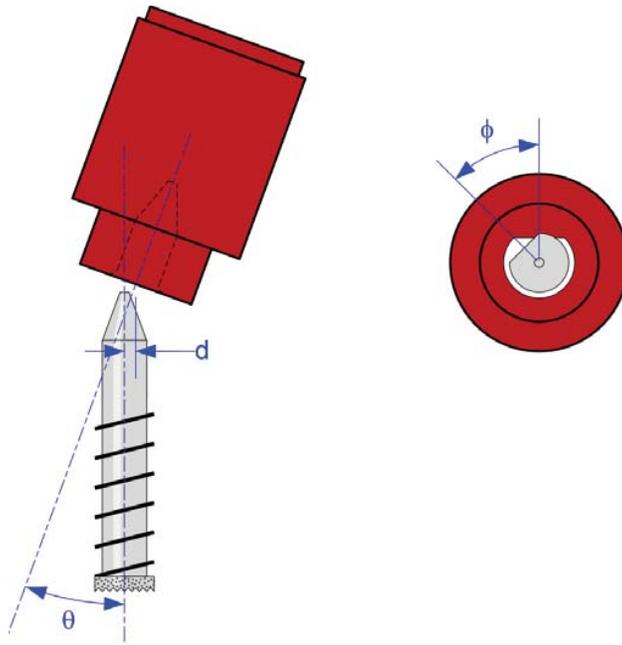


Figure 3 : Définition de la conformité mandrin à trépan

CRITÈRES OBLIGATOIRES D'INTERFACE

L'objectif des interfaces spécifiées aux présentes est d'être compatible avec les normes actuelles utilisées sous ExCore développées dans le cadre du projet ESM documenté dans 0. Ce document doit être utilisé comme conducteur des composants d'interface avec le rover et d'autres charges utiles.

OBLIGATOIRE-INT-01

Rover :

Le PROMPT doit fonctionner sur un rover tel que défini dans SE-S1-DR-1.

Remarque : le SE-S1-DR-1 définit les caractéristiques telles que la qualité de l'alimentation, la mise à la terre, l'environnement CEM/IEM, les vibrations, les chocs et les interfaces de services publics.

OBLIGATOIRE-INT-02

Plaque d'interface
forme/charge utile
plate-

Les interfaces mécaniques du sous-système PROMPT installées directement sur un rover doivent être compatibles avec ESM-IRD-IP-001 dans SE-S1-DR-1.

Remarque : ceci est destiné à s'appliquer uniquement au SGOT.

OBLIGATOIRE-INT-03

Placement des boulons de la

L'interface mécanique du sous-système PROMPT installée directement sur un rover doit respecter le placement de boulons M8 décrit par ESM-IRD-IP-012 dans SE-DR-5.

plaque d'interface :

Remarque : ceci est destiné à s'appliquer uniquement au SGOT.

OBLIGATOIRE-INT-04

Emplacement de l'interface de fixation :

L'interface de fixation mécanique du PROMPT utilisée pour monter le dispositif au poignet du bras manipulateur doit être situé sur le dessus du PROMPT (voir la figure 4).

Justification : Cette configuration bras-trépan nécessitera une enveloppe de travail plus grande. Le chemin de force du trépan au point de fixation être centré sur la plaque du manipulateur afin de réduire au maximum les conditions de chargement complexes.

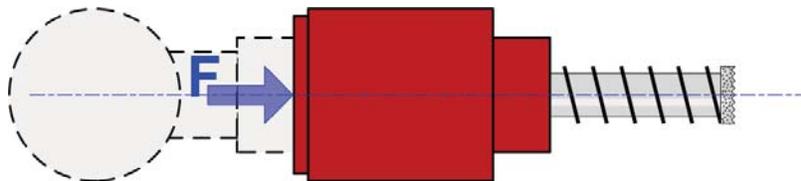


Figure 4 : Alignement de force résultant de l'interface mécanique

OBLIGATOIRE-INT-05

Conformité de l'interface mandrin/trépan :

L'interface mécanique entre le mandrin et les trépan doit être conforme afin de permettre l'insertion et la capture automatique de l'outil.

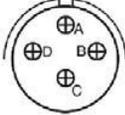
Justification : le bras manipulateur comportera des erreurs de position et d'angle. Pour faciliter les séquences automatisées de saisie/relâchement du trépan, le PROMPT doit surmonter ces erreurs.

OBLIGATOIRE-INT-06

Puissance d'entrée :

Le PROMPT doit fonctionner à partir d'une tension d'alimentation nominale évaluée à 28 V CC. Cette tension est non régulée nominale à 30 V CC, donc elle varie de 22 V à 34 V de courant continu, tel que défini par ESM-IRD-ELE-003, ESM-IRD-ELE-004 et ESM-IRD-ELE-005 dans SE-RD-5.

Remarque : il est recommandé que le câble d'alimentation PROMPT se termine par un connecteur mâle à 4 broches MIL-DTL-38999 (SE-S1-DR-1) D38999/26FC4PN, en utilisant la configuration de broche indiquée à la figure 5 (réf. ESM-IRD-CON-004 du SE-S1-DR-1). Le connecteur devrait inclure le serre-câble approprié. Ceci permettra la compatibilité avec les sorties CC de la plaque d'interface du rover de l'ASC.

| Pin | Signal Description | Pin layout |
|-----|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| A | BUS + |  |
| B | Chassis GND | |
| C | BUS Return | |
| D | Chassis GND (Optional) | |

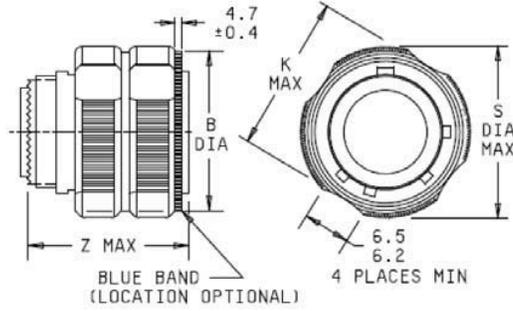


Figure 5 : Connecteur d'alimentation D38999/26 pour connecter l'EVO aux sorties CC de la plate-forme

| Pin | Broche |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| Signal Description | Description des signaux |
| BUS + | BUS + |
| Chassis GND | Mise à la terre châssis |
| BUS return | Retour BUS |
| Chassis GND (Optional) | Mise à la terre châssis (Optionnel) |
| Pin layout | Implantation des broches |
| BLUE BAND (LOCATION OPTIONAL) | BANDE BLEUE (EMPLACEMENT OPTIONNEL) |

OBLIGATOIRE-INT-07

Interface de données :

Le PROMPT doit utiliser une adresse IP reconfigurable de réseau Ethernet standard selon ce qui est requis et spécifié dans ESM-IRD-COM-002 et ESM-IRD-COM-005 du (SE-DA-1).

Remarque : il est recommandé que le connecteur d'interface de données, selon le cas, soit tel que spécifié dans ESM-IRD-CON-010 de SE-DR-1, en utilisant une synchronisation « A », comme illustré sur la figure 6. Ceci permettra une utilisation éventuelle et la compatibilité avec l'équipement standard de l'ASC.

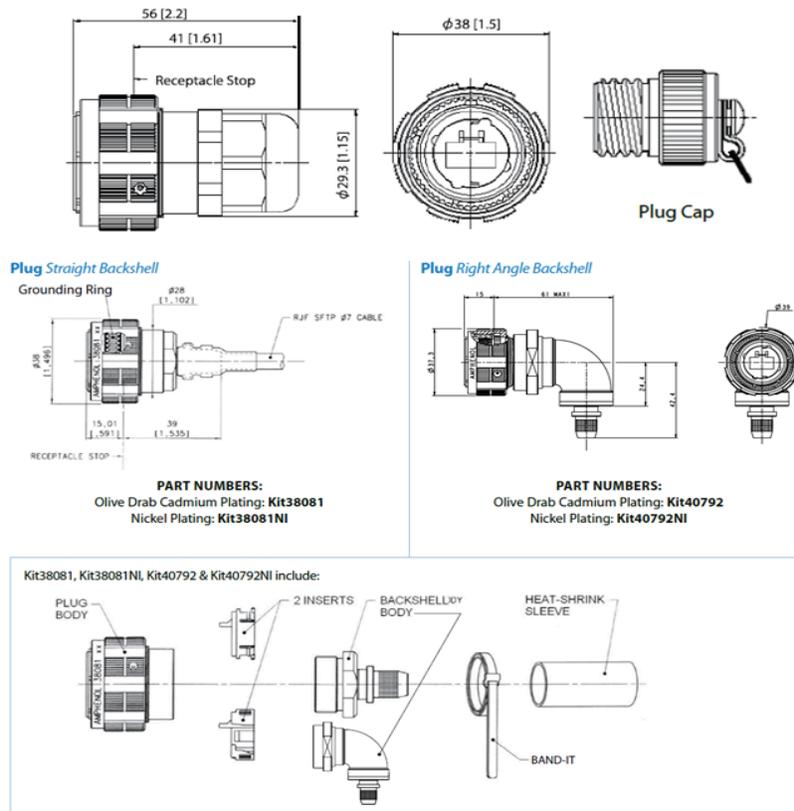


Figure 6 : Connecteur du câble flexible Amphenol RJFTV pour le port de communication

| | |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Receptacle Stop | Butée de prise |
| Plug Cap | Capuchon de prise |
| Plug Straight Backshell | Manchon droit de prise |
| Grounding Ring | Anneau de mise à la terre |
| RECEPTACLE STOP | BUTÉE DE PRISE |
| PART NUMBERS: Olive Drab Cadmium Plating: Kit38081 | NUMÉROS DE PIÈCES: Cadmiage vert olive : Trousse 38081 |
| Nickel Plating: Kit38081NI | Placage au nickel : Trousse 38081NI |
| Plug Right Angle Backshell | Manchon à angle droit de prise |
| PART NUMBERS: Olive Drab Cadmium Plating: Kit40792 | PART NUMBERS: Olive Drab Cadmium Plating: Kit40792 |
| Nickel Plating: Kit40792NI | Placage au nickel : Trousse 40792NI |
| Kit38081, Kit38081NI, Kit40792, Kit40792NI include: | Trousse 38081, Trousse 38081NI, Trousse 40792, Trousse 40792NI incluent : |
| PLUG BODY | CORPS DE PRISE |
| 2 INSERTS | 2 INSERTS |
| BACKSHELL BODY | CORPS DU MANCHON |
| HEAT-SHRINK SLEEVE | MANCHON THERMORÉTRÉCISSABLE |
| BAND-IT | BAND-IT |

| | |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| OBLIGATOIRE-INT-08 API : | Une interface de programmation d'applications (API) doit être fournie avec le PROMPT. |
| OBLIGATOIRE-INT-09 Langage de programmation API : | L'API doit être écrit en C/C++ selon l'ESM-IRD COM-022 dans SE-DA-1. |
| OBLIGATOIRE-INT-10 Fichier d'en-tête de l'API : | L'API doit être composé d'un seul en-tête ou, si l'API est écrit en utilisant le langage de programmation C++, un fichier de classe unique, voir l'ESM-IRD-COM-023 du SE-DA-1 pour plus de détails. |
| OBLIGATOIRE-INT-11 Système d'exploitation cible : | L'API doit être compatible avec les plates-formes Ubuntu 14.04 x86 et x86_64. |
| OBLIGATOIRE-INT-12 Commandes du PROMPT : | Toutes les commandes du PROMPT doivent être disponibles sur l'API conformément à l'ESM-IRD-COM-027 dans SE-DA-1. |
| OBLIGATOIRE-INT-13 Télémetrie du PROMPT : | Toute la télémetrie du PROMPT doit être disponible sur l'API conformément à l'ESM-IRD-COM-028 dans SE-DA-1. |
| OBLIGATOIRE-INT-14 Compatibilité du manipulateur : | Le PROMPT doit se conformer à la plaque d'interface du manipulateur de charge utile tel que définie dans l'ESM-IRD-IP-015, l'ESM-IRD-IP-025, l'ESM-IRD-IP-30, l'ESM-IRD-IP-017 et l'ESM-IRD-IP-018 dans SE-S1-DR-1. |

EXIGENCES RELATIVES À L'ENVIRONNEMENT

| | |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| OBLIGATOIRE-ENV-01 Température de fonctionnement : | Le PROMPT doit fonctionner à des températures comprises entre -10 et +40 °C |
| OBLIGATOIRE-ENV-02 Température de stockage : | Le PROMPT doit survivre un stockage à des températures allant de -20 °C à +51 °C sans subir de dommage. |
| OBLIGATOIRE-ENV-03 À l'épreuve de la boue : | Le PROMPT doit continuer à fonctionner même lorsqu'il est éclaboussé de boue. |

OBLIGATOIRE-ENV-04**À l'épreuve de la poussière et du sable :**

Le PROMPT doit fonctionner dans des environnements où du sable et de la poussière poussés par le vent peuvent être présents.

OBLIGATOIRE-ENV-05**Précipitations :**

Le PROMPT doit résister aux précipitations comme la pluie et la neige. L'unité n'est PAS étanche et la résistance à la submersion n'est PAS requise.

OBLIGATOIRE-ENV-06**Humidité :**

Le PROMPT doit fonctionner à des niveaux d'humidité de 3 % à 100 % d'humidité relative.

VÉRIFICATION

Le tableau 2 présente les méthodes de vérification qui doivent servir à vérifier les exigences de cet EDT. Tous les critères obligatoires doivent être vérifiés par une ou plusieurs des méthodes de vérification suivantes :

1. les tests;
2. l'analyse (y compris la simulation);
3. la revue de conception;
4. la démonstration;
5. l'inspection; et
6. la similarité.

Ces méthodes sont décrites dans la DED 0461.

Tableau 2 : Méthodes de vérification

| Critère obligatoire | Nom | Méthode | Remarque |
|---------------------|-------------------------------------|---------|------------------------------------------------------|
| OBLIGATOIRE-FCN-01 | Carotte consolidée | T | Caractérisation complète pour chaque type de carotte |
| OBLIGATOIRE-FCN-02 | Carotte non consolidée | T | Caractérisation complète pour chaque type de carotte |
| OBLIGATOIRE-FCN-03 | Tarière | T | Caractérisation complète pour chaque cas identifié |
| OBLIGATOIRE-FCN-04 | Clé à douilles | D | |
| OBLIGATOIRE-FCN-05 | Système de gestion d'outil à trépan | RoD, I | |
| OBLIGATOIRE-FCN-06 | Types de trépan | RoD, I | |
| OBLIGATOIRE-FCN-07 | Orientation | D | |
| OBLIGATOIRE-FCN-08 | Type de moteur | RoD, I | |
| OBLIGATOIRE-FCN-09 | Actionnement indépendant | D | |

| Critère obligatoire | Nom | Méthode | Remarque |
|---------------------|------------------------------------------------|---------|---------------------------------------------------|
| OBLIGATOIRE-FCN-10 | Modes de contrôle pour la rotation | T | |
| OBLIGATOIRE-FCN-11 | Contrôleurs de percussion de bas niveau | D | |
| OBLIGATOIRE-FCN-12 | Récepteur de transfert d'échantillon | D | |
| OBLIGATOIRE-FCN-13 | Récepteur de transfert amovible | D | |
| OBLIGATOIRE-PHY-01 | Masse manipulée | T | |
| OBLIGATOIRE-PHY-02 | Masse du SGOT | I | |
| OBLIGATOIRE-PHY-03 | Volume lorsque monté sur le bras | RoD, I | |
| OBLIGATOIRE-PHY-04 | Volume du SGOT | RoD, I | |
| OBLIGATOIRE-PHY-05 | Avionique embarquée | RoD, I | |
| OBLIGATOIRE-PRF-01 | Capture de carottes consolidées | T | |
| OBLIGATOIRE-PRF-02 | Capture de carottes non consolidées | T | |
| OBLIGATOIRE-PRF-03 | Transfert des échantillons | T | |
| OBLIGATOIRE-PRF-04 | Puissance de crête | T | |
| OBLIGATOIRE-PRF-05 | Puissance maximale moyenne | T | |
| OBLIGATOIRE-PRF-06 | Résolution de position rotative absolue | RoD, D | Revue de conception du capteur avec démonstration |
| OBLIGATOIRE-PRF-07 | Poids minimum sur le trépan | T | |
| OBLIGATOIRE-PRF-08 | Poids maximum sur le trépan | D | |
| OBLIGATOIRE-PRF-09 | Erreur d'alignement | T | |
| OBLIGATOIRE-INT-01 | Rover | RoD, D | Démontré sur MESR |
| OBLIGATOIRE-INT-02 | Plaque d'interface plate-forme/charge utile | RoD, D | Démontré sur MESR |
| OBLIGATOIRE-INT-03 | Placement des boulons de la plaque d'interface | RoD, D | Démontré sur MESR |
| OBLIGATOIRE-INT-04 | Emplacement de l'interface | RoD, I | La plaque de manipulateur est MFG |

| Critère obligatoire | Nom | Méthode | Remarque |
|---------------------|------------------------------------------|---------|------------------------------------------------|
| | de fixation | | |
| OBLIGATOIRE-INT-05 | Conformité de l'interface mandrin/trépan | T | |
| OBLIGATOIRE-INT-06 | Puissance d'entrée | D | |
| OBLIGATOIRE-INT-07 | Interface de données | D | |
| OBLIGATOIRE-INT-08 | API | RoD, I | |
| OBLIGATOIRE-INT-09 | Langage de programmation API | RoD | |
| OBLIGATOIRE-INT-10 | Fichier d'en-tête de l'API | RoD | |
| OBLIGATOIRE-INT-11 | Système d'exploitation cible | RoD | |
| OBLIGATOIRE-INT-12 | Commandes du PROMPT | T | |
| OBLIGATOIRE-INT-13 | Télémetrie du PROMPT | D | Chaque champ de télémétrie doit être démontré. |
| OBLIGATOIRE-INT-14 | Compatibilité du manipulateur | D | La plaque de manipulateur est MFG |
| | | | |
| OBLIGATOIRE-ENV-01 | Température de fonctionnement | RoD, D | |
| OBLIGATOIRE-ENV-02 | Température de stockage | RoD, D | |
| OBLIGATOIRE-ENV-03 | À l'épreuve de la boue | RoD,D | |
| OBLIGATOIRE-ENV-04 | À l'épreuve de la poussière et du sable | RoD,D | |
| OBLIGATOIRE-ENV-05 | Précipitations | RoD | |
| OBLIGATOIRE-ENV-06 | Humidité | RoD, D | |

NIVEAU DE MATURITÉ TECHNOLOGIQUE

Le niveau de maturité technologique (NMT) visé pour ce développement de la technologie est NMT 4, où le laboratoire est défini comme un site analogue en plein air pendant la durée du contrat.

MISSIONS VISÉES

Les missions visées du PROMPT seraient pour une part relativement importante des fonctions nécessitant une rotation et une percussion comme un mini-carottier pour la Lune et Mars ainsi que l'exécution de l'entretien ou d'utilisation de l'équipement à l'extrémité d'un manipulateur ou directement monté sur une structure donnée, p. ex., un rover. Aucune mission précise n'est ciblée à ce point, mais une mission de type retour d'échantillon martien serait tout à fait indiquée pour ce trépan.

LIVRABLES SPÉCIFIQUES

Les livrables définis au tableau 3 complètent les livrables contractuels à la section A.7 et les réunions à l'annexe A. Les DED sont fournis dans l'annexe A-6

Matériel et logiciel :

système PROMPT, y compris le SGOT :

1. les trépan utilisés lors de la démonstration et des tests
2. Un ensemble complet de trépan vierges
3. Des échantillons de roches utilisés pour les tests finaux
4. Le logiciel, y compris le code source et l'exécutable

Tableau 3 : Livrables

| N° CDRL | Livrable | Date d'échéance | Version | N° DED |
|---------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------|
| 1 | Réunion de revue d'avancement, des jalons Présentation | Réunion – 1 semaine | Finale | Format cont. |
| 2 | Revue du dossier de données | M2(SRR) – 2 semaines M3 (DDR) – 2 semaines M4 (TRR) – 2 semaines M5 (FAR) – 2 semaines | Finale Finale Finale Finale | DED-0113 |
| 3 | Spécification système | M2 (SRR) – 2 semaines M3 (DDR) – 2 semaines M5 (FAR) – 2 semaines | IR Finale Mise à jour | Format cont. |
| 4 | Feuilles de travail et cumul de l'état de préparation et des risques | M3 (DDR) –2 semaines M5 (FAR) – 2 semaines | Ébauche Finale | DED-0011 |
| 5 | Feuille de travail de la feuille de route technologique | M3 (DDR) – 2 semaines M5 (FAR) – 2 semaines | Ébauche Finale | DED-0012 |
| 6 | Modèles et analyses d'ingénierie – Petits projets | M2 (SRR) – 2 semaines M3 (DDR) – 2 semaines M5 (FAR) – 2 semaines | IR Finale Mise à jour | DED-0632 |
| 7 | Document de conception | M2(SRR) – 2 semaines M3 (DDR) – 2 semaines M5 (FAR) – 2 semaines | Ébauche IR Finale | DED-0701 |
| 8 | Plan de vérification | M3 (DDR) – 2 semaines M4 (TRR) – 2 semaines M5 (FAR) – 2 semaines | Ébauche IR Finale | DED-0461 |

| N° CDRL | Livrable | Date d'échéance | Version | N° DED |
|---------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------|
| 9 | Document de description de la version du logiciel | M3 (DDR) - 2 semaines M4 (TRR) - -2 semaines M5 (FAR) - -2 semaines | Ébauche IR Mise à jour | DED-0710 |
| 10 | Procédure de test | M3 (DDR) – 2 semaines M4 (TRR) – 2 semaines M5 (FAR) – 2 semaines | Ébauche IR Mise à jour | DED-0754 |
| 11 | Rapport de test | Achèvement essai + 1 semaine M5 (FAR) -2 semaines | IR Finale | DED-0759 |
| 12 | Matrice de conformité de la vérification | M2(SRR) – 2 semaines M3 (DDR) – 2 semaines M4 (TRR) – 2 semaines M5 (FAR) – 2 semaines | Ébauche IR Mise à jour Finale | DED-0531 |
| 13 | Procédures de fonctionnement et Guide utilisateur | M4 (TRR) – 2 semaines M5 (FAR) – 2 semaines | IR Finale | DED-0905 |

Des méthodes de descriptions des données (DED) de format de document, de contenu et de soumission alternatives peuvent être suggérées à l'ASC. L'ASC se réserve le droit d'accepter le format DED alternatif à condition qu'il réponde au DED énoncé. Les formats DED alternatifs doivent être acceptés par écrit par l'ASC.

CALENDRIER ET JALONS

Le développement de cette technologie est d'une durée maximale de 15 mois. Le calendrier suivant est fourni à titre de suggestion et d'orientation uniquement, il n'est pas obligatoire.

Tableau 4 – Calendrier et jalons

| Jalons | Description | Démarrage | Achèvement |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| M1 | Réunion inaugurale du projet | Attribution du contrat | Attribution du contrat + 2 semaines |
| M2 - SRR | Revue des exigences du système (SRR) (concept, mise en œuvre req. et proposée) | Attribution du contrat | Attribution du contrat + 2 mois |
| M3- DDR | Revue de conception détaillée (DDR) | M2 Fin | Attribution du contrat + 4 mois |
| M4- TRR | Examen de l'état de préparation des tests (EPT) | M3 Fin | Attribution du contrat + 10 mois |
| M5- Revue d'acceptation finale | Réunion d'examen final | Attribution du contrat + 18 mois | Attribution du contrat + 12 mois |

Technologie prioritaire 6

**Cheminement jusqu'à la spatio-
qualification pour cœurs de
sondes magnétométriques à
faible bruit**

Cheminement jusqu'à la spatio-qualification pour cœurs de sondes magnétométriques à faible bruit

LISTE DES ACRONYMES

| | |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------|
| ASC | Agence spatiale canadienne |
| CRT | Carte routière technologique |
| DA | Document applicable |
| DR | Document de référence |
| EDT | Énoncé des travaux |
| ÉÉPTR | Évaluation de l'état de préparation de la technologie et des risques connexes |
| NMT | Niveau de maturité technologique |
| PMT | Perte de masse totale |
| STDP | Programme de développement de la technologie spatiale |
| SVCC | Substance volatile condensable collectée |
| TVC | Matrice de vérification de la conformité |

DOCUMENTS APPLICABLES :

Cette section indique le document dont le soumissionnaire a besoin pour élaborer la proposition. Il est applicable dans la mesure spécifiée ici. En raison de son origine, ce document n'est disponible qu'en anglais.

| DA N° | N° du document | Titre du document | N° de rév. | Date |
|-------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------|
| DA-1 | GSFC-STD-7000 | General Environmental Verification Standard for GSFC Flights Programs and Projects https://standards.nasa.gov/documents/viewdoc/3315858/3315858 | A | 22 avril 2013 |

DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

Cette section indique le document qui fournit des renseignements supplémentaires au soumissionnaire, mais qui n'est pas nécessaire pour élaborer la proposition. Ce document n'est disponible qu'en anglais.

| DA N° | N° du document | Titre du document | N° de rév. | Date |
|-------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------|
| DR-1 | Geosci. Instrum. Method. Data Syst., 3, 201-210, 2014, Narod, B.B. | The origin of noise and magnetic hysteresis in crystalline permalloy ring-core fluxgate sensors http://www.geosci-instrum-method-data-syst.net/3/201/2014/gi-3-201-2014.pdf | S.O. | 2014 |

DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

Les développements récents en cœurs de sondes magnétométriques montrent de faibles niveaux sonores sans précédent (DR-1), et donnent lieu à de nouvelles possibilités avec le magnétomètre par satellite et les cœurs de sondes magnétométriques. Une telle technologie requiert une caractérisation pour déterminer la répétabilité du procédé, les paramètres de fonctionnement des cœurs et augmenter le NMT de la technologie soit en tant que cœur autonome ou en combinaison avec des enroulements et de l'électronique de magnétomètre ou de sondes magnétométriques.

Ce travail va produire un certain nombre de ces types de cœurs de sondes magnétométriques à faible bruit pour évaluer la répétabilité du processus de fabrication. Ils seront enroulés avec un nombre donné de tours de fil d'un calibre donné (à déterminer au cours de ce contrat) pour produire des bobines dont les performances seront évaluées en laboratoire dans des conditions différentes et certaines peuvent être testées en vol sur une plate-forme suborbitale pour élever le NMT de la technologie.

PORTÉE DES TRAVAUX

La portée des travaux définie ici complète la section A.6 Description des tâches génériques à l'annexe A.

Le travail doit produire de nombreux échantillons (minimum de 20 afin d'avoir un échantillon statistique solide) de nouveaux cœurs de sondes magnétométriques à faible bruit, basé sur la théorie DR-1, les enrouler et en tester les performances en se connectant à l'électronique de magnétomètre existante. Tester la réponse en fréquence sur une gamme de températures, d'intensités et d'autres paramètres dans un environnement de bruit magnétique faible.

On s'attend à ce que les niveaux de bruit soient si bas qu'une installation ou un instrument de test peut devoir être conçu et construit pour éliminer le bruit ambiant. Si un soumissionnaire inclut cette approche dans la soumission, l'installation ou la mise à niveau résultante peut devoir être livrée à l'ASC. Si cette installation est développée en dehors du budget alloué dans le cadre de ce contrat, elle demeurera la propriété de l'entrepreneur. Dans les deux cas, la méthode choisie doit être clairement identifiée dans la proposition ainsi que le budget alloué pour cette activité.

Bien que des tâches supplémentaires peuvent être proposées selon ce que le soumissionnaire juge opportun pour répondre aux exigences, les tâches suivantes doivent être effectuées au minimum :

- **L'analyse d'arbitrage et l'approvisionnement des matériaux nécessaires à la construction des échantillons de cœurs**

Effectuer une analyse d'arbitrage des différents paramètres ayant une incidence sur la performance de faible bruit d'un cœur en anneau en permalloy cristallin pour une sonde magnétométrique. C'est-à-dire : l'épaisseur de la feuille, la taille des grains, le nombre de couches, les traitements thermiques (niveau de température, durées, recuit, etc.). La simulation ou l'expérience doit prendre en charge cette analyse. Cette étude pourrait également prendre en compte d'autres alliages que le permalloy usuel de 6 à 81,3 Mo. Choisir et se procurer les matériaux nécessaires, conformes aux spécifications documentées, afin de construire des échantillons de cœurs.

- **Établissement d'un processus de fabrication et de vérification de sa répétabilité**
En fonction de l'analyse d'arbitrage, établir et documenter les recettes de fabrication pour les échantillons de cœurs sélectionnés, construire des échantillons et caractériser leurs paramètres pertinents afin d'établir la répétabilité du processus.
- **Identification de l'équipement et des installations de test**
Identifier l'équipement et la configuration de test qui permettront de mesurer un niveau de bruit de l'ordre de $5 \text{ pT/Hz}^{1/2}$ à 1 Hz. Documenter les exigences d'un tel équipement et environnement de laboratoire, et préparer la procédure de test.
- **Qualification des échantillons de cœurs pour l'environnement spatial**
Établir l'obligation de test permettant de représenter une charge type d'orbite basse terrestre (LEO), y compris le lancement (test de vibration) et le cyclage thermique. Préparer le plan de test environnemental complet, les procédures de test correspondantes et effectuer les tests.
- **Intégration dans un ensemble magnétométrique**
Bâtir et tester un ensemble de magnétomètres de laboratoire avec les cœurs nouvellement produits.
- **Présentation des résultats et des spécifications**
Préparer des rapports détaillés des tests et documenter les spécifications des cœurs du magnétomètre (au niveau du bruit, de la fréquence et de la température, etc.).
- **Identification des missions de démonstration potentielles**
Identifier les missions de démonstration de la technologie potentielles où le magnétomètre ou les sondes pourraient être testés en vol (plates-formes satellitaires ou suborbitales).

CARACTÉRISTIQUES FONCTIONNELLES ET EXIGENCES DE PERFORMANCE

- OBLIGATOIRE-01** Le nouveau cœur magnétique doit respecter les niveaux de faible bruit en dessous de $10 \text{ pT/Hz}^{1/2}$ à 1 Hz.
- OBLIGATOIRE-02** Le matériau du cœur magnétique doit satisfaire aux exigences de dégazage suivantes :
- PMT $\leq 1,0 \%$
 - SVCC $\leq 0,1 \%$
- OBLIGATOIRE-03** La courbe H-B des cœurs doit être mesurée, sur la même bande de fréquence que celle spécifiée dans l'exigence OBLIGATOIRE-05.
- OBLIGATOIRE-04** Le procédé de fabrication doit avoir une répétabilité du niveau de bruit spécifié à 0 de moins de 10 %.

- OBLIGATOIRE-05** La réponse en fréquence des cœurs doit être mesurée à partir d'une fréquence de 0,01 Hz à la fréquence à laquelle le niveau de bruit est équivalent au signal qui est capté par le cœur enroulé, ce qui double la fréquence à chaque mesure.
- OBLIGATOIRE-06** La réponse en amplitude à un champ étalonné externe du champ magnétique doit être mesurée sur une plage de 1 pT à 70 μ T, avec échantillonnage de chaque intervalle de puissance de 10, et sur la gamme de fréquences définie dans OBLIGATOIRE-05.
- OBLIGATOIRE-07** Les spécifications de cœurs magnétiques doivent être mesurées après avoir été soumises à des niveaux de test de qualification de vibration aléatoires tels que définis dans le tableau 2.4-3 du DA-1 (pour un niveau de composant de moins de 22,7 kg).
- OBLIGATOIRE-08** Un sous-échantillon d'au moins 5 cœurs doit être testé pour le comportement de vieillissement par l'exploitation d'un cycle de saturation à grille de flux à 1 kHz ou plus pour de longues périodes de temps (minimum 1 mois).
- OBLIGATOIRE-09** Un sous-échantillon d'au moins 10 cœurs doit être testé pour l'étalonnage des températures sur une plage de -60 °C à +75 °C, avec des mesures au moins tous les 5 °C d'une source étalonnée sur la gamme de fréquences définie dans OBLIGATOIRE-05.
- OBLIGATOIRE-10** Un sous-échantillon d'au moins 10 cœurs doit être testé pour les performances des températures sur une plage de -60 °C à +75 °C, avec des mesures au moins tous les 5 °C du niveau de bruit à l'aide d'une source étalonnée sur la gamme de fréquences définie dans OBLIGATOIRE-05.

CALENDRIER DE NMT

Le NMT visé pour ce développement de technologie est le NMT 6 dans la période contractuelle.

MISSIONS VISÉES

Tous les types de missions peuvent utiliser un tel magnétomètre pour leurs besoins opérationnels (système de contrôle d'attitude), ou des missions de sciences spatiales (champ magnétique de la Terre pour des missions en orbite autour de la Terre, ou d'autres missions planétaires). Il peut aussi avoir des applications industrielles terrestres.

LIVRABLES SPÉCIFIQUES

Les travaux doivent produire les résultats suivants en complément de ceux identifiés à la section A.7 Livrables et réunions contractuels de l'annexe A :

- Caractéristiques physiques et mesurables pour cœur de sonde magnétométrique à faible bruit
- Résultats de l'analyse technique
- Avant-projet
- Procédés de fabrication
- Plan d'intégration
- Exigences de configuration d'essais de mesure à faible bruit
- Plans et procédures d'essai
- Dessins de contrôle d'interface électriques et mécaniques
- Rapports d'essai
- Tous les échantillons de cœurs produits au cours du contrat
- Un (1) ensemble de prototype de magnétomètre autonome avec électronique de commande

CALENDRIER ET JALONS

Le développement de cette technologie est d'une durée maximale de 12 mois.

VÉRIFICATION

Tous les critères obligatoires doivent être vérifiés par une ou plusieurs des méthodes de vérification suivantes :

1. l'analyse (incluant la simulation);
2. la revue de conception;
3. la démonstration;
4. l'inspection;
5. les tests.

Ces méthodes sont décrites dans les sous-sections suivantes.

Analyse

La vérification par l'analyse est effectuée pour les exigences de rendement quantitatives (paramètres avec des valeurs numériques) qui ne peuvent pas être vérifiées (ou n'ont pas besoin de l'être) à l'aide de toute forme de mesure directe. L'analyse doit être basée sur des données de tests autant que possible, tel que : extrapoler le rendement à l'état définitif mesuré jusqu'au rendement de fin de vie; combiner les données des tests à partir d'une série de mesures de niveau plus bas afin de déterminer le rendement de l'ensemble intégré. L'analyse peut être utilisée en conjonction avec le test ou par lui-même à titre de méthode de vérification d'un paramètre donné.

Les méthodes d'analyse appropriées (modélisation mathématique, analyse de similitude, simulation, etc.) doivent être sélectionnées sur la base de la réussite technique et de la rentabilité conformément aux stratégies de vérification applicables. L'analyse de similarité avec un produit identique ou similaire doit fournir la preuve que les caractéristiques et le rendement de la nouvelle application sont dans les limites de la conception homologuée par précurseur et doit définir toute différence pouvant dicter les étapes de vérification complémentaires.

Revue de conception

La revue de conception doit être utilisée lorsque l'examen des concepts du design et, en général, des enregistrements de documentation de niveau plus bas sont en cause, c'est-à-dire : lorsque la conformité de la conception aux exigences ressort simplement de la révision de la conception de niveau plus bas elle-même. Par exemple, si une broche parallèle redondante est requise dans un connecteur, cela peut être entièrement contrôlé par une revue de conception du connecteur. Cette activité est normalement effectuée lors de l'examen des documents de conception ou des dessins.

Démonstration

Une exigence qui est de nature opérationnelle ou fonctionnelle et n'est pas quantifiée par un paramètre mesurable précis peut être vérifiée par une démonstration. Cette forme de vérification est utilisée pour les types d'exigences Oui/Non qui peuvent être vérifiées à l'aide d'une forme de mesure quelconque; cela permet de montrer que l'équipement exécute la fonction souhaitée ou de vérifier les caractéristiques telles que les fonctionnalités des facteurs humains, les fonctionnalités d'ingénierie, les services, les fonctionnalités d'accès, la transportabilité, etc.

Inspection

La vérification par l'inspection se fait uniquement lorsque les tests sont insuffisants ou inappropriés. Cette méthode de vérification est utilisée pour les exigences qui sont normalement effectuées par une forme quelconque de contrôle visuel. Cela comprend l'examen des fonctionnalités de construction, de fabrication, d'étiquetage, des exigences de l'enveloppe, l'examen des certificats, le respect des documents et des dessins, les états physiques, etc.

Tests

Une exigence peut être vérifiée par un test seul si la forme de la spécification est telle que l'exigence peut être mesurée directement et on ne s'attend pas à ce que le rendement change au cours de la durée de la vie de la mission. Si le rendement de ce paramètre est susceptible de se dégrader au cours de la mission, en raison du vieillissement, du rayonnement, etc., alors un test peut seulement être utilisé en tant que méthode de vérification en combinaison avec l'une des autres méthodes définies ci-dessus.

Technologie prioritaire 7

Système de plaques d'interface de manipulateur

Système de plaques d'interface de manipulateur

LISTE DES ACRONYMES

ASC : Agence spatiale canadienne
DA : Document applicable
DR : Document de référence
DSH : Habitat pour espace lointain
DoF : Degré de liberté
LAB : Laboratoire
MCOU : Mécanisme de changement d'outil URO
MIPS : Système de plaques d'interface de manipulateur
MNR : Mission nominale de référence
NASA : National Aeronautics and Space Administration
NMT : Niveau de maturité technologique
PIA : Plaque d'interface active
PIP : Plaque d'interface passive
RRM : Mission de ravitaillement robotique
SRMS : Système de télémanipulateur de la navette
SSI : Station spatiale internationale
SSRMS : Système de télémanipulateur de la station spatiale
UMT : Unité de mise au point technique
URO : Unité remplaçable sur orbite

DOCUMENTS APPLICABLES :

Cette section indique les documents dont le soumissionnaire a besoin pour élaborer la proposition.

| DA N° | N° du document | Titre du document | N° de rév. | Date |
|-------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------|
| DA-1 | CSA-ST-GDL-0001 | Lignes directrices sur l'évaluation de la maturité technologique et des risqué ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRRA/ | B | 14 fév. 2014 |
| DA-2 | CSA-ST-FORM-0001 | Fiche d'évaluation de la maturité et du risque technologique (TRRA) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRRA/ | E | 29 juil. 2013 |

| DA N° | N° du document | Titre du document | N° de rév. | Date |
|-------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------|
| DA-3 | CSA-ST-RPT-0002 | Consolidation des données TRRA – TRRA Data Rollup Tool ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRRA/ | H | 24 février 2015 |
| DA-4 | CSA-ST-FORM-0003 | Feuille de travail des critères d'identification des éléments technologiques critiques (CTE) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRRA/ | A | 11 mars 2014 |
| DA-5 | CSA-ST-RPT-0003 | Étude de concept ExCore du cadre de la feuille de route CSA-ST-RPT-003 Rév A.xlsx ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRM/ | A | Sept 2012 |

DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

Cette section indique les documents qui fournissent des renseignements supplémentaires au soumissionnaire, mais qui ne sont pas nécessaires pour élaborer la proposition.

| N° du DR | N° du document | Titre du document | N° de rév. | Date |
|----------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------|
| DR-1 | ESTEC TEC-SHS/5574/MG/ap | Technology Readiness Levels Handbook for Space Applications ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRRA/ | Iss. 1 / Rev. 6 | March 2009 |
| DR-2 | | Global Exploration Roadmap (GER) http://www.globalspaceexploration.org/wordpress/wp-content/uploads/2013/10/GER_2013.pdf | | August 2013 |
| DR-3 | | Fueling up in Space: The Robotic Refueling Mission (RRM) http://www.asc-csa.gc.ca/eng/iss/rrm/ | | |

DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

Le Canada est un pionnier dans la robotique spatiale en raison de sa contribution reconnue au développement d'une variété de manipulateurs robotiques spatiaux, y compris le système de télémanipulateur de la navette (SRMS), le système de télémanipulateur de la station spatiale (SSRMS), le Dextre et le manipulateur articulé express orbital, ainsi que la prochaine génération de télémanipulateurs Canadarm. Grâce à ce patrimoine établi en robotique spatiale, le Canada s'est également préparé pour de futures missions spatiales qui nécessitent de vastes utilisations de technologies robotiques. Un exemple est la profondeur de l'habitat pour espace lointain (DR-2).

Un manipulateur est souvent équipé d'outils complexes pour exécuter les opérations souhaitables. Par exemple, la Mission de ravitaillement robotique (RRM) (DR-3) utilisait le Dextre pour simuler l'entretien robotique d'un satellite client non préparé de la NASA sur le SSI. La charge utile de la RRM était composée d'un corps principal qui comprenait des lieux de travail hébergeant des interfaces satellitaires représentatives pour le liquide de refroidissement, le ravitaillement, l'alimentation et le transfert de données et la vidéo. Pour que le Dextre effectue les tâches nécessaires, des outils spécialisés sont requis pour agir comme interfaces entre les mécanismes de changement d'outil (OTCM) de l'unité

remplaçable sur orbite (ORU) du Dextre et les multiples types de sites de travail intégrés dans le MRR. Ces outils sont souvent spécifiques à la mission. Les outils développés pour une mission ne sont donc pas transférables ou réutilisables pour d'autres missions similaires. En conséquence, l'augmentation du coût de la mission devient inévitable.

La solution est de favoriser la modularité, le principe fondateur de l'ingénierie moderne. Une conception modulaire permettrait de maximiser la réutilisation des conceptions existantes et des technologies éprouvées pour les systèmes futurs, sans avoir à réinventer la roue à partir de zéro. Cette approche peut conduire à des solutions rentables qui sont considérées comme un élément essentiel de la réussite de toutes les missions spatiales à l'avenir.

Le système de plaque d'interface, un élément qui a un fort potentiel d'être modulaire et un haut niveau de faisabilité, relie mécaniquement et électriquement un manipulateur à son outil ou à sa base, le cas échéant. Un tel système permettrait aux conceptions mécaniques indépendantes de posséder à la fois des manipulateurs et des outils robotiques, et permettrait la polyvalence, la flexibilité et la reconfigurabilité pendant les opérations spatiales. Ce système d'interface doit pouvoir fournir une liaison mécanique d'une grande rigidité avec un jeu presque nul, sous réserve des conditions de charge nécessaires (force et moment) autorisées par le manipulateur. Il doit pouvoir transmettre des signaux électriques tels que l'alimentation et les données entre le manipulateur et sa charge utile ou la base. Ce système doit être commandé afin d'être automatiquement engagé et désengagé. En outre, le système doit consommer une quantité minimale de puissance en utilisant un nombre minimum d'actionneurs. Une assistance opérationnelle de la part du manipulateur est considérée comme acceptable.

Toutefois, le Canada n'a pas encore mis au point ces technologies avec un NMT raisonnablement élevé pour être prêt pour les vols spatiaux. Tel est le but de ces travaux. Le développement de la technologie visée devrait atteindre (au moins) un NMT4 lors de l'achèvement du projet.

Le développement de ce système manipulateur de plaque d'interface (MIPS) fera avancer le NMT de cette technologie robotique canadienne et pourrait donner au Canada la possibilité de maintenir l'avantage concurrentiel du Canada dans la construction de manipulateurs robotiques spatiaux pour l'avenir. Le maintien de l'avance du Canada dans les technologies de manipulateurs robotiques promet un retour scientifique et commerciale riche, tout en assurant la participation très visible et essentielle du Canada dans la prochaine ère des activités d'exploration.

PORTÉE DES TRAVAUX

La portée du travail défini aux présentes complète la section A.6 Description des tâches génériques de l'annexe A.

L'entrepreneur doit effectuer les travaux nécessaires pour développer un MIPS à un NMT 4 (au moins), où la technologie doit suivre un cheminement. (voir la section sur les caractéristiques fonctionnelles et les exigences de performance). Il est hautement préférable que le concept du système soit déjà bien compris (au moins NMT 2), afin que le projet puisse effectivement donner un NMT de 4. La portée de cet EDT comprend les activités suivantes :

1. définir une mission nominale de référence (DRM) pour un MIPS;
2. enquête sur la documentation technologique applicable;
3. élaboration d'exigences techniques et configurations de base;
4. conception préliminaire et détaillée;
5. fabrication, assemblage et vérification des modèles de laboratoire (LAB) du MIPS;
6. fabrication, assemblage et vérification de l'unité de mise au point technique (EDU) du MIPS;
7. démonstration;
8. fournir les conteneurs d'expédition nécessaires pour la livraison clé en main et les démonstrations du matériel ci-dessus.

L'entrepreneur doit effectuer une évaluation des risques et de l'état de préparation de la technologie (ÉÉPTR) pour les technologies clés prévues pour être utilisées dans le système proposé conformément aux exigences des directives pour l'évaluation de l'état de préparation de la technologie et des risques connexes (DA-1) de l'ASC, à l'aide des feuilles de travail fournies par l'ASC—la feuille de travail des critères d'identification des éléments de technologies critiques (DA-4) et la feuille de travail de l'évaluation des risques et de l'état de préparation de la technologie (DA-2) pour chaque CTE, et le cumul à l'aide de l'outil de cumul de données d'évaluation des risques et de l'état de préparation de la technologie (DA-3), et doit décrire les caractéristiques de performance de la technologie par rapport aux besoins de la mission ciblée pour l'environnement cible donné.

L'Entrepreneur doit fournir un plan de développement de technologie, appelé aussi carte routière technologique (CRT), y compris les développements requis en matière de technologie pour répondre aux besoins de missions futures, ainsi qu'un plan et un délai pour atteindre les NMT 6 et 8. La carte routière technologique doit être fournie dans le format de la feuille de travail de carte routière technologique (DA-5).

CARACTÉRISTIQUES FONCTIONNELLES ET EXIGENCES DE PERFORMANCE

Le produit technologique résultant de ce contrat sera un prototype de laboratoire fonctionnel d'un MIPS, démontré en utilisant une installation robotique représentative. À cette fin, l'entrepreneur doit produire une maquette de laboratoire (LAB) du MIPS et de l'unité de mise au point technique (EDU) définie comme suit :

- une maquette de laboratoire devra représenter les éléments importants du système au niveau fonctionnel et électrique; elle sera utilisée pour valider une caractéristique nouvelle ou essentielle de la conception et le développement du logiciel est applicable; il n'y a aucune exigence spécifique pour la configuration et la commande de l'interface;
- unité de mise au point technique (EDU) : une EDU sera construite pour les essais fonctionnels ambiants; elle sera du même type et du même ensemble qu'un modèle de vol,

Le MIPS doit satisfaire aux exigences suivantes :

OBLIGATOIRE-FNC-01 : Ce système d'interface doit pouvoir fournir une liaison mécanique d'une grande rigidité (plus de $1E6$ Nm/rad) avec un jeu presque nul entre le manipulateur et son outil ou la base. (Remarque : cette exigence implique qu'aucun élément mécanique flexible ne doit être soumis à des forces et des moments appliqués à la plaque d'interface.)

OBLIGATOIRE-FNC-02 : Ce système d'interface doit être géométriquement limité dans une boîte de 50 cm x 50 cm x 35 cm, ayant un poids total ne dépassant pas 50 kg.

OBLIGATOIRE-FNC-03 : Ce système d'interface doit pouvoir maintenir un couple d'au moins 3000 nm dans n'importe laquelle des trois dimensions pour une période de temps indéfinie, sous réserve des besoins opérationnels. (Remarque : les exigences de la force sont omises, car les exigences de couple impliquent les exigences de force sous une taille limitée.)

OBLIGATOIRE-FNC-04 : La conception du système d'interface doit être évolutive pour accueillir une variété de scénarios de missions qui nécessitent différentes tailles avec différentes conditions de charge.

OBLIGATOIRE-FNC-05 : Ce système d'interface doit pouvoir transmettre des signaux électriques, y compris, mais sans s'y limiter, tels que l'alimentation et les données entre le manipulateur et sa charge utile ou la base.

OBLIGATOIRE-FNC-06 : Ce système d'interface doit être composé de deux parties d'accouplement, une plaque d'interface passive (PIP) et une plaque d'interface active (AIP). Normalement, la PIP doit être fixée à l'outil ou à la base, tandis que l'AIP est fixée à une extrémité du manipulateur.

OBLIGATOIRE-FNC-07 : Le processus d'accouplement et de désaccouplement entre l'AIP et la PIP doit être effectué à toute position donnée à 6 degrés de liberté.

OBLIGATOIRE-FNC-08: L'AIP doit être en mesure d'effectuer l'accouplement et le désaccouplement automatiques de la PIP. Remarque : le processus d'accouplement et de désaccouplement entre l'AIP et la PIP peut être assistée par le mouvement du manipulateur.

OBLIGATOIRE-FNC-09 Le processus d'accouplement et de désaccouplement doit également inclure l'accouplement et le désaccouplement électrique et électronique automatiques. Deux à trois connecteurs électriques et électroniques indépendants (de qualité militaire spatiale) doivent être utilisés.

OBLIGATOIRE-FNC-10 : Cette MIPS doit avoir une précision et une capacité représentant de commande correspondant aux besoins de la DRM (tels que le DSH), et doit pouvoir effectuer la démonstration fonctionnelle qu'un effecteur terminal peut y fixé.

Les objectifs suivants doivent également être pris en compte :

OBJECTIF-FNC-01 : La conception du MIPS devrait viser à utiliser un nombre minimum d'actionneurs dans l'AIP, de préférence un actionneur.

OBJECTIF-FNC-02 Des efforts devraient être faits pour réduire au maximum la consommation d'énergie du procédé d'accouplement et de l'accouplement, mais avec une marge suffisante au-delà de la contre-friction.

CALENDRIER DE NMT

- NMT initial : 2 à 3 (de préférence)
- NMT cible : 4 ou plus (EDU)

MISSIONS VISÉES

Les classes spécifiques de la mission qui pourrait bénéficier directement de la technologie de manipulateur et d'outil de service comprennent :

- l'entretien, la réparation, la désorbitation du satellite;
- l'entretien de biens en orbite, y compris de la SSI;
- la réduction des débris orbitaux;

- les missions d'exploration planétaires (l'échantillonnage sur la planète, le retour de l'échantillon, le DSH).

LIVRABLES SPÉCIFIQUES

Les livrables définis aux présentes complètent la section A.7 Livrables et réunions contractuels de l'annexe A.

- Maquette laboratoire (LAB) de l'outil
- L'unité de mise au point technique (EDU)
- Feuilles de travail et cumul de l'état de préparation et des risques
- Feuille de travail du plan de développement et de la carte routière technologique

CALENDRIER ET JALONS

Le développement de cette technologie est d'une durée maximale de 12 mois.

Technologie prioritaire 8

**Concept pour la démonstration
technologique d'un
spectromètre imageur à
transformée de Fourier (iFTS)**

Concept de démonstration technologique d'un spectromètre imageur à transformée de Fourier (iFTS)

LISTE DES ACRONYMES

| | |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------|
| ACE-FTS | Expérience sur la chimie atmosphérique-Spectromètre à transformée de Fourier |
| AIT | Assemblage, intégration et test |
| CBE | Meilleures estimations actuelles |
| DDP | Demande de propositions |
| DEE | Doit être examiné |
| EDT | Énoncé des travaux |
| TRRA | Évaluation de l'état de préparation de la technologie et des risques connexes |
| FTS | Spectromètre à transformée de Fourier |
| GiFOV | Champ de visée instantané au sol |
| GSD | Distance d'échantillonnage au sol |
| IASI | Interféromètre de sondage atmosphérique dans l'infrarouge |
| i-FTS | Spectromètre imageur à transformée de Fourier |
| ITAR | International Traffic in Arms Regulations |
| LTMH | Largeur totale à mi-hauteur |
| MINT | Mini interféromètre |
| NEdT | Différence de température équivalente de bruit |
| NMT | Niveau de maturité technologique |
| OPL | Longueur du chemin optique |
| PCW | Télécommunications et météorologie en orbite polaire |
| PHEMOS | Science d'orbite de Molniya très elliptique PCW |
| PSF | Fonction d'étalement ponctuel |
| SNR | Rapport signal sur bruit |
| SZA | Angle zénithal du Soleil |
| TOA | Couche supérieure de l'atmosphère |
| TRM | Carte routière technologique |
| TVac | Vide thermique |

DOCUMENTS APPLICABLES

Cette section indique les documents dont le soumissionnaire a besoin pour élaborer la proposition.

| DA N° | Document N°. | Titre du document | N° de rév. |
|-------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| DA-1 | CSA-ST-GDL-0001 | Lignes directrices sur l'évaluation de la maturité technologique et des risques ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRRA/ | B |
| DA-2 | CSA-ST-FORM-0001 | Fiche d'évaluation de la maturité et du risque technologique (TRRA) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRRA/Technology_and_Risk_Assessment_Worksheets%20and_Rollup_Tool/ | E |
| DA-3 | CSA-ST-RPT-0002 | Consolidation des données TRRA – TRRA Data Rollup Tool ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRRA/Technology_and_Risk_Assessment_Worksheets%20and_Rollup_Tool/ | H |
| DA-4 | CSA-ST-FORM-0003 | Feuille de travail des critères d'identification des éléments technologiques critiques (CTE) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRRA/Technology_and_Risk_Assessment_Worksheets%20and_Rollup_Tool/ | A |
| DA-5 | CSA-ST-RPT-0003 | Feuille de route de la technologie ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRM/ | A |

DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

Cette section indique les documents qui fournissent des renseignements supplémentaires au soumissionnaire, mais qui ne sont pas nécessaires pour élaborer la proposition. Notez que ces documents ne sont disponibles qu'en anglais.

| N° du DR | Document N°. | Titre du document | N° de rév. |
|----------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| DR-1 | BOM-PHEMOS-0022 | PHEMOS : Weather Climate and Air Quality Mission – Science Payload Conceptual Design Document <i>Available upon request to PWGSC with Non Disclosure Agreement</i> | A |
| DR-2 | BOM-MINT-0081 | MINT3: MINT3 Final Review Technical Report <i>Available upon request to PWGSC with Non Disclosure Agreement</i> | B |

DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

Grâce à la mission SCISAT très réussie et à l'Expérience sur la chimie atmosphérique - Spectromètre à transformée de Fourier (ACE-FTS) connexe, la technologie de spectromètre à transformée de Fourier pour des applications spatiales est perçue, tant au niveau national qu'international, comme un créneau fort pour le Canada. Les mesures d'occultation solaire du limbe atmosphérique réalisées par l'ACE-FTS

sont utilisées pour résoudre verticalement la concentration de gaz atmosphérique à l'état de trace et, en partie en raison de la longévité de la mission, ces mesures représentent actuellement une norme internationalement reconnue pour la télédétection de l'atmosphère. Malgré cette approche très réussie, occultation solaire implique des limites de la couverture et d'autres applications liées à la météo, au climat, à la qualité de l'air, et l'effet de serre nécessitent une adaptation de l'interféromètre du spectromètre à transformée de Fourier dans un système d'imagerie afin d'augmenter à la fois l'échantillonnage spatial et temporel.

Il existe plusieurs exemples qui illustrent que la technologie du spectromètre imageur à transformée de Fourier (i-FTS), et le développement de la technologie connexe, est active à l'échelle internationale et les développements nationaux antérieurs liés à la charge utile de la Science d'orbite de Molniya très elliptique (PHEMOS) de télécommunications et météorologie en orbite polaire (PCW) démontrent un intérêt similaire au Canada. En outre, il est généralement considéré que la technologie i-FTS sera intégrée dans la prochaine génération de satellites météorologiques géostationnaires, et les investissements liés à des démonstrations de cette technologie ont le potentiel de positionner l'industrie canadienne de façon compétitive pour ces applications.

La motivation de ces travaux sera de développer un concept pour un spectromètre imageur à transformée de Fourier (i-FTS) pour l'observation nadir pour la technologie future et faire la démonstration de cette capacité. Cela comprendra un examen des exigences pour les applications liées à la météo, au climat et à la qualité de l'air et inclure l'identification des opportunités de vol suborbital réalistes appropriées pour les démonstrations futures de la technologie. Un ensemble de besoins de référence en matière d'instruments pour un démonstrateur technologique suborbitale sera dérivé de la combinaison des exigences de produits de données et de la plate-forme choisie. Après la définition des besoins, une conception optique, mécanique, thermique et électrique détaillée d'un démonstrateur technologique sera développée. En outre, ce travail comprendra une carte routière technologique au-delà de la démonstration suborbitale afin d'obtenir un système basé sur l'espace et d'identifier les manques ou les risques technologiques connexes. Fondamentalement, les motivations de ces travaux sont de fournir un chemin éclairé vers une technologie de démonstration d'i-FTS crédible à court terme, où la réalisation rapide sera rendue possible par les activités de conception détaillée représentés par les travaux en cours.

PORTÉE DES TRAVAUX

La portée du travail défini aux présentes complète la section A.6: Description des tâches génériques de l'annexe A, et consiste à livrer un spectromètre imageur à transformée de Fourier (i-FTS) pour l'observation nadir pour faire la démonstration de cette capacité à court terme.

La livraison de la conception détaillée doit comprendre les éléments suivants :

a. Définition des besoins et sélection de la plate-forme :

Le but de cette activité est de développer les besoins de référence en matière d'instruments pour le démonstrateur d'i-FTS.

- Ceci doit inclure un examen des données prévues pour la technologie i-FTS (p. ex., la température, l'humidité, la colonne totale pour O₃, HNO₃, CH₄, CO, CO₂, NO₂, SO₂, H₂O) pour les applications liées au temps, au climat, à la qualité de l'air et à l'effet de serre, ainsi qu'un bref examen des données dans les développements antérieurs relatifs à la charge utile de la mission Télécommunications et météorologie en orbite polaire (PCW) [DR-1], et la technologie i-FTS actuelle pour l'espace comme l'IASI (interféromètre de sondage atmosphérique dans l'infrarouge). Cet examen des données prévues inclut également une hiérarchisation afin d'aider à la sélection d'un sous-ensemble si cela est jugé nécessaire afin de simplifier la conception de l'instrument.

- Ceci inclut également un examen des plates-formes suborbitales potentielles, telles que des ballons stratosphériques et les aéronefs stratosphériques, ce qui serait approprié pour démontrer les applications choisies et les données de la technologie i-FTS. Les considérations de plates-formes potentielles doivent se conclure par la justification d'une plate-forme de référence pour guider les besoins en matière d'instruments.
- Suite à l'identification des données pertinentes, et une plate-forme de référence, la définition des besoins doit se conclure par la dérivation d'une série préliminaire de besoins au niveau des instruments associés (p. ex., rapport signal sur bruit (SNR), la résolution spatiale, la résolution spectrale, la distance d'échantillonnage au sol (GSD), etc.) afin de guider les activités de conception préliminaires. Les besoins au niveau des instruments doivent être attribués à des produits de données prioritaires de façon à ce que les besoins spécifiquement applicables à une démonstration de la technologie puissent être déterminés et justifiés. En outre, cette tâche doit délimiter clairement entre les besoins applicables au démonstrateur de la technologie et ceux qui seraient prévus pour une mise en œuvre dans l'espace d'un instrument.
- La définition des besoins doit comprendre la remise d'un projet de document de définition des besoins qui sera examiné par le responsable technique du contrat. En plus des besoins au niveau des instruments, ce document doit saisir toutes les caractéristiques de vol nominales de la plate-forme suborbitale supposé utilisé pour dériver les besoins tels que l'identité, l'altitude, l'environnement ambiant, l'angle zénithal solaire, la durée du vol, ainsi que des emplacements privilégiés de la plate-forme.

b. Conception préliminaire :

Le but de cette activité est de développer une conception préliminaire d'un i-FTS appropriée pour la démonstration suborbitale de la technologie. La conception préliminaire doit inclure les sous-systèmes optiques, mécaniques, électroniques et thermiques. Lorsque nécessaire, cette activité doit présumer les besoins au niveau des instruments (p. ex., longueur focale) en fonction des conditions nominales de la plate-forme suborbitale choisie (p. ex., altitude, etc.).

- Cela devrait prendre en compte l'incorporation du matériel précédemment développé comme l'interféromètre MINT (mini Interféromètre) [DR-2]
- Ceci doit inclure un examen et la sélection des technologies de détecteurs appropriées.
- Ceci doit inclure des études de métier afin de déterminer les besoins en métrologie afin de signaler activement la longueur de chemin optique (OPL) pendant le vol et l'étalonnage à bord pour la précision radiométrique.
- Des sous-systèmes de communication compatibles avec la plate-forme suborbitale choisie doivent être incorporés dans l'électronique, si possible, et un concept préliminaire des opérations à distance doit être développé, incluant les aspects de télémétrie et de commande.
- Les activités de conception préliminaire doivent inclure la livraison d'un document de conception préliminaire ainsi que l'évaluation de la conformité aux besoins précédemment développés basés sur les meilleures estimations actuelles (CBE). Le document préliminaire de conception doit contenir une discussion formalisant et justifiant l'étude du commerce sur la sélection de la plate-forme suborbitale.
- Suite aux activités de conception préliminaires, le document de définition des besoins préliminaire doit être mis à jour au besoin.

c. Conception détaillée :

Cette activité doit faire progresser la conception préliminaire du démonstrateur de technologie i-FTS à un niveau détaillé. Le but est de positionner l'instrument pour les activités d'approvisionnement et d'AIT par l'investissement futur aussi rapidement que raisonnablement possible. La conception proposée doit être étayée par des conceptions optiques, électroniques, structurales et thermiques détaillées.

- Une conception optique détaillée doit être élaborée. La modélisation optique doit être effectuée pour le système conforme à l'exécution prévue (c.-à-d. tolérancement) et l'analyse de la lumière diffuse, y compris l'émission thermique de l'instrument, doivent être effectuées. La conception optique comprend tous les composants auxiliaires nécessaires tels que des chicanes, les revêtements, les arrêts, les filtres, la mécanique optique et la structure.
- Une conception électronique détaillée doit être élaborée. La conception électronique doit inclure tous les besoins anticipés pour le vol comme la télémétrie, la commande, horodatage, le stockage à bord, les appareils de chauffage, la métrologie, l'étalonnage radiométrique, les détecteurs, etc. La conception électronique doit également permettre le fonctionnement du laboratoire et être compatible avec le fonctionnement à la fois dans l'environnement de laboratoire et l'environnement de vide thermique (ACVT) ambiant prévu lors des vols futurs.
- Des conceptions structurales et thermiques détaillées doivent être élaborées. L'analyse thermique et structurale doit être effectuée pour l'environnement prévu/nominal de la plate-forme suborbitale choisie, y compris l'analyse de la survie aux températures, pressions et charges prévues, ainsi que l'incorporation de matériaux recommandés compatibles avec la plate-forme suborbitale de référence (le cas échéant, par exemple, à un aéronef stratosphérique).
- Pour tous les composants, de tous les sous-systèmes, les fournisseurs doivent être identifiés et, le cas échéant, les soumissions devraient être fournies et les articles à long délai de livraison identifiés. Les contraintes liées aux restrictions imposées par l'ITAR (règlements relatifs au trafic international d'armes) doivent être évitées.
- La validation analytique de tous les besoins applicables (y compris SNR, ILS (forme de la ligne de l'instrument), la résolution spatiale, etc.) doit être effectuée afin de démontrer les meilleures estimations actuelles (CBE) de mise en conformité.
- Ces activités comprennent la livraison d'un document de conception détaillée et tous les modèles d'instruments associés.
- Le document de conception détaillée doit également inclure des estimations des ressources de l'instrument attendues comme la masse, le centre de gravité, le volume, l'alimentation et les débits de données. Lorsqu'une marge est indiquée, celle-ci doit être rendue explicite.
- En outre, le développement de la conception détaillée doit comprendre les coûts détaillés pour les activités de passation des marchés, d'assemblage et de test subséquentes prévues spécifiques au démonstrateur suborbital.

d. Carte routière de NMT :

L'entrepreneur doit identifier la mise en œuvre dans l'espace probable de la technologie i-FTS et effectuer une évaluation de l'état de préparation de la technologie et des risques connexes (ÉÉPTR) des technologies clés que l'on prévoit utiliser dans un système unique en conformité avec les directives pour l'évaluation de l'état de préparation de la technologie et des risques connexes [DA-1] de l'ASC. Ceci sera accompli à l'aide des feuilles de travail fournies par l'ASC : la feuille de travail des critères d'identification des éléments technologiques critiques [DA-4] et la feuille de travail sur l'évaluation de l'état de préparation de la technologie et des risques connexes [DA-2] pour chaque élément de technologie critique et le cumul en utilisant l'outil de cumul de l'état de préparation technologique et de l'évaluation des risques [DA-3]. L'ÉÉPTR doit décrire les caractéristiques de performance de la technologie par rapport aux besoins de la mission ciblée pour l'environnement cible donné. Il est entendu que tous les aspects technologiques de la mise en œuvre dans l'espace, tel qu'un miroir de pointage probablement requis pour les applications géosynchrones, ne seront pas nécessairement traités par une démonstration suborbitale de l'instrument.

L'entrepreneur doit fournir un plan de développement de la technologie, aussi appelé Carte routière technologique (CRT), y compris les développements technologiques nécessaires pour répondre aux besoins ciblés de la mission, ainsi qu'un plan et un échéancier pour atteindre les NMT 6 et 8. En plus d'une démonstration de la technologie suborbitale, l'entrepreneur devrait se préparer à une démonstration spatiale de la technologie sur la station spatiale internationale, un microsatellite ou comme charge utile hébergée sur un satellite géostationnaire commercial dans le but de faire progresser la technologie. La feuille de route de la technologie doit être fournie dans le format de la feuille de travail de la carte routière technologique (DA-5). Le but est de bien comprendre où nous en sommes d'un point de vue technologique dans la création d'un système spatial et ce à quoi le cheminement de la technologie ressemble, ses différentes phases, ainsi que le coût et le calendrier de mise en œuvre.

CARACTÉRISTIQUES FONCTIONNELLES ET EXIGENCES DE PERFORMANCE

Les paragraphes qui suivent portent sur la configuration actuellement prévue de la technologie de démonstrateur d'i-FTS à utiliser comme ligne directrice pour ces travaux. Ce qui suit présentera également un ensemble préliminaire des besoins tirés largement de l'initiative PHEMOS.

Vue d'ensemble du concept

En termes généraux, un spectromètre imageur à transformée de Fourier (i-FTS) contient une optique d'entrée, un interféromètre et une optique arrière (y compris les détecteurs), ainsi que divers sous-systèmes requis et potentiels liés à la gestion thermique, la structure, la télémétrie et la commande, l'étalonnage, la métrologie, etc. L'optique d'entrée est utilisée pour redimensionner le diamètre du faisceau d'entrée et créer une nouvelle image de la pupille de la taille de l'ouverture de l'interféromètre et peut contenir un miroir basculant inséré dans le faisceau afin de changer la cible de scène à corps noir à diffuseur solaire pour l'étalonnage. L'interféromètre est un interféromètre de type Michelson et contient au minimum un diviseur de faisceau et deux miroirs. La distance entre les miroirs est modifiée pour créer une différence de chemin optique entre les faisceaux de recombinaisons afin de moduler la sortie et générer un interférogramme de la scène en tant que fonction du temps. À l'heure actuelle, on suppose que l'interféromètre de MINT, développé dans un programme de développement des technologies spatiales (PDTs) précédent de l'ASC, peut-être approprié pour ce développement. La différence de chemin optique peut être mesurée en temps réel avec un laser de métrologie injecté à l'entrée et captée à la sortie par des fibres optiques. À la sortie de l'interféromètre, l'optique arrière contient une série de faisceaux dichroïques séparateurs pour séparer le faisceau modulé dans les plages spectrales spécifiées. Chaque gamme spectrale est dirigée vers un ensemble de lentilles qui concentrent chaque

faisceau sur une matrice de détecteur, où chaque détecteur est un réseau plan-focal haute vitesse nécessitant un certain degré de refroidissement. Des détails supplémentaires concernant les points dont il faut tenir compte pour l'i-FTS peuvent être trouvés dans DR-1.

CRITÈRES OBLIGATOIRES :

Les critères obligatoires de performance préliminaires pour le démonstrateur de technologie i-FTS sont énumérés ci-dessous. Ces exigences doivent être examinés (DEE) lors de l'activité de **définition des besoins et de sélection de la plate-forme** où des exigences supplémentaires seront également tirées à la suite de la sélection de la plate-forme. L'approbation de toutes les exigences dépendra de l'examen par l'Autorité technique du contrat.

Critères obligatoires de performance :

OBLIGATOIRE-FNC-001 Application

L'i-FTS doit contenir au minimum les bandes spectrales nécessaires pour démontrer une seule application liée soit à la météo, au climat ou à la qualité de l'air

OBLIGATOIRE-PRF-001 Champ de visée instantané au sol (GiFOV) :

Le GiFOV de nadir doit être inférieur à 10 km x 10 km

OBLIGATOIRE-PRF-002 Fonction d'étalement ponctuel (PSF) :

La largeur totale à mi-hauteur (LTMH) de la projection au sol du GiFOV convolutionnée avec l'instrument de PSF doit être inférieure à 13 km x 13 km au nadir

OBLIGATOIRE-PRF-003 Distance d'échantillonnage au sol (GSD) :

La GSD ne doit pas être plus de deux fois la GiFOV

OBJECTIF-PRF-004 Bande spectrale 1 :

L'i-FTS devrait avoir une bande spectrale allant de 700 cm^{-1} à 1500 cm^{-1}

OBJECTIF-PRF-005 Bande spectrale 2 :

L'i-FTS devrait avoir une bande spectrale allant de 1800 cm^{-1} à 2700 cm^{-1}

OBJECTIF-PRF-006 Bande spectrale 3 :

L'i-FTS devrait avoir une bande spectrale allant de 5990 cm^{-1} à 6450 cm^{-1}

OBJECTIF-PRF-007 Bande spectrale 4 :

L'i-FTS devrait avoir une bande spectrale allant de 13060 cm^{-1} à 13168 cm^{-1}

OBLIGATOIRE-PRF-008 Continuité spectrale :

L'i-FTS doit générer une luminance énergétique spectrale continue dans les bandes 1 et 2, et une luminance énergétique spectrale pour les bandes 3 et 4.

OBLIGATOIRE-PRF-009 Différence de chemin optique :

La différence de chemin optique pour les bandes 1, 2 et 3 doit être de 2 cm ou plus.
La différence de chemin optique pour la bande 4 doit être de 1 cm ou plus

OBLIGATOIRE-PRF-010 Forme de la ligne de l'instrument (ILS) :

Pour 75 % des pixels, la LTMH de l'ILS doit être inférieure à 0,306 cm⁻¹ pour la bande 1, à 0,309 cm⁻¹ pour la bande 2, à 0,329 cm⁻¹ pour la bande 3 et à 0,648 cm⁻¹ pour la bande 4.

OBJECTIF-PRF-011 Différence de température équivalente de bruit (NEdT) :

Pour une scène de corps noir à 300 K la NEdT devrait être inférieure à 0,33 K entre 750 cm⁻¹ et 1 500 cm⁻¹, à 0,6 K entre 1 800 cm⁻¹ et 2 000 cm⁻¹, à 1 K entre 2 000 cm⁻¹ et 2 200 cm⁻¹.

OBJECTIF-PRF-012 Rapport signal sur bruit (SNR) :

Le rapport signal sur bruit (SNR) de l'i-FTS devrait être plus que 122 pour une scène équivalente à la radiance de remontée dans la couche supérieure de l'atmosphère (TOA) d'une atmosphère de l'Arctique au milieu de l'été avec un albédo de surface de 25 %, un angle zénithal solaire de 60° et un angle zénithal de 0°, pour une bande spectrale entre 5 990 cm⁻¹ et 6 257 cm⁻¹ et doit être plus de 100 entre 13 060 cm⁻¹ et 13 160 cm⁻¹.

OBJECTIF-PRF-013 Précision radiométrique :

La précision radiométrique devrait être inférieure à 7 %.

OBJECTIF-PRF-014 Plage dynamique (bandes 1 et 2) :

La gamme dynamique du signal pour la scène de l'i-FTS devrait être comprise entre 0 pour le signal d'entrée et 350 K pour la bande 1 et la bande 2.

OBJECTIF-PRF-015 Plage dynamique (bandes 3 et 4) :

La gamme dynamique du signal pour la scène de l'i-FTS devrait être comprise entre 0 pour le signal d'entrée et 100 % à un albédo de couche supérieure de l'atmosphère (TOA) avec un angle zénithal solaire (SZA) de 0° (DEE) dans la bande 3 et la bande 4.

VÉRIFICATION

Puisque ces travaux représentent fondamentalement une activité de conception, il est supposé que les exigences seront vérifiées à l'aide des meilleures estimations actuelles (CBE) de conformité à l'aide de la revue de conception ou de l'analyse. Ces méthodes de vérification sont définies ci-dessous, et les méthodes qui doivent être utilisées pour vérifier les exigences de cet énoncé de travail (EDT) figurent dans le tableau 1.

Analyse

La vérification par l'analyse est effectuée pour les exigences de rendement quantitatives (paramètres avec des valeurs numériques) qui ne peuvent pas être vérifiées (ou n'ont pas besoin de l'être) à l'aide de toute forme de mesure directe. L'analyse doit être basée sur des données de tests autant que possible, tel que : extrapoler le rendement à l'état définitif mesuré jusqu'au rendement de fin de vie; combiner les données des tests à partir d'une série de mesures de niveau plus bas afin de déterminer le rendement de l'ensemble intégré. L'analyse peut être utilisée en conjonction avec le test ou par lui-même à titre de méthode de vérification d'un paramètre donné.

Les méthodes d'analyse appropriées (modélisation mathématique, analyse de similitude, simulation, etc.) doivent être sélectionnées sur la base de la réussite technique et de la rentabilité conformément aux

stratégies de vérification applicables. L'analyse de similarité avec un produit identique ou similaire doit fournir la preuve que les caractéristiques et le rendement de la nouvelle application sont dans les limites de la conception homologuée par précurseur et doit définir toute différence pouvant dicter les étapes de vérification complémentaires.

Revue de conception

La revue de conception doit être utilisée lorsque l'examen des concepts du design et, en général, des enregistrements de documentation de niveau plus bas sont en cause, c'est-à-dire : lorsque la conformité de la conception aux exigences ressort simplement de la révision de la conception de niveau plus bas elle-même. Par exemple, si une broche parallèle redondante est requise dans un connecteur, cela peut être entièrement contrôlé par une revue de conception du connecteur. Cette activité est normalement effectuée lors de l'examen des documents de conception ou des dessins.

Tableau 1 : Méthodes de vérification

| Critère obligatoire | Nom | Méthode* | Remarque |
|------------------------------------------|------------------------------------------------|----------|----------|
| FNC-001 | Application | RoD, A | |
| PRF-001 | Champ de visée instantané au sol | RoD | |
| PRF-002 | Fonction d'étalement ponctuel | A | |
| PRF-003 | Distance d'échantillonnage au sol | RoD, A | |
| PRF-004 | Bande spectrale 1 | RoD | |
| PRF-005 | Bande spectrale 2 | RoD | |
| PRF-006 | Bande spectrale 3 | RoD | |
| PRF-007 | Bande spectrale 4 | RoD | |
| PRF-008 | Continuité spectrale | RoD | |
| PRF-009 | Différence de chemin optique | RoD | |
| PRF-010 | Forme de la ligne de l'instrument | A | |
| PRF-011 | Différence de température équivalente de bruit | A | |
| PRF-012 | Rapport signal sur bruit | A | |
| PRF-013 | Précision radiométrique | A | |
| PRF-014 | Plage dynamique (bandes 1 et 2) | A | |
| PRF-015 | Plage dynamique (bandes 3 et 4) | A | |
| * A : Analyse, RoD : Revue de conception | | | |

CALENDRIER DE NMT

Le NMT visé pour ce développement de technologie est le NMT 3 dans la période contractuelle, avec une trajectoire claire et éclairée au NMT 6.

LIVRABLES SPÉCIFIQUES

La liste des livrables des activités figure au tableau 2. Ils complètent la Section A.7 Livrables et réunions contractuels de l'annexe A.

Tableau 2 : Livrables

| ID | Date d'échéance | Livable | Type |
|----|-----------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| D1 | M2, M3, M5 | Document d'exigences | Document/rapport technique |
| D2 | M3 | Document de conception préliminaire | Document/rapport technique |
| D3 | M4, M5 | Document de conception détaillé | Document/rapport technique |
| D4 | M3, M4, M5 | Modèles et analyses | Données techniques et analyses |
| D5 | M5 | Feuilles de travail et cumul de l'état de préparation et des risques | Document/rapport technique |
| D6 | M5 | Feuille de travail de la feuille de route technologique | Document/rapport technique |

CALENDRIER ET JALONS

La durée prévue pour ce développement de technologie est de 12 mois. Un calendrier est proposé dans le tableau 3. Veuillez noter que M3 est formellement une réunion d'autorisation de travail. Un calendrier alternatif peut être proposé avec une durée maximale de 12 mois qui maintient une réunion d'autorisation de travail à la phase de conception préliminaire.

Tableau 3 – Calendrier et jalons

| Jalons | Description | Achèvement |
|------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|
| M1 - RIP | Réunion inaugurale du projet | Attribution du contrat + 2 semaines |
| REI | Réunions d'échanges techniques | selon les besoins |
| M2- RRM | Réunion de revue des besoins (RRB) | Attribution du contrat + 2 mois |
| M3- PDR Autorisation de travail | Revue de définition préliminaire (RDP) | Attribution du contrat + 4 mois |
| M4- DDR | Revue de conception détaillée (DDR) | Attribution du contrat + 10 mois |
| M5- FRM | Réunion d'examen final (REF) | Attribution du contrat + 12 mois |

Technologie prioritaire 9

Module de script Symphony (SSM)

Module de script Symphony (SSM)

LISTE DES ACRONYMES

| | |
|------|------------------------------------|
| ASC | Agence spatiale canadienne |
| CRT | Carte routière technologique |
| DA | Document applicable |
| DR | Document de référence |
| EMF | Cadre de modélisation Eclipse |
| EPL | Licence publique Eclipse |
| JSDT | Outils de développement JavaScript |
| NMT | Niveau de maturité technologique |
| SSM | Module de script Symphony |

DOCUMENTS APPLICABLES

Cette section indique les documents qui fournissent des renseignements supplémentaires au soumissionnaire et qui sont nécessaires pour élaborer la proposition. En raison de leur origine, ces documents ne sont disponibles qu'en anglais.

| DA N° | N° du document | Titre du document | N° de rév. | Date |
|-------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------------|
| DA-1 | eclipse_emf_ecore_v1.20.2.2.xcore | Symphony EMF XCore Meta-Model ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/STDP/pub/SSM/ | 1.20.2.2 | 25 mars 2015 |
| DA-2 | eclipse_emf_ecore_invocator_v1.36.2.3.xcore | Symphony EMF Invocator XCore Meta-Model ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/STDP/pub/SSM/ | 1.36.2.3 | 25 mars 2015 |
| DA-3 | eclipse_emf_ecore_invocator_programs_v1.1.2.2.xcore | Symphony EMF Invocator Program XCore Meta-Model ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/STDP/pub/SSM/ | 1.1.2.2 | 25 mars 2015 |
| DA-4 | symphony_examples_v0.4.zip | Symphony Examples Plugins ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/STDP/pub/SSM/ | 0.4 | 25 mars 2015 |

DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

Cette section indique les documents qui fournissent des renseignements supplémentaires au soumissionnaire, mais qui ne sont pas nécessaires pour élaborer la proposition. Ces documents sont disponibles principalement en anglais

| N° du DR | N° du document | Titre du document | N° de rév. | Date |
|----------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------|
| DR-1 | PMBOK Guide | A Guide to the Project Management Body of Knowledge | 4 ^e édition | 2008 |
| DR-2 | S.O. | Site Web Eclipse officiel http://www.eclipse.org | S.O. | S.O. |
| DU-3 | S.O. | Page Wiki XCore https://wiki.eclipse.org/Xcore | S.O. | S.O. |
| DR-4 | S.O. | Documents, tutoriels et vidéos EMF https://www.eclipse.org/modeling/emf/docs/ | S.O. | S.O. |
| DR-5 | S.O. | Outils de développement JavaScript https://www.eclipse.org/webtools/jsdt/ | S.O. | S.O. |
| DR-6 | S.O. | Tests JUnit https://www.junit.org | S.O. | S.O. |
| DR-7 | S.O. | Java Oracle Nashorn (moteur JavaScript) http://www.oracle.com/technetwork/articles/java/jf14-nashorn-2126515.html | S.O. | S.O. |
| DR-8 | S.O. | Texte Wiki Mylyn https://wiki.eclipse.org/Mylyn/WikiText | S.O. | S.O. |
| DR-9 | S.O. | Licence publique Eclipse https://www.eclipse.org/legal/epl-v10.html | 1.0 | S.O. |

DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

Au fil des ans, la participation de l'ASC à des missions spatiales de la phase de planification, à effectuer des opérations et des analyses après vol impliquait le développement et l'utilisation de nombreux outils et de solutions ponctuelles. Au cours des cinq dernières années, le groupe d'exploration robotique de l'ASC a lancé une initiative centralisée appelée Symphony, un cadre logiciel multi-mission qui simplifie l'intégration et l'exploitation des ensembles de systèmes modulaires dans des environnements différents. Symphony fournit un outil unique extensible qui prend en charge le cycle de fonctionnement (développement, test, exécution et suivi). Le cadre utilise uniquement des logiciels ouverts et en particulier la plate-forme Eclipse. Symphony exploite des outils et des techniques de développement de logiciels modernes basés sur un modèle tels que le cadre de modélisation Eclipse (EMF). Cette approche favorise intrinsèquement une architecture logicielle très modulaire et extensible qui permet la personnalisation des fonctionnalités avec peu d'effort. L'utilisation d'Eclipse fournit à l'utilisateur une expérience d'interface de pointe qui reflète les meilleures technologies d'interface utilisateur d'aujourd'hui.

Symphony comprend plusieurs points d'extension pour les modules d'extension. Parmi ceux-ci, une capacité d'extension de script permettant à l'opérateur de préparer, valider, évaluer et exécuter des plans de haut niveau. Cette capacité permet la mise en œuvre d'une large variété de comportements simples à très autonomes. En plus des capacités de Symphony actuelles, ce module générique pourrait être utilisé pour faire fonctionner tout type de matériel, y compris des rovers, des armes, des instruments scientifiques, des satellites et d'autres.

L'objectif principal de ce contrat est d'intégrer une capacité de script multi-fonction et remplaçable au cadre de Symphony en utilisant la technologie JavaScript (DR-5) comme le moteur de script standard.

ARCHITECTURE SYMPHONY

La figure 1 donne une vue d'ensemble de l'architecture de l'exécution du programme Symphony. Elle illustre les nombreux concepts nécessaires pour effectuer ces travaux. Comme indiqué, la tâche principale consiste à mettre en œuvre les classes JavaScriptProgram et JavaScriptProgramRuntime. Ces ajouts permettront l'utilisation de JavaScript dans Symphony et permettront à un opérateur d'utiliser JavaScript pour mettre en œuvre des scripts pour commander le matériel (p. ex., rovers, satellite, instruments). Les sections suivantes fourniront des informations complémentaires sur les composants de cette architecture.

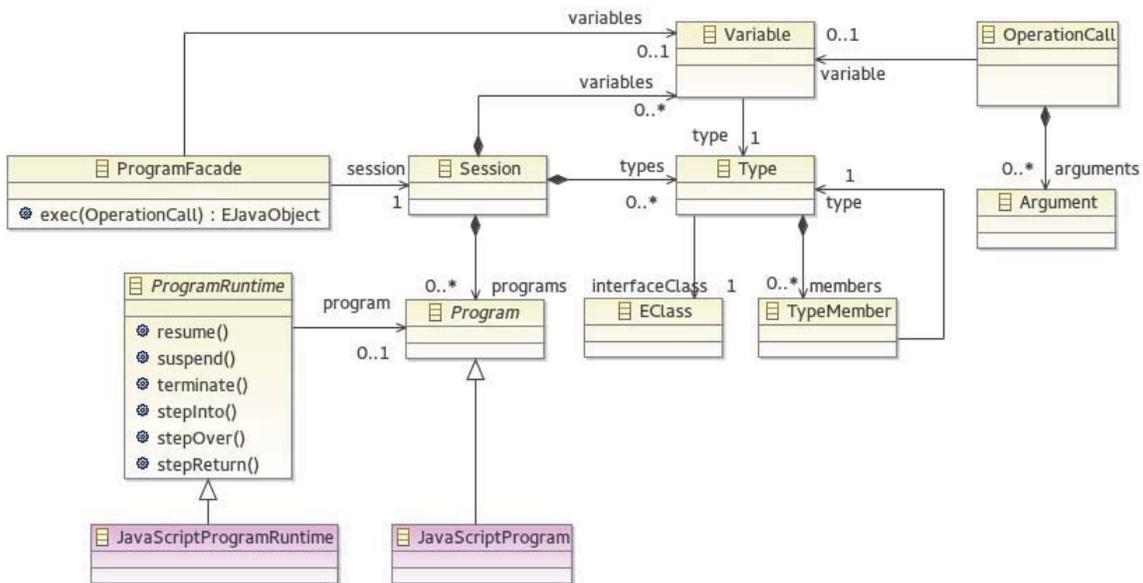


Figure 1 : Vue d'ensemble de l'architecture d'exécution du programme Symphony

Légende :

| | |
|-----------|-----------|
| resume | reprendre |
| suspend | suspendre |
| terminate | terminer |
| members | éléments |
| Program | Programme |

MODÉLISATION SYSTÉMIQUE AVEC SYMPHONY

Tout système devant être commandé par Symphony est d'abord décrit comme un *EClass* (DR-4) dans un métamodèle EMF (fichier de modèle .xcore) (DR-3). Cette *EClass* définit :

1. Les attributs de l'*EClass*, qui représentent les états du système et généralement disponibles à un utilisateur à titre de télémétrie (DA-1). Un attribut peut être d'un type défini par une autre *EClass* (cette *EClass* peut être définie dans le même modèle XCore ou être importée d'un autre métamodèle).
2. Les opérations de la *EClass* (DA-1), qui comprennent les paramètres et le type de retour. Les paramètres et les types de retour peuvent être définis comme *EClass*.

La figure 2 présente un exemple d'un tel système.



Figure 2 : Métamodèle d'un exemple système

Légende :

| | |
|-------------------------|----------------------------------|
| Camera | Caméra |
| Camera (from example_1) | Caméra (à partir de l'exemple_1) |

Symphony n'impose aucune hiérarchie de classe spécifique à la *EClass* de définitions du système. Cela permet à Symphony de contrôler toute instance d'une *EClass*. Ainsi, la conception du SSM ne devrait pas restreindre ni s'attendre à une classe ou une interface spécifique pour le système contrôlé par le biais de scripts.

VARIABLES DANS SYMPHONY

Une fois qu'un système est défini par une *EClass*, Symphony (DA-1, DA-2) permet à un opérateur de définir des variables (c.-à-d. des références nommées aux instances de la *EClass*). Ces *Variables* sont ensuite utilisées dans un mode similaire à une variable dans un langage de programmation. L'opérateur peut ainsi inspecter les attributs de la variable et appeler des opérations sur la variable.

Symphony définit la notion de *Contexte*. Un *Contexte* définit comment chaque variable définie est mappée sur une instance d'*EClass* concrète, et il n'y a seulement qu'un seul *Contexte* actif au cours d'une session Symphony à un moment donné. Le contexte permet à l'utilisateur de basculer entre les implémentations de Variables réelles (comme la commutation entre une implémentation simulée pour la validation d'un script, puis à l'implémentation du système réelle pour le fonctionnement) de manière transparente.

TRAITEMENT DES APPELS D'OPÉRATION DANS SYMPHONY

Symphony utilise la réflexion EMF pour explorer le modèle du système à être contrôlé afin d'exposer les attributs (télémétrie) et les opérations disponibles à l'opérateur. Symphony utilise aussi la réflexion EMF pour appeler l'opération (ou obtenir la valeur des attributs) pour les commandes et les affichages de télémétrie génériques.

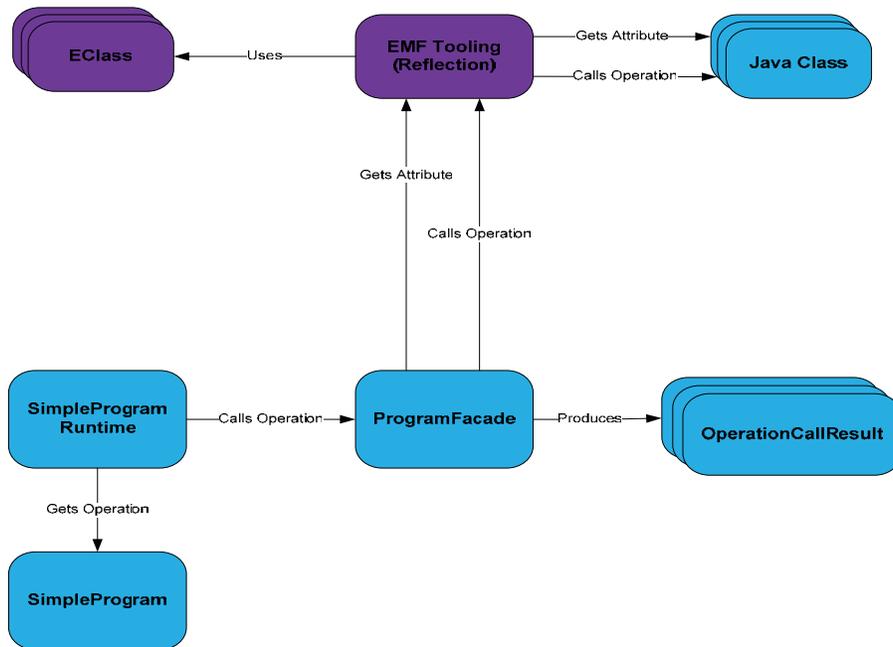


Figure 3 : Architecture des appels d'opération dans Symphony

Légende :

| | |
|--------------------------|---------------------------|
| Users | Utilisateurs |
| Produces | Produit |
| EMF Tooling (Reflection) | Outilsage EMF (Réflexion) |

Symphony fournit également le suivi d'appel d'opération par la création et l'archivage d'un objet de résultat (*OperationCallResult*) comme le montre la figure 3. L'*OperationCallResult* contient non seulement la valeur de retour (le cas échéant) de l'appel d'une opération, mais comprend également un horodatage, les paramètres utilisés dans l'appel, toute exception déclenchée, les données de géolocalisation, etc.

Afin d'effectuer le suivi de commande, les opérations ne sont pas appelées directement sur l'instance *EClass* : un exécuteur d'appel d'opération centralisé (*ProgramFacade*) est utilisé. Le *ProgramFacade* prend soin de l'instanciation de la *Variable* à l'initialisation sur la base du *Contexte* actif à ce moment-là, et transmet les appels d'opération réels à l'instance de *Variable* appropriée.

PROGRAMME ET PROGRAMME D'EXÉCUTION

Symphony définit le concept d'un *Programme* (DA-3). Un *Programme* est une entité qui définit une série d'appels d'opération sur une ou plusieurs *Variables*. Un *Programme* définit la structure de déroulement d'exécution d'appels d'opération, mais n'implémente pas réellement de fonction.

À l'heure actuelle, Symphony ne prend en charge qu'un seul type de programme : *SimpleProgram*. *SimpleProgram* est une liste à plat d'appels d'opération exécutés l'un après l'autre, sans contrôle de déroulement.

Un *Programme d'exécution* définit une entité qui peut prendre un *Programme* et l'exécuter. Il est de la responsabilité du *Programme d'exécution* d'exécuter les appels d'opération tels que définis dans le programme (par le biais de l'exécuteur d'appel d'opération centralisé) et mettre en œuvre la commande de déroulement d'exécution. Symphony fournit actuellement une implémentation du *Programme d'exécution* en fournissant des fonctions d'exécution pour *SimpleProgram* : le *SimpleProgramRuntime*.

Les capacités du *Programme d'exécution* sont incluses dans les Outils de développement JavaScript. En effet, l'intention est d'exploiter les capacités de débogage pour effectuer les opérations standard telles que définies dans le *Programme d'exécution* (voir la figure 1).

PORTÉE DES TRAVAUX

La portée des travaux définie ici complète la section A.6 de Description des tâches génériques à l'annexe A.

TÂCHES

L'entrepreneur doit effectuer les tâches suivantes nécessaires pour développer le module de script Symphony :

1. conception du concept d'architecture du SSM;
2. définir les métamodèles du SSM;
3. implémenter les implémentations des classes SSM;
4. tester et démontrer pleinement toutes les capacités du SSM en utilisant des exemples de Symphony; (DA-4)
5. démontrer la conformité avec la philosophie d'architecture ouverte de Symphony

ARCHITECTURE THÉORIQUE DU SSM

Une architecture théorique du SSM est présentée dans la figure 4.

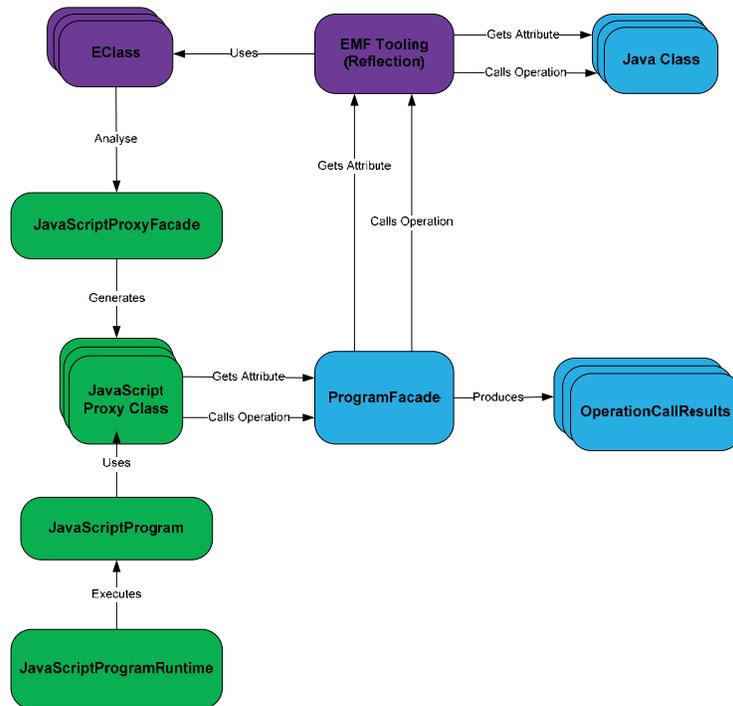


Figure 4 : Concept préliminaire de l'architecture du SSM

| | |
|--------------------------|---------------------------|
| Users | Utilisateurs |
| EMF Tooling (Reflection) | Outillage EMF (Réflexion) |
| Generates | Génère |
| JavaScript Proxy Class | Classe proxy JavaScript |
| Produces | Produit |
| Users | Utilisateurs |
| Executes | Exécute |

Dans cette architecture, les modules de SSM (en vert) sont utilisés pour modifier et exécuter des scripts qui interagissent avec le *ProgramFacade* pour appeler des opérations (et récupérer les résultats) et lire les attributs.

Les modules de SSM seraient les suivants :

1. JavaScriptProxyFacade :
 - a. analyser la *EClass* et ses dépendances (types d'attributs, types de paramètre d'opérations et types de retour);
 - b. générer les classes JavaScript pour chacun des types requis; les *JavaScriptProxyClass* sont des proxies JavaScript qui cachent les appels au *ProgramFacade* pour les deux opérations et attribue des fonctions de lecture; cela peut se faire avant le début de l'édition d'un script avec les classes nécessaires à l'opérateur;
2. JavaScriptProxyClasses :
 - a. fournit le proxy JavaScript nécessaire à la *EClass*;
 - b. fournit le pontage JavaScript ↔ Java nécessaire grâce au *ProgramFacade*;
3. JavaScriptProgram :
 - a. la spécialisation du *Programme* pour utiliser des JavaScripts;

- b. les types de *JavaScriptProxyClasses* sont rendus disponibles, peuvent être instanciés et utilisés dans le script;
 - c. cela inclut les attributs nécessaires requis par le *JavaScriptProgram* pour qu'il s'exécute (p. ex., URL au fichier .js réel);
 - d. l'éditeur JavaScript disponible dans Eclipse doit être utilisé pour créer et éditer le script.
4. *JavaScriptProgramRuntime* :
- a. la spécialisation de *ProgramRuntime* pour exécuter le *JavaScriptProgram*;
 - b. fournit les fonctions nécessaires pour charger et exécuter le script dans un moteur JavaScript.

SCHÉMA DE SÉQUENCE THÉORIQUE D'UNE EXÉCUTION DE PROGRAMME

La figure 5 décrit une séquence d'événements théorique pour exécuter un script à l'aide du SSM.

La séquence commence avec la création des proxys JavaScript pour la *EClass* requise et leurs dépendances. Les proxys sont alors instanciés et leur interface à *ProgramFacade* est initialisée.

Le programme d'exécution commence alors à exécuter le script en tant que script .js régulier (ou étape par étape si l'utilisateur le souhaite). Lorsqu'un appel à une opération ou un getter pour une valeur de l'un des proxys est faite, le proxy approprié gère l'interaction avec le *ProgramFacade* pour obtenir la valeur ou appeler l'opération et le fait de manière transparente.

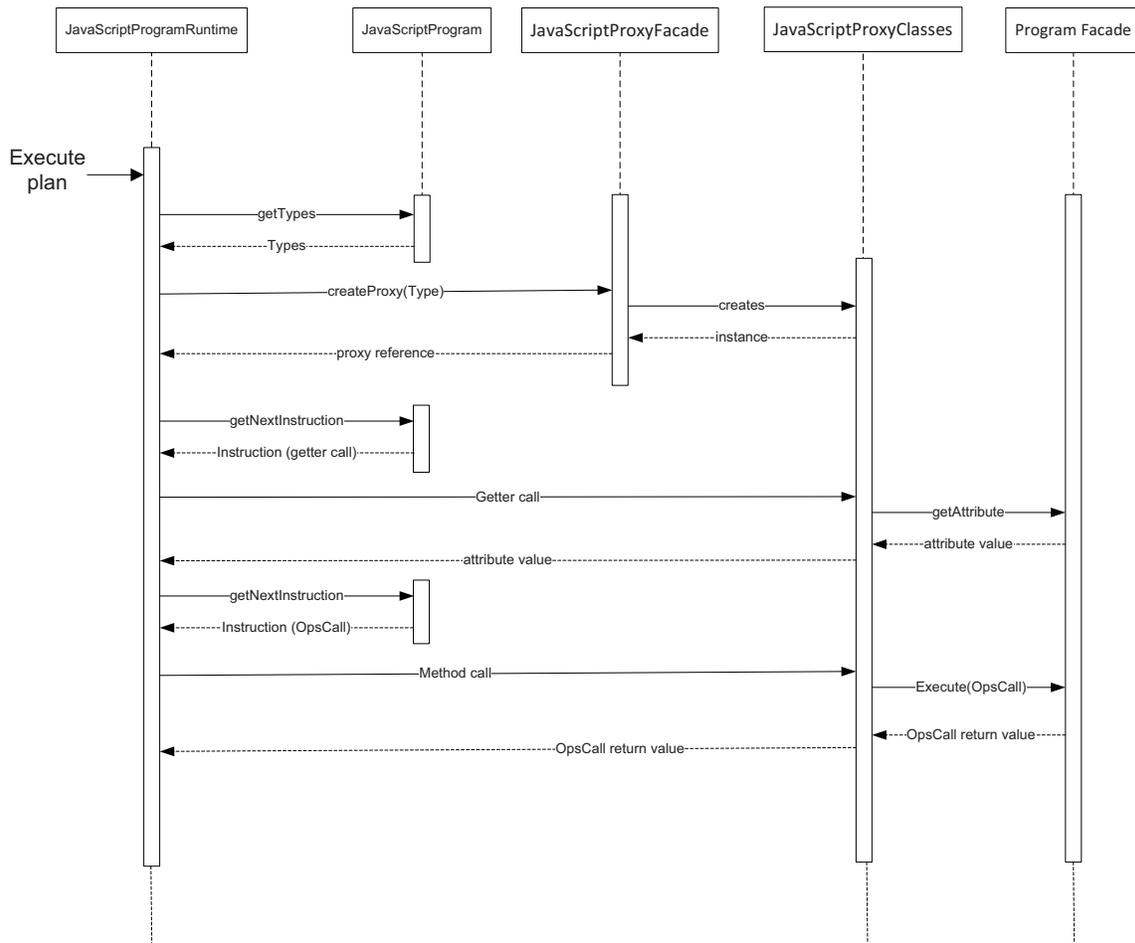


Figure 5 : Concept d'exécution du programme SSM

En utilisant l'exemple de métamodèles présentés précédemment (figure 2), les *JavaScriptProxyClasses* suivantes seraient créées :

| Nom | Description |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Rover.js | Proxy for Rover EClass. |
| <pre> /** Javascript Rover Proxy. */ function Rover (arguments) { /** Functions must interface with the ProgramFacade to pass arguments, to execute the function call and to return the value. */ this.move = function(translation_speed, rotation_speed){return false}; /** Getters must interface with the ProgramFacade to get values. */ this.camera1 = function(){return new Camera()}; this.camera2 = function(){return new Camera()}; } </pre> | |

| Nom | Description |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Camera.js | Proxy for Camera EClass. |
| <pre> /** Javascript Camera Proxy. */ function Camera() { /** Functions must interface with the ProgramFacade to pass arguments, to execute the function call and to return the value. */ this.takeSnapshot = function(zoom) {return new Image(zoom)}; } </pre> | |

| Nom | Description |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Image.js | Proxy for Image EClass. |
| <pre> /** Javascript Image Proxy. */ function Image() { /** Getters must interface with the ProgramFacade to get values. */ this.getCaptureTime = function() {return new EDate()}; this.getContent = function() {return new Content()}; } </pre> | |

Notez ici que la *Image.js* a été générée puisque la *Image EClass* est utilisée dans la définition de l'opération *Camera.takeSnapshot ()*.

L'implémentation du proxy comprend une fonction de getter pour chaque attribut défini dans la *EClass* respective et une fonction pour chaque opération définie dans la *EClass* respective. Notez qu'aucune fonction de définition n'est fournie : les attributs ne sont jamais définis dans Symphony (rappelez-vous que les attributs sont considérés comme des éléments de télémétrie et sont donc en lecture seule du point de vue d'un opérateur).

À titre d'exemple, voici la structure que pourrait avoir un JavaScript écrit par un opérateur :

```

/** Script Example. */
function scriptExample() {
    var rover1 = new Rover(); // This line should be adapted to initialized the rover via
                               // the Program Facade.
    var rover2 = new Rover(); // This line should be adapted to initialized the rover via
                               // the Program Facade.

    /** Move forward at 10 cm/s with rover1. */
    fail_status = rover1.move(10, 0);
    if (fail_status) {
        alert('Rover unable to move');
        return;
    }

    /** Take an image snapshot with the cameral of the 2nd rover. */
    rover2_imagel = rover2.cameral().takeSnapshot(100);
    display(rover2_imagel.getContent());
    display(rover2_imagel.getCaptureTime());
}

```

CRITÈRES OBLIGATOIRES

Pour exécuter des travaux définis dans le champ d'application, les exigences suivantes doivent être remplies.

OBLIGATOIRE-01 SDK Eclipse : Le SSM doit être élaboré et compatible avec le SDK Eclipse Luna 4.4.1 (DR-2).

OBLIGATOIRE-02 Métamodèles : Tous les métamodèles doivent être exprimés en métamodèle XCore (DR-3).

OBLIGATOIRE-03 JSDT : Le SSM doit exploiter les Outils de développement JavaScript (JDST) (DR-5).
Justification : cela permet d'assurer que toutes les fonctionnalités offertes par le JDST tels que le remplissage automatique, le surlignage syntaxique et les fonctions de débogage sont disponibles pour les utilisateurs.

OBLIGATOIRE-04 Licences de sociétés indépendantes : Si la SSM utilise des licences de sociétés indépendantes, celles-ci doivent être compatibles avec la licence publique Eclipse (EPL) (DR-9).

Justification : l'ASC a l'intention de publier sous l'EPL l'intégralité du cadre de Symphony y compris le SSM.

OBLIGATOIRE-05 Moteur JavaScript : Le SSM doit utiliser le moteur Oracle Nashorn JavaScript intégré dans la machine virtuelle Java d'Oracle (DR-7).

OBLIGATOIRE-06 Compatibilité avec le système d'exploitation : Le SSM doit fonctionner sur un système d'exploitation pris en charge par le SDK Eclipse Luna 4.4.1 (Windows 32 et 64 bits, Linux 32 et 64 bits et MacOS 32 et 64 bits)

OBLIGATOIRE-07 Langue: Les conventions d'appellation de code source et les commentaires doivent être écrits en anglais, en raison du contexte d'open-source de ce logiciel.

CALENDRIER DE NMT

Le NMT visé pour ce développement de technologie est le NMT 7 dans la période contractuelle. Un moteur de script de la composante au sol entièrement fonctionnel prouvé avec les systèmes simulés fournis par Symphony.

MISSIONS VISÉES

Ce développement va fournir une capacité de script générique pour le cadre Symphony générique. Symphony fait abstraction totale de l'équipement à contrôler et de l'emplacement (sites planétaires ou orbitaux, etc.). Les programmes de l'ASC tels que les rovers, les bras robotiques et les missions d'instruments scientifiques (y compris les déploiements) pourraient alors exploiter ces capacités avec un minimum d'effort et de coût.

LIVRABLES SPÉCIFIQUES

Les livrables définis aux présentes complètent la section A.7 Livrables et réunions contractuels de l'annexe A.

Tableau 1 – Livrables spécifiques au contrat

| Suites Eclipse | Contenu |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <prefix>.emf.invocator.program.javascript | <ul style="list-style-type: none"> • Métamodèle Symphony Javascript entièrement documenté (format .xcore) • Classes d'implémentation <p>Les métamodèles et les classes d'implémentation XCore doivent être documentés à l'aide d'annotations Javadoc.</p> |
| <prefix>.emf.invocator.program.javascript.doc | <ul style="list-style-type: none"> • Tutoriels • Javadoc • Documentation technique <p>Toute la documentation doit être intégrée et accessible par l'intermédiaire de la documentation sur les points d'extension Eclipse (org.eclipse.help.toc). La documentation source doit être écrite au format MediaWiki; Mylyn WikiText (DR-8) est recommandé.</p> |
| <prefix>.emf.invocator.program.javascript.edit | <ul style="list-style-type: none"> • Classes de soutien de l'interface automatiquement générées par Symphony Javascript |
| <prefix>.emf.invocator.program.javascript.examples | <ul style="list-style-type: none"> • Espace de travail qui comprend une session Symphony qui utilise la SSM pour contrôler des exemples de Symphony. Voir la section Démonstrations pour plus de détails. |
| <prefix>.emf.invocator.program.javascript.feature | <ul style="list-style-type: none"> • Fonctionnalité Eclipse qui inclut les plugiciels SSM. |
| <prefix>.emf.invocator.program.javascript.ui | <ul style="list-style-type: none"> • Classes d'implémentation d'interfaces utilisateur Symphony Javascript <p>Les classes doivent être documentées à l'aide d'annotations Javadoc.</p> |
| <prefix>.emf.invocator.program.javascript.runtime | <ul style="list-style-type: none"> • Métamodèle d'exécution Symphony Javascript entièrement documenté (format .xcore) • Classes d'implémentation d'exécution <p>Les métamodèles et les classes d'implémentation XCore doivent être documentés à l'aide d'annotations Javadoc.</p> |
| <prefix>.emf.invocator.program.javascript.runtime.edit | <ul style="list-style-type: none"> • Classes de soutien d'interface d'exécution Symphony JavaScript automatiquement générées |
| <prefix>.emf.invocator.program.javascript.runtime.ui | <ul style="list-style-type: none"> • Classes d'implémentation d'exécution Symphony Javascript pour interfaces utilisateur <p>Les classes doivent être documentées à l'aide d'annotations Javadoc.</p> |
| <prefix>.emf.invocator.program.javascript.runtime.tests | <ul style="list-style-type: none"> • Tests JUnit automatisés d'exécution Symphony Javascript (DR-6) <p>Les classes doivent être documentées à l'aide d'annotations Javadoc.</p> |
| <prefix>.emf.invocator.program.javascript.tests | <ul style="list-style-type: none"> • Tests JUnit automatisés Symphony Javascript (DR-6) <p>Les classes doivent être documentées à l'aide d'annotations Javadoc.</p> |

DÉMONSTRATIONS

La suite d'exemples SM (*<prefix>.emf.invocator.program.javascript.examples*) doit inclure, au minimum, les scripts qui sont utilisés pour commander :

1. Le système d'exemple *MobilePlatform*. Ce système est un simple robot à 4 roues qui comprend un *PowerSystem* comme attribut. Plus précisément, cet exemple doit au minimum :
 - a. initialiser l'instance *MobilePlatform* JavaScript et les attributs requis;
 - b. commander le *PowerSystem* à se mettre en marche avec *turnOn()*;
 - c. commander la vitesse de la plate-forme;
 - d. lire et afficher la position actuelle de la *MobilePlatform*;
 - e. lire et afficher la tension de la *PowerSystem*;

2. L'exemple *Rover*. Ce système est un système composite comprenant une *MobilePlatform*, un *RoboticArm* et deux *Cameras*. Plus précisément, cet exemple doit au minimum :
 - a. initialiser l'instance *Rover* JavaScript et les attributs requis;
 - b. commander le *PowerSystem* de la *MobilePlatform* du rover à se mettre en marche avec *turnOn()*;
 - c. commander la vitesse du *Rover*;
 - d. lire le contenu du drapeau *RoboticArm enable*. Si Faux, alors commander *RoboticArm.cmdEnable(true)*;
 - e. commander l'attribut *RoboticArm* à se déplacer à l'aide de *moveTo()* à un ensemble de positions communes;
 - f. Commander la *frontCamera* à prendre des images à l'aide de *takeSnapshot()* et afficher la taille de l'image capturée.

CALENDRIER ET JALONS

Le développement de cette technologie est d'une durée maximale de 8 mois.

Tableau 2 – Calendrier et jalons

| Jalons | Description |
|--------------|-------------------------------------------|
| M1 | Réunion inaugurale du projet |
| M2 | Réunion d'examen de la conception |
| M3 | Réunion d'examen final |
| Examen final | Réunion de présentation de l'examen final |

INFORMATION FOURNIE PAR LE GOUVERNEMENT (IFG)

L'ASC fournira le logiciel suivant :

- La plus récente version d'exemples de pilotes Symphony

PIRB ET PIRO

L'ASC a l'intention de publier sous l'EPL l'intégralité du cadre Symphony y compris le SSM. Pour cela le PIRB doit être compatible avec l'EPL. L'ASC conservera les droits à la propriété intellectuelle sur les renseignements originaux (PIRO) pour cette technologie.

Technologie prioritaire 10

Atténuation des effets sur une constellation causés par le brouillage des signaux radar et la gestion des évènements d'urgence

Atténuation des effets sur une constellation causés par le brouillage des signaux radar et la gestion des événements d'urgence

LISTE DES ACRONYMES

| | |
|------|---------------------------------------------------------------------|
| ASC | Agence spatiale canadienne |
| COTS | Commercial off-the-shelf (produit commercial standard) |
| DP | Demande de propositions |
| DR | Document de référence |
| ESA | Agence spatiale européenne |
| EDT | Énoncé des travaux |
| FRI | Fréquences de répétition d'impulsions |
| HMA | Heterogeneous Missions Accessibility |
| MNR | Mission nominale de référence |
| NPT | Niveau de maturité technologique |
| OTB | Orbite terrestre basse |
| PDTS | Programme de développement des technologies spatiales |
| RSO | Radar à synthèse d'ouverture |
| S.O. | Sans objet |
| TCR | Tableau de conformité des requis |
| TLE | Données sur deux lignes appelées aussi code TLE (Two-Line Element) |

DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

Cette section répertorie les documents qui fournissent des renseignements supplémentaires au soumissionnaire, mais qui ne sont pas nécessaires pour l'élaboration de la proposition.

Tableau 1 : Documents de référence

| No. de référence | N° du document | Titre du document | N° de la révision | Date |
|------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------|
| SE-RD-1 | TM-21 | Heterogeneous Missions Accessibility: http://esamultimedia.esa.int/multimedia/publications/TM-21/TM-21.pdf | s.o. | Avril 2012 |
| SE-RD-2 | Actes de la conférence européenne sur la surveillance de l'espace | L'impact des manœuvres d'évitement de collision sur la gestion d'une constellation de satellites (The Impact of Collision Avoidance Maneuvers on Satellite Constellation Management), E. Stoll, R. Schulze, B. D'Souza, M. Oxford | s.o. | 2011 |

| No. de référence | N° du document | Titre du document | N° de la révision | Date |
|------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------|
| SE-RD-3 | s.o. | Mission RADARSAT Constellation: http://www.asc-csa.gc.ca/fra/satellites/radarsat/description.asp ou: https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/r/rcm | s.o. | |
| SE-RD-4 | s.o. | Mission Sentinel-1: http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-1 | s.o. | |

DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

La gestion d'une constellation de satellites en orbite basse terrestre (LEO) diffère de celle de plusieurs missions LEO distinctes, du fait des exigences qui englobent la constellation dans son ensemble. Dans ce nouveau domaine d'opérations spatiales qu'est une opération de constellation RSO (Radar à synthèse d'ouverture) en particulier, il est absolument nécessaire d'assurer la réduction des risques et l'aide à la décision à court terme dans deux secteurs :

1. Gestion des événements : Maintenir les exigences au niveau de la constellation en cas de situations imprévues sur un seul satellite, comme des manœuvres d'urgence d'évitement de collision;
2. Gestion du brouillage des signaux : Brouillage des signaux de détection de missions de satellite exploitant des caractéristiques RF de signaux de détection similaires.

Ce projet examinerait des approches d'un point de vue technologique et d'optimisation pour gérer les interactions entre les satellites d'une constellation et les situations liées au milieu ambiant (débris spatiaux, autres satellites, réalignements). Un système de gestion avancée de constellation fournirait des solutions d'évitement de collision optimales et très peu invasives, ainsi que des stratégies d'atténuation du brouillage des signaux de détection par la détermination et l'évaluation des facteurs clés de ces deux aspects de la gestion de constellation de satellites d'observation de la Terre. De tels facteurs peuvent inclure, sans toutefois s'y limiter : la consommation de combustible, les paramètres des manœuvres d'évitement et de maintien (direction, fréquence, quantité), les exigences de la constellation comme la synchronisation et les tubes orbitaux, la latitude (heure) des acquisitions de données scientifiques, le nombre d'engins spatiaux des missions brouilleuses, de la mission hôte, etc. L'analyse de ces relations complexes contribuerait à optimiser l'exploitation de la mission et la rentabilité pour toute la durée de la mission.

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 un outil logiciel de gestion de constellation et la documentation connexe. Cet outil réalisera deux fonctions principales :

1. Gestion des événements : Les manœuvres d'évitement de collision sont une réalité inévitable dans les opérations modernes de satellites. Elles sont nécessaires pour préserver le bien en orbite et réduire

la création de débris spatiaux. Une telle manœuvre perturbe inévitablement la mission opérationnelle. Dans le cas des opérations d'une constellation, la manœuvre d'un seul satellite affecte le fonctionnement de toute la constellation. De ce fait, un système de gestion de constellation robuste prenant en charge des situations d'urgence sur un seul satellite serait extrêmement bénéfique pour réduire les perturbations des opérations nominales au niveau de la constellation, comme le maintien de l'orbite nominal au sein des tubes orbitaux requis et la synchronisation de la constellation.

2. Gestion du brouillage des signaux :

La réduction des risques et de l'incertitude est l'objectif principal de la gestion du brouillage des signaux de détection. Une approche de système de gestion de constellation est nécessaire pour prédire de manière opérationnelle où et quand une autre mission (un seul satellite ou une constellation) acquerra des données de détection en même temps que la mission hôte sur la même zone géographique, ce qui pourrait affecter l'intégrité des données scientifiques de la mission hôte en raison du possible brouillage des signaux de détection.

Lorsque l'on aborde la gestion des événements d'un satellite unique dans le contexte d'une constellation, la portée des travaux devrait comprendre l'élaboration des outils ou des méthodes permettant d'optimiser le rendement de la constellation (maintien des traces au sol à la précision requise et synchronisation) tout en tenant compte des situations d'urgence. Un exemple parfait d'événement de satellite unique serait des manœuvres d'évitement de collision sur l'un des satellites de la constellation. Toutefois, d'autres situations d'urgence pourraient être envisagées, comme des pannes ou des réinitialisations du système se produisant sur un seul satellite.

Pour ce qui concerne la gestion du brouillage des signaux, la portée des travaux comporterait l'évaluation des risques et l'atténuation des risques associés au brouillage RF de signaux de détection radar émanant d'autres missions RSO semblables partageant des caractéristiques de signaux similaires. Par exemple, des signaux radar de la mission X peuvent interférer avec des signaux radar entrants de la mission nominale de référence (MNR), au risque de dégrader les données scientifiques de la MNR.

Remarque : le terme « mission brouilleuse » est utilisé pour désigner la mission pouvant causer un brouillage du signal radar de la MNR.

La livraison d'un logiciel de gestion de constellation inclura les activités suivantes :

a) **Analyse:**

L'objectif de cette activité consiste à faire une analyse poussée des enjeux de gestion de constellation détaillés dans cet énoncé de travail. Notamment :

- Fonctions de gestion des événements : cette activité servira à déterminer les principaux paramètres afin de maintenir et d'optimiser les opérations de la constellation dans le contexte des manœuvres d'évitement de collision et d'autres situations d'urgence. Cet effort sera appuyé par une analyse des concepts opérationnels de la constellation, sur la base des paramètres techniques identifiés, ainsi que des paramètres de gestion de la

mission, tels que le coût, les risques, la durabilité à long terme et le niveau d'effort opérationnel.

- Fonctions de brouillage des signaux : cet effort aidera à dériver des paramètres clés permettant d'identifier des emplacements possibles d'éventuels brouillage des signaux de détection (plages de latitude), avec différents nombres d'engins spatiaux pour la mission brouilleuse, en présumant des caractéristiques du signal radar de détection et du mode de faisceau de représentation similaires (ce qui inclut sans toutefois s'y limiter : fréquence, largeur de bande, FRI et plage d'angles d'incidence) et que les deux missions ont des orbites terrestres basses (LEO) aube-crêpuscule. L'analyse devrait aussi étudier les options de mitigation reliés à la réduction des opérations (modification ou annulation des activités d'imagerie, etc.) une fois que la recherche des possibilités de brouillage est complétée et que ces possibilités sont signalées, et aussi sur comment ces possibilités pourraient être rapportées de manière efficace entre les missions bouilleuses.

b) Élaboration des exigences:

L'objectif de cette activité consiste à synthétiser l'analyse précédente pour dériver des exigences concrètes pour l'un ou l'autre des modules du logiciel et qui seraient viables et pertinents pour les opérations de suivi de mission pour une constellation.

c) Conception et développement:

L'objectif de cette activité consiste à élaborer une architecture système et une conception détaillée pour le système logiciel et les modules associés, suivi par le développement du logiciel lui-même.

d) Validation et essais :

L'objectif de cette activité consiste à réaliser des essais de simulation et une démonstration de scénarios de gestion des événements et de gestion du brouillage des signaux RF.

CARACTÉRISTIQUES FONCTIONNELLES ET EXIGENCES DE PERFORMANCE

Les exigences et les objectifs de rendement suivants s'appliquent à l'outil logiciel. Des exigences supplémentaires sont énumérées à la section des livrables.

REQ-001 Un logiciel de gestion de constellation doit être fourni, incluant notamment des fonctions de soutien de la planification des manœuvres d'évitement de collision et des fonctions d'appui de brouillage du signal radar.

REQ-002 La mission RADARSAT Constellation (MRC) devrait être considérée comme la mission nominale de référence.

REQ-003 Le logiciel devrait utiliser un environnement de produits commerciaux standards (COTS), commercial ou gratuit.

Justification : l'utilisation d'une plate-forme COTS est recommandée pour la portabilité, la flexibilité, l'extensibilité et la rentabilité.

REQ-004 Le logiciel devrait pouvoir s'intégrer à l'architecture existante du segment sol des opérations de satellites et tirer parti des fonctions et sous-systèmes existants du segment sol.

Note : Dans la mesure où une intégration avec l'architecture existante du segment sol est permise et possible, du matériel et des logiciels open-source et/ou commerciaux préalablement intégrés devraient être favorisés pour le concept de mise en œuvre.

Exigences fonctionnelles pour les fonctions de gestion des événements :

- REQ-005** Les fonctions de gestion des événements du logiciel doivent permettre la configuration d'exigences au niveau de la constellation
- REQ-006** Les fonctions de gestion des événements du logiciel doivent signaler les impacts (synchronisation, traces au sol, etc.) sur la constellation résultant de scénarios d'urgence.
- REQ-007** Les fonctions de gestion des événements du logiciel devraient être capables de produire des graphiques en fonction de divers paramètres et des critères d'optimisation.
- REQ-008** Les fonctions de gestion des événements du logiciel doivent être capables d'ingérer des TLE ou des éphémérides des satellites MNR et de l'objet potentiellement en collision.
- REQ-009** Les fonctions de gestion des événements du logiciel devraient être capables d'ingérer des paramètres tels que la marge disponible pour l'évitement de collision et les options/opportunités de transmission sur la liaison montante (uplink).
- REQ-010** Les fonctions de gestion des événements du logiciel devraient mettre en œuvre, ou pouvoir évoluer vers, un haut niveau d'automatisation (c.-à-d., ingestion automatique des TLE ou d'autres données opérationnelles pertinentes) afin de faciliter l'intégration dans des segments sol futurs.

Exigences pour les fonctions de gestion du brouillage des signaux RF :

- REQ-011** Les fonctions de gestion du brouillage des signaux RF du logiciel doivent évaluer l'heure et l'emplacement géographique du possible brouillage RF des signaux de détection entre la MNR et une hypothétique mission brouilleuse.
- REQ-012** Les fonctions de gestion du brouillage des signaux RF du logiciel doivent avoir des paramètres configurables au niveau de la constellation, notamment la configuration de l'orbite et le nombre de satellites de la mission brouilleuse, d'un (1) jusqu'à au moins quatre (4).
- REQ-013** Les fonctions de gestion du brouillage des signaux RF du logiciel devraient produire un rapport sur les emplacements géographiques de l'empreinte du faisceau de la mission hôte susceptibles de subir un brouillage.
- REQ-014** Les fonctions de gestion du brouillage des signaux RF du logiciel devraient montrer sur un système de visualisation cartographique les emplacements géographiques de l'empreinte du faisceau de la mission hôte susceptibles de subir un brouillage.
- REQ-015** Les fonctions de gestion du brouillage des signaux RF du logiciel devraient mettre en œuvre, ou pouvoir évoluer vers, l'ingestion d'horaires d'acquisition de données qui sont générés par la MNR et la mission brouilleuse
- REQ-016** Les fonctions de gestion du brouillage des signaux RF du logiciel devraient mettre en œuvre, ou pouvoir évoluer vers, l'ingestion automatisée, le traitement et le signalement d'éventuels brouillages du signal radar entre la MNR et la mission brouilleuse.

LIVRABLES SPÉCIFIQUES

La liste des livrables des activités figure dans le tableau 2. Ils complètent la section A.7 Livrables et réunions de l'annexe A. Quoiqu'il soit proposé de livrer les rapports techniques par phases, les documents livrables peuvent être fusionnés ou fractionnés avec l'accord de l'ASC.

Tableau 2 : Livrables

| ID | Livable | Type |
|--------|-----------------------------------------------|-----------------------------------|
| CDRL-1 | Rapport d'analyse sur le brouillage RSO | Document technique/rapport |
| CDRL-2 | Rapport d'analyse sur la gestion d'événements | Document technique/rapport |
| CDRL-3 | Logiciel de gestion de la constellation | Logiciel final livrable, matériel |
| CDRL-4 | Document de conception du logiciel | Document technique/rapport |
| CDRL-5 | Guide d'utilisation du logiciel | Document technique/rapport |
| CDRL-6 | Plan de test du logiciel | Document technique/rapport |
| CDRL-7 | Rapport de test du logiciel | Document technique/rapport |
| CDRL-8 | Guide d'intégration du logiciel | Document technique/rapport |
| CDRL-9 | Tableau de conformité | Document technique/rapport |

CDRL-1 : Rapport d'analyse sur le brouillage RSO

- REQ-017** L'entrepreneur doit livrer un rapport d'analyse sur le brouillage RSO (CDRL-1).
- REQ-018** Le rapport d'analyse sur le brouillage RSO doit inclure une analyse des possibilités de brouillage du signal radar.
- REQ-019** Le rapport d'analyse sur le brouillage RSO doit inclure une analyse des stratégies d'atténuation du brouillage du signal radar (p. ex. modification ou annulation des activités d'imagerie, etc.).
- REQ-020** Le rapport d'analyse sur le brouillage RSO doit examiner les stratégies d'atténuation du brouillage pour des scénarios opérationnels coopératifs et non coopératifs.
- a. Scénario coopératif : les acquisitions de données planifiées peuvent être hors conflit et coordonnées entre la MNR et la mission brouilleuse.
 - b. Scénario non coopératif : les acquisitions de données planifiées ne peuvent pas être hors conflit et coordonnées entre la MNR et la mission brouilleuse.
- Dans les deux cas, la connaissance du calendrier de planification des acquisitions des deux missions doit être présumée.
- REQ-021** Le rapport d'analyse sur le brouillage RSO doit décrire comment ces possibilités de brouillage des signaux RF peuvent être rapportées de manière efficace entre les missions brouilleuses.
- REQ-022** Le rapport d'analyse sur le brouillage RSO doit répertorier les éléments d'information jugés nécessaires dans une éventuelle interface intermissions afin de parvenir à une atténuation du brouillage du signal radar entre la MNR et une autre mission brouilleuse. Le rapport d'analyse sur le brouillage RSO doit inclure un inventaire des éléments d'information devant être échangés entre la mission brouilleuse et la MNR.
- REQ-023** Le rapport d'analyse sur le brouillage RSO doit inclure une description des communications opérationnelles entre missions, en tenant compte du calendrier de planification des acquisitions de la MNR et de la mission brouilleuse. Des modalités de communication et de rapport entre missions brouilleuses devraient être proposées.
- REQ-024** Le rapport d'analyse sur le brouillage RSO devrait évaluer les avantages que présente l'utilisation des normes interexploitables (HMA) pour partager les données du plan d'acquisition et d'autres renseignements pertinents entre les missions impliquées.
- REQ-025** Le rapport d'analyse sur le brouillage RSO doit proposer des scénarios opérationnels et un calendrier de communications entre les missions afin de signaler les risques de brouillage à la MNR et à la mission brouilleuse, dans le contexte de leurs calendriers de planification nominale respectifs.

REQ-026 Le rapport d'analyse sur le brouillage RSO doit identifier des emplacements possibles d'éventuels brouillage des signaux de détection (plages de latitude), avec différents nombres d'engins spatiaux pour la mission brouilleuse, en présumant des caractéristiques du signal radar de détection et du mode de faisceau de représentation similaires (ce qui inclut sans toutefois s'y limiter : fréquence, largeur de bande, FRI et plage d'angles d'incidence) et que les deux missions ont des orbites terrestres basses (LEO) aube-crêpuscule.

Note: Si nécessaire, une analyse RF peut être effectuée pour évaluer le niveau d'interférence et son impact sur la qualité des données de télédétection. Par contre une telle analyse n'est pas imposée dans le cadre du requis REQ-026 à condition que des méthodes alternatives peuvent être utilisés pour proposer un postulat sur le degré de proximité spatiale et temporelle d'activités simultanées de détection qui pourraient engendrer du brouillage.

REQ-027 Le rapport d'analyse sur le brouillage RSO devrait considérer les paramètres du signal radar du MNR et la mission brouilleuse, tels que fréquence, bande passante, FRI et plage d'angles d'incidence, etc., dans l'évaluation des possibilités de brouillage du signal radar.

REQ-028 Le rapport d'analyse sur le brouillage RSO devrait assumer que la MNR et la mission brouilleuse ont toutes les deux des orbites terrestres basses (LEO) aube-crêpuscule pour les fins d'analyse des possibilités de brouillages du signal de détection.

REQ-029 Le rapport d'analyse sur le brouillage RSO doit inclure des requis détaillés d'un logiciel de gestion de constellation qui se fonde sur les conclusions de l'analyse de brouillage qui est opérationnellement viable.

CDRL-2 : Rapport d'analyse sur la gestion des évènements

REQ-030 L'entrepreneur doit livrer un rapport d'analyse sur la gestion des évènements (CDRL-2).

REQ-031 Le rapport d'analyse sur la gestion des évènements doit inclure une étude des concepts opérationnels de la gestion des urgences et manœuvres d'évitement d'une constellation qui sera basée sur des paramètres techniques ainsi que des paramètres de gestion de la mission, tels que le coût, les risques, la durabilité à long terme et le niveau d'effort opérationnel.

REQ-032 Le rapport d'analyse sur la gestion des évènements doit identifier les paramètres clés pour maintenir et optimiser les opérations de la constellation dans le contexte des manœuvres d'évitement de collisions et autres situations d'urgence. Les paramètres à inclure sont, sans se limiter : consommation de carburants, paramètres de mise à feu pour les manœuvres d'évitement et de redressement (direction, fréquence), synchronisation de la constellation, durée des manoeuvres, déviation des traces au sol nominales, requis sur la précision des traces au sol (tube orbital), et impacts sur le calendrier des acquisitions de données.

REQ-033 Le rapport d'analyse sur la gestion des évènements doit inclure des requis détaillés d'un logiciel de gestion de constellation qui se fonde sur les conclusions de l'analyse de la gestion des évènements qui est opérationnellement viable.

CDRL-3 : Logiciel de gestion de la constellation

REQ-034 L'entrepreneur doit livrer une suite logicielle (CDRL-3) qui intègre les paramètres pertinents pour la gestion des évènements et la gestion du brouillage des signaux RF.

CDRL-4 : Document de conception du logiciel

REQ-035 L'entrepreneur doit livrer un document de conception du logiciel (CDRL-4).

REQ-036 Le document de conception du logiciel doit démontrer comment le logiciel met en application les exigences élaborées dans la phase d'analyse.

CDRL-5 : Guide d'utilisation du logiciel

REQ-037 L'entrepreneur doit livrer un Guide d'utilisation du logiciel (CDRL-5).

CDRL-6 / CDRL-7 : Plan et rapport de test du logiciel

REQ-038 L'entrepreneur doit livrer un Plan de test du logiciel (CDRL-6)

REQ-039 L'entrepreneur doit livrer un Rapport de test du logiciel (CDRL-7)

REQ-040 Le Rapport de test du logiciel doit inclure les résultats obtenus lors des tests de simulation et des démonstrations réalisés avec les scénarios de gestion des événements.

REQ-041 Le Rapport de test du logiciel doit inclure les résultats obtenus lors des tests de simulation et des démonstrations réalisés avec les scénarios de gestion du brouillage des signaux de détection.

CDRL-8: Guide d'intégration du logiciel

REQ-042 L'entrepreneur doit livrer un Guide d'intégration du logiciel (CDRL-8)

REQ-043 Le Guide d'intégration du logiciel doit répertorier les éléments d'information jugés nécessaires pour un système de gestion de constellation intégré aux opérations d'une constellation de satellites.

REQ-044 Le Guide d'intégration du logiciel doit décrire l'intégration d'un sous-système de gestion de constellation à une composante au sol, notamment les interfaces de haut niveau.

ÉCHÉANCIER ET JALONS

La durée prévue pour le développement de cette technologie est de 12 mois. Le tableau 3 présente une proposition de calendrier. Veuillez noter que la réunion intitulée Revue de conception détaillée est officiellement considérée comme une réunion d'autorisation de travail. Un autre calendrier peut être proposé avec une durée maximale de 18 mois qui maintient une réunion d'autorisation de travail à la phase de la conception détaillée.

Tableau 3 – Échéancier et jalons

| Jalons | Description | Livrables |
|---------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| J1 | Réunion de démarrage | Présentation, comptes-rendus |
| Au besoin | Réunions d'échanges techniques | Présentation de l'avancement / de l'état, comptes-rendus |
| J2 | Revue de conception préliminaire | CDRL1, CDRL2, CDRL-9 |
| J3 | Revue de conception détaillée - Réunion d'autorisation de travail | CDRL-4, CDRL-6, CDRL-9 |
| J4 | Revue d'aptitude à l'essai | CDR-6, CDRL-9 |
| J5 | Revue finale | CDRL-3, CDRL-5, CDRL-7, CDRL-8, CDRL-9 |

Technologie prioritaire 11

**Réseau tolérant aux
perturbations (DTN) pour les
communications satellitaires**

Réseau tolérant aux perturbations (DTN) pour les communications satellitaires

LISTE DES ACRONYMES

| | |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------|
| ASC | Agence spatiale canadienne |
| CAS | Composante au sol |
| CRT | Carte routière technologique |
| CS | Composante spatiale |
| CTE | Éléments de technologies critiques |
| DA | Document applicable |
| DR | Document de référence |
| DTN | Réseau tolérant aux interruptions et aux délais |
| EDT | Énoncé des travaux |
| ÉÉPTR | Évaluation de l'état de préparation de la technologie et des risques connexes |
| ITOS | Système de test et d'opérations intégrées |
| NASA | National Aeronautics and Space Administration |
| NMT | Niveau de maturité technologique |
| SSI | Internet système solaire |

DOCUMENTS APPLICABLES

Cette section indique les documents dont le soumissionnaire a besoin pour élaborer la proposition.

| DA N° | N° du document | Titre du document | N° de rév. | Date |
|-------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------|
| DA-1 | CSA-ST-GDL-0001 | Lignes directrices sur l'évaluation de la maturité technologique et des risqué ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRRA/ ; | B | 14 fév. 2014 |
| DA-2 | CSA-ST-FORM-0001 | Fiche d'évaluation de la maturité et du risque technologique (TRRA) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRRA/ ; | E | 29 juil. 2013 |
| DA-3 | CSA-ST-RPT-0002 | Consolidation des données TRRA – TRRA Data Rollup Tool ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRRA/ ; | H | 24 février 2015 |
| DA-4 | CSA-ST-FORM-0003 | Feuille de travail des critères d'identification des éléments technologiques critiques (CTE) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRRA/ ; | A | 11 mars 2014 |

| DA N° | N° du document | Titre du document | N° de rév. | Date |
|-------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------|
| DA-5 | CSA-ST-RPT-0003 | Étude de concept ExCore du cadre de la feuille de route CSA-ST-RPT-003 Rév A.xlsx ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRM/ | A | Sept 2012 |

DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

Cette section indique les documents qui fournissent des renseignements supplémentaires au soumissionnaire, mais qui ne sont pas nécessaires pour élaborer la proposition. Notez que ces documents ne sont disponibles qu'en anglais.

| N° du DR | N° du document | Titre du document | N° de rév. | Date |
|----------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------|
| DR-1 | | Disruption Tolerant Networking http://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/engineering/tecnology/txt_dtn.html | | Mars 2014 |
| DR-2 | | Bring the Internet to Deep Space Exploration https://2014.spaceappschallenge.org/challenge/bring-internet-deep-space-exploration/ | | |
| DR-3 | ESTEC, TEC- SHS/5574/MG/ap | Technology Readiness Levels Handbook for Space Applications ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRRA/ | | Mars 2009 |
| DR-4 | | Integrated Test and Operations System (ITOS) http://itos.gsfc.nasa.gov | | |

DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

Les agences spatiales du monde ont convenu que les futurs satellites devront communiquer avec la Terre et avec les uns avec les autres en utilisant un nouvel Internet sur système solaire (SSI) utilisant un réseau tolérant aux interruptions et aux délais (DTN). Ce modèle pourrait remplacer la communication point-à-point avec des actifs spatiaux, permettant aux systèmes terrestres de communiquer avec des satellites en dehors des contraintes de visibilité définies.

La mise en œuvre réussie du DTN renforcerait l'autonomie des satellites et réduirait considérablement les coûts d'exploitation et la complexité des satellites, tant les satellites et constellations d'exploration et en orbite autour de la Terre, et représenterait aussi des avantages importants au sol (communications avec les communautés éloignées ou collecte de données scientifiques dans des régions éloignées).

Quelques références sur les mérites et les applications des technologies DTN (DR-1, DR-2).

Ce projet consiste à mettre en œuvre une démonstration en laboratoire du prototype de communications DTN entre un nœud terrestre et un ou plusieurs nœuds « spatiaux » qui pourrait être considéré pour des essais en vol futurs.

PORTÉE DES TRAVAUX

La portée des travaux définie ici complète la section A.6 de Description des tâches génériques à l'annexe A.

Le projet consiste à livrer un prototype de réseau autonome DTN constitué d'au moins deux nœuds - un nœud terrestre et deux ou plusieurs nœuds spatiaux - dont la démonstration se ferait dans un environnement de laboratoire. La portée de cet EDT comprend les activités suivantes :

- a) La conception et la mise en œuvre d'un nœud terrestre prototype qui communique sur le réseau DTN et qui pourrait être intégré dans les architectures de la composante au sol futures.
- b) La conception et la mise en œuvre d'un ou de plusieurs nœuds spatiaux qui pourraient être intégrés sur une plate-forme de satellite future.
- c) Les essais et la démonstration de communications bidirectionnelles entre le nœud terrestre et le ou les nœuds spatiaux, notamment :
 - i. les télé-commandes émises par le nœud terrestre et traitées sur le nœud spatial, avec et sans perturbations/délais intégrés
 - ii. la télémétrie émise depuis le nœud spatial et recueillie par le nœud terrestre, avec et sans perturbations/délais intégrés
- d) la documentation décrivant le fonctionnement du ou des nœuds terrestres, y compris la gestion des pannes et l'intégration avec les systèmes de communication existants
- e) la documentation décrivant le fonctionnement du ou des nœuds spatiaux, y compris la gestion des pannes et l'intégration avec d'autres systèmes du logiciel de vol
- f) une carte routière de NMT au vol de tous les aspects de cette conception.

En plus des éléments mentionnés ci-dessus, l'Entrepreneur doit effectuer une évaluation de l'état de préparation de la technologie et des risques connexes (ÉÉPTR) des technologies clés utilisées dans le système proposé en conformité avec les Directives pour l'évaluation de l'état de préparation de la technologie et des risques connexes de l'ASC (DA-1), à l'aide des feuilles de travail fournies par l'ASC—la feuille de travail des critères d'identification des éléments de technologies critiques (DA-4) et la feuille de travail de l'évaluation des risques et de l'état de préparation de la technologie (DA-2) pour chaque CTE, et le cumul à l'aide de l'outil de cumul de données d'évaluation des risques et de l'état de préparation de la technologie (DA-3), et doit décrire les caractéristiques de performance de la technologie par rapport aux besoins de la mission ciblée pour l'environnement cible donné.

L'Entrepreneur doit fournir un plan de développement de technologie, appelé aussi carte routière technologique (CRT), y compris les développements requis en matière de technologie pour répondre aux besoins cibles de la mission, ainsi qu'un plan et un délai pour atteindre les NMT 6 et 8. La carte routière technologique doit être fournie dans le format de la feuille de travail de carte routière technologique (DA-5). Le but est de bien comprendre où nous en sommes d'un point de vue technologique dans la création de ce système, et ce à quoi le cheminement de la technologie ressemble, ses différentes phases, ainsi que le coût et le calendrier de mise en œuvre. phases, et le coût et le calendrier de mise en œuvre.

L'intention est que la stratégie qui en résulte pourrait être utilisée pour saisir des opportunités et/ou réduire les frais généraux de fonctionnement des missions spatiales futures.

CARACTÉRISTIQUES FONCTIONNELLES ET EXIGENCES DE PERFORMANCE

Les paragraphes suivants abordent une configuration générique prévue comme guide pour ce contrat, ainsi que les points fondamentaux dont il faut prendre en compte et les exigences spécifiques.

Points importants dont il faut prendre en compte :

Il est important de prendre les éléments suivants en compte pendant le présent contrat :

- les nœuds terrestres doivent pouvoir être intégrés dans les architectures de la composante au sol existantes. La connectivité avec les systèmes existants non-DTN pour l'exploitation de satellites doit donc être envisagée (ITOS (DR-4), interfaces d'antenne);
- les nœuds spatiaux doivent pouvoir être intégrés dans les plates-formes de satellites existantes. Les systèmes embarqués doivent donc être pris en compte ici;
- identifier les défaillances potentielles qui pourraient passer inaperçues lors de l'examen d'un système DTN opérationnel et proposer des stratégies d'atténuation. La prise de décision ou de systèmes d'alerte qui n'est pas basée sur l'acquisition ou la télémétrie pourrait être envisagée pour garantir que l'automatisation n'augmente pas les risques;
- les logiciels précédemment construits, commerciaux et ouverts et le matériel devraient être optimisés pour que la mise en œuvre et la démonstration du DTN représentent la dépense principale, et non l'ingénierie de routine.

Critères obligatoires :

Pour la composante au sol

| | |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| OBLIGATOIRE-GS-01 | Portée : Le matériel et le logiciel pour un nœud terrestre sur le réseau DTN doivent être fournis. |
| OBLIGATOIRE-GS-02 | Fonction : Le nœud terrestre doit assurer les principales fonctions d'une station terrestre, y compris, sans y être limité, la capacité de transmettre des télécommandes en temps réel et horodatées à un nœud spatial et la possibilité de recevoir la télémétrie à partir d'un nœud spatial. <i>Remarque : il est supposé que le nœud terrestre soit connecté en permanence au réseau DTN et qu'il est également en communication constante avec les autres composantes de la composante au sol, et que ce sont seulement les nœuds spatiaux qui se connectent et se déconnectent régulièrement au réseau DTN.</i> |
| OBLIGATOIRE-GS-03 | Fonction : Le nœud terrestre doit fournir le stockage et la transmission autonome de télécommandes au nœud satellite et la réception de la télémétrie lorsque le satellite apparaît sur le réseau DTN. |
| OBLIGATOIRE-GS-04 | Fonction : Le nœud terrestre doit prendre en charge les télécommandes et la réception de la télémétrie en présence d'interruptions et de délais. |
| OBLIGATOIRE-GS-05 | Fonction : Le nœud terrestre doit prendre en charge la communication point-à-point « standard » à faible latence en plus de la fonctionnalité DTN autonome. |
| OBLIGATOIRE-GS-06 | Fonction : Le réseau DTN livré pour ce projet doit être « autonome », c'est-à-dire ne pas se connecter en tant que nœuds à un réseau pré-existant. |
| OBJECTIF-GS-01 | Fonction : Le nœud terrestre devrait détecter ou prédire de façon autonome quand le nœud satellite se connecte au réseau DTN afin d'établir une communication. |
| OBJECTIF-GS-02 | Portée : Le nœud terrestre devrait s'intégrer avec une ou plusieurs commandes de satellite établies et le sous-système de télémétrie afin de faciliter l'intégration dans les composantes au sol. |

Remarque : à titre d'exemple, mentionnons le système de test et d'opérations intégré (ITOS) utilisé par la NASA et l'ASC. (DR-4)

OBJECTIF-GS-03 **Caractéristique** : Le nœud terrestre devrait donner la possibilité de transmettre ou non les télécommandes de façon conditionnelle, en fonction des conditions de télémétrie entrantes sans détection ni intervention par l'opérateur, (par exemple, pour gérer des conditions anormales)

OBJECTIF-GS-04 **Caractéristique** : Le nœud terrestre devrait permettre d'informer le personnel des situations hors-normes, selon les conditions de télémétrie (afin de gérer des conditions anormales).

Remarque : l'idée derrière l'OBJECTIF-GS-03 et l'OBJECTIF-GS-04 est d'assurer la sécurité des biens spatiaux comme priorité absolue, ce qui signifie la transmission ou la non transmission de télécommandes prévues en fonction de l'état de santé du satellite, et la transmission ou la non transmission de télécommandes récupérées d'anomalies en fonction de l'état de santé du satellite.

OBJECTIF-GS-05 **Caractéristique** : Le logiciel de nœud terrestre devrait réduire au minimum le stockage de données par la suppression de doublons et la compression des données.

OBJECTIF-GS-06 **Caractéristique** : Le logiciel de nœud terrestre devrait inclure des fonctions de journalisation robustes pour fournir la pleine connaissance de la situation de ses opérations pendant une consultation hors ligne.

OBJECTIF-GS-07 **Caractéristique** : Le nœud terrestre et le nœud spatial devraient maximiser l'utilisation des normes CCSDS et DTN, en coordination avec d'autres agences spatiales.

OBJECTIF-GS-08 **Caractéristique** : Le nœud de terre et le nœud spatial devraient être interopérables avec un réseau DTN plus large et permettre de se connecter ou de se déconnecter d'un réseau DTN externe sans compromettre la sécurité.

Pour la composante spatiale

OBLIGATOIRE-SS-01 **Portée** : Le matériel et le logiciel pour au moins deux nœuds spatiaux (ou « nœuds satellites ») sur le réseau DTN doivent être fournis.

OBLIGATOIRE-SS-02 **Fonction** : Le ou les nœuds spatiaux doivent fournir les principales fonctions d'un système de commande et de traitement de données satellite, y compris, sans y être limité, la capacité de recevoir des télécommandes en temps réel et horodatées et la possibilité de transmettre la télémétrie au nœud terrestre.

OBLIGATOIRE-SS-03 **Fonction** : Le ou les nœuds spatiaux doivent permettre d'établir de façon autonome les communications sur le réseau DTN lorsque les « contraintes de visibilité » sont satisfaites.

Remarque : la mise en œuvre des « contraintes de visibilité » est laissée à la discrétion de l'entrepreneur. Le but est simplement d'avoir une méthode permettant d'activer et de désactiver l'accès du nœud spatial au réseau DTN.

- OBLIGATOIRE-SS-04** **Fonction** : Le ou les nœuds spatiaux doivent planifier et exécuter des télécommandes entrantes et transmettre la télémétrie sur le réseau DTN prenant pleinement en compte les délais et les interruptions.
- OBLIGATOIRE-SS-05** **Fonction** : Chaque nœud spatial doit être identifiable indépendamment, de façon qu'il n'y ait pas d'ambiguïté quant au nœud spatial visé par une télécommande et quant au nœud spatial duquel la télémétrie est reçue.
- OBJECTIF-SS-01** **Portée** : Plus d'un nœud spatial devrait être fourni afin de démontrer les opérations de constellation de la DTN.
- OBJECTIF-SS-02** **Fonction** : L'infrastructure des communications DTN du nœud spatial devrait être légère et de faible puissance, ce qui la rendrait appropriée pour l'intégration sur le matériel du satellite.
- OBJECTIF-SS-03** **Portée** : Le logiciel de communication DTN du nœud spatial devrait être installé sur un ordinateur à carte unique ou une carte qui pourrait être adaptée pour des démonstrations en vol.
- OBJECTIF-SS-04** **Fonction** : Le logiciel de communication DTN du nœud spatial devrait minimiser le stockage de données à bord par la suppression de doublons et la compression des données.
- OBJECTIF-SS-05** **Caractéristique** : La télémétrie du nœud spatial devrait être configurable afin de montrer les conditions de défaillance dans la télémétrie afin d'évaluer la réponse de la composante au sol.
- OBJECTIF-SS-06** **Caractéristique** : Le nœud spatial devrait être en mesure de stocker et de transmettre des commandes DTN qui sont adressées à d'autres satellites sur le réseau DTN.
- OBJECTIF-SS-07** **Caractéristique** : La fonctionnalité « stocker et transmettre » devrait être configurable, de sorte que les commandes de quelques nœuds spatiaux précis soient acceptées et stockées, alors que les autres commandes sont ignorées.

Vérification

La démonstration et la mise à l'essai de scénarios DTN représentatifs sont les méthodes de vérification requises. Le soumissionnaire peut proposer des méthodes de vérification appropriées supplémentaires pour les exigences techniques, le cas échéant.

CALENDRIER DE NMT

Le NMT visé pour ce développement de technologie est le NMT 4 dans la période contractuelle.

MISSIONS VISÉES

Cette technologie s'applique à de nombreuses missions d'utilisation et d'exploration spatiales futures. Les premiers déploiements seront des programmes de microsattellites à faible coût ou potentiellement des applications terrestres dans les collectivités éloignées.

LIVRABLES SPÉCIFIQUES

Les livrables définis aux présentes complètent la section A.7 Livrables et réunions contractuels de l'annexe A.

| ID | Livrable |
|----|----------------------------------------------------------------------|
| D1 | Document de conception |
| D2 | Guide d'intégration |
| D3 | Procédures de vérification |
| D4 | Rapport de vérification |
| D5 | Matériel |
| D6 | Logiciels |
| D7 | Guide de l'utilisateur |
| D8 | Feuilles de travail et cumul de l'état de préparation et des risques |
| D9 | Feuille de travail de la feuille de route technologique |

CALENDRIER ET JALONS

Le développement de cette technologie est d'une durée maximale de 12 mois. Le soumissionnaire devra inclure dans la proposition le calendrier de développement et les jalons appropriés.

APPENDICE A-6

DESCRIPTIONS DES ÉLÉMENTS DE DONNÉES (DED)

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| DED-0011 – Niveau de maturité technologique avec formulaire et tableau-synthèse TRRA... | 155 |
| DED-0013 - Feuille de route technologique..... | 156 |
| DED-0113 – Dossier de données de revue | 157 |
| DED-0260 – Document de conception | 158 |
| DED-0321 – Plan de sécurité | 159 |
| DED-0461 – Plan de vérification..... | 161 |
| DED-0531 – Matrices de conformité et de vérification..... | 164 |
| DED-0632 – Modèles techniques et analyses | 165 |
| DED-0701 – Document de conception | 167 |
| DED-0710 – Document descriptif des versions logicielles (VDD)..... | 169 |
| DED-0754 – Procédure d’essai | 170 |
| DED-0759 – Rapport d’essai | 172 |
| DED-0905 DTVAC – Procédures opérationnelles et guide d’utilisation pour DTVAC | 174 |
| DED-0905 ROVER – Procédures opérationnelles et guide d’utilisation pour rover..... | 176 |

DED-0011 – Niveau de maturité technologique avec formulaire et tableau-synthèse TRRA

DED No de révision : nouveau

Date: 2015-02-19

OBJET

Se rapportant au document DA-1, les Lignes directrices sur l'évaluation de la maturité technologique et des risques (CSA-ST-GDL-0001), l'évaluation TRRA (Technology Readiness and Risk Assessment) décrit de façon systématique et objective à un moment précis (le jalon) du processus de développement, le niveau de maturité technologique d'un système destiné à une mission particulière d'engin spatial ou à un environnement particulier, la criticité des technologies constitutives et le degré de difficulté prévu pour franchir le reste des étapes du développement technologique.

Les documents TRRA présentent, pour tous les éléments technologiques critiques (CTE) du concept proposé figurant dans la Structure de répartition des produits (PBS), un résumé du niveau de maturité des technologies et des risques associés au développement de celles-ci.

Avant de procéder à l'évaluation TRRA, il faut s'entendre sur le niveau approprié de la PBS et l'identification du CTE.

INSTRUCTIONS CONCERNANT LA PRÉPARATION

L'évaluation de la maturité technologique et des risques (TRRA) doit être réalisée conformément aux Lignes directrices sur l'évaluation du niveau de maturité technologique et des risques (DA-1) connexes à l'aide des feuilles de travail suivantes fournies par l'ASC : Feuille de travail des critères d'identification des éléments technologiques critiques (CTE) DA-4 (CSA-ST-FORM-0003), Fiche d'évaluation de la maturité et du risque technologique (TRRA), DA-2 (CSA-ST-FORM-0001) pour chaque CTE et synthèse à l'aide de l'outil de consolidation de données d'évaluation de la maturité technologique et des risques DA-3 (CSA-ST-RPT-0002). Toutes les feuilles de travail remplies doivent être remises à l'ASC. Un résumé de l'évaluation TRRA et des recommandations doivent être inclus dans le rapport technique du projet

DED-0013 - Feuille de route technologique

DED No de révision : nouveau

Date: 2015-02-19

OBJET

La feuille de route technologique donne un aperçu des développements technologiques requis pour satisfaire aux besoins de la mission. Elle fournit également un plan et un échéancier pour l'atteinte des NMT (Niveau de maturité technologique) 6 et 8.

INSTRUCTIONS CONCERNANT LA PRÉPARATION

La feuille de route doit également être présentée selon le format du document DA-5 (CSA-ST-RPT-0003)

DED-0113 – Dossier de données de revue

DED No de révision : Initiale

Date: 2014-01-16

OBJET

Le dossier des données de revue est un recueil de tous les documents que doit présenter l'entrepreneur lors d'une revue technique officielle.

INSTRUCTIONS CONCERNANT LA PRÉPARATION

Chaque dossier de données de revue doit contenir les documents suivant :

1. Les documents identifiés comme jalons dans le tableau des livrables pertinents à chaque revue;
2. Les présentations faites à chaque rencontre;
3. L'ordre du jour de chaque rencontre;
4. Les procès-verbaux de la rencontre précédente;
5. Copies des commentaires/RIDs (Review Items Disposition) identifiées depuis la dernière revue formelle;
6. La liste des actions.

Pour la revue d'aptitude aux essais, les items suivant sont également requis:

1. Specifications et procédure d'essais;
2. Exigences et besoins liés aux test;
3. État de documentation;
4. Historiques des essais fonctionnels et environnementaux des systèmes et sous-systèmes;
5. Anomalies et solutions associées;
6. Exceptions et renonciations.

DED-0260 – Document de conception

OBJET

Décrire les caractéristiques et les capacités de l'élément à concevoir. Cet élément peut être un système ou un sous-système.

INSTRUCTIONS CONCERNANT LA PRÉPARATION

Le document de conception constitue une « réponse » au document de définition des exigences du système ou du sous-système. En effet, le document de définition précise les besoins, et le document de conception décrit les moyens mis en œuvre pour répondre à ces besoins. Le document de conception constitue le principal texte de référence pour les utilisateurs après la livraison de l'élément, et décrit toute la gamme de rendement ainsi que les capacités fonctionnelles vérifiées au cours du programme d'essai et de vérification¹.

Chaque document doit comprendre, à tout le moins, les éléments suivants :

- 1) Portée
Vue d'ensemble du système
 - a) Aperçu du document;
- 2) Conception du système
 - a) Diagramme des blocs fonctionnels
 - b) Interfaces externes
 - c) Descriptions des sous-systèmes
 - d) Interfaces internes
 - e) Description fonctionnelle
- 3) Description des éléments mécaniques
- 4) Description des éléments électriques
- 5) Modes et états d'exploitation
- 6) Considérations environnementales dérivées des exigences environnementales spécifiées dans le présent ET
- 7) Sigles et acronymes

¹ Tous les dessins 2D doivent être présentés en format PDF, avec capacité d'agrandissement.

DED-0321 – Plan de sécurité

DED No de révision : Initiale

Date: 2014-01-21

OBJET:

Le plan de sécurité définit les activités qui doivent être conduites par l'entrepreneur pendant le design, la fabrication, l'intégration, et les tests du système.

INSTRUCTIONS POUR LA PRÉPARATION:

Le plan de sécurité doit minimalement inclure l'information suivante:

- 1) Introduction;
- 2) Documents applicables et de référence ;
- 3) Portée;
- 4) Lois sur la sécurité applicables;
- 5) Organisation:
 - a) Organisation des aspects de sécurité,
 - b) Responsabilités individuelles,
 - c) Indications sur les préoccupations de sécurité;
- 6) Intégration et coordination des aspects liés à un programme de sécurité;
- 7) Jalons du programme de sécurité
- 8) Critères et exigences d'un programme de sécurité:
 - a) Système de suivi des dangers,
 - b) Catégories de dangers,
 - c) Niveau de probabilité des dangers,
 - d) Critère de réduction des dangers,
 - e) Logiciel critique de sécurité,
 - f) Procédures d'évaluation des risques,
 - g) Rapports/normes de sécurité,
 - h) Exigences d'ingénierie et critères de design,
 - i) Procédures et pratiques de conception;
- 9) Procédures et pratiques de fabrication;
- 10) Assemblage, intégration et essai;
- 11) Sécurité opérationnelle;
- 12) Analyse des dangers:
 - a) Liste des dangers potentiels,
 - b) Analyse des dangers des sous-systèmes,
 - c) Analyse de risque du system;

- 13) Dangers spécifiques:
 - a) Danger lies aux radiations non-ionisantes (Non-Ionising Radiation Hazard - RADHAZ),
 - b) Matières dangereuses,
 - c) Dangers spéciaux liés à la sécurité et la santé,
 - d) Produits chimiques dommageables pour l'environnement;
- 14) Sécurité du site (si applicable);
- 15) Affichage de dangers;
- 16) Données sur le système de sécurité;
- 17) Vérification de la sécurité, incluant des revues de sécurité, inspections et vérification;
- 18) Formation;
- 19) Rapport d'incident;
- 20) Interfaces du système de sécurité; et
- 21) Acronymes.

DED-0461 – Plan de vérification

DED No de révision : Initiale

Date: 2013-12-20

OBJET:

Le plan de vérification définit le processus de vérification. C'est à partir du plan de vérification que les méthodes de vérification sont élaborées. Celles-ci fournissent les instructions, y compris les configurations, les contraintes et les conditions préalables, pour obtenir les données montrant la conformité aux exigences.

INSTRUCTIONS CONCERNANT LA PRÉPARATION

NOTA: Dans le cas d'un plan de vérification pour une unité, les exigences ci-dessous devront être adaptées contextuellement.

Le plan de vérification doit minimalement :

- 1) inclure un numéro d'identification unique, un titre et un bref aperçu du système auquel le Plan de vérification s'applique;
- 2) décrire la relation de ce plan avec les autres plans de gestion de projet et techniques;
- 3) fournir un aperçu de l'approche de la méthodologie de vérification à utiliser sur le programme;
- 4) identifier les organismes et individus responsables de la vérification;
- 5) définir les activités de vérification qui prouveront, à chaque phase, que le système et les sous-systèmes répondent aux exigences spécifiées, notamment les exigences fonctionnelles, de rendement, d'interface, etc.;
- 6) décrire les méthodes et techniques à utiliser pour mesurer, évaluer et vérifier le système; ceci doit inclure la caractérisation du comportement du système qui n'est pas contrôlé par les exigences mais qui est important pour comprendre le système, et établir les valeurs réelles des paramètres qui vont au-delà des exigences;
- 7) décrire les méthodes et techniques à utiliser pour étalonner le système, y compris tout équipement de soutien;
- 8) montrer comment la vérification des exigences progresse dans l'arborescence hiérarchique de la vérification des articles et des sous-systèmes jusqu'à la vérification des systèmes, et montrer que chaque exigence est vérifiée à l'aide d'une matrice de vérification;
- 9) expliquer comment la vérification des exigences sera suivie depuis les exigences de niveau supérieur jusqu'aux documents de clôture en passant par les documents de niveau intermédiaire (résultats d'essai, analyses, rapports de similitude);
- 10) définir les exigences pour les installations de soutien, les outils d'analyse et l'équipement d'essai, à la fois ceux qui sont existants et ceux qui doivent être fabriqués; les hypothèses sur l'utilisation d'équipement fourni par le gouvernement (EFG) dans les essais doivent être documentés, y compris :
 - a) l'équipement et les matériels spécifiques nécessaires,
 - b) la configuration de l'équipement à utiliser,
 - c) les exigences sur la modification ou la mise à niveau de l'EFG,
 - d) l'emplacement auquel il doit être utilisé; et
- 11) définir le calendrier des activités de vérification (surtout les articles à fort impact tels que les essais du système complet), et le calendrier des exigences pour les installations fournies par le gouvernement (par ex. DFL).

La portée du document doit inclure:

- 1) les essais du système intégré relatifs à la conformité en matière de rendement et d'environnement;
- 2) les essais de compatibilité de l'équipement de soutien, afin de vérifier que les deux sont compatibles en termes de commande et de télémétrie;
- 3) les essais de la phase de mise en service; le flux et les processus opérationnels pour la phase de mise en service doivent être définis;
- 4) les essais de durée pour les articles à durée de vie limitée tels que les mécanismes et les batteries;

- 5) la vérification de durée pour les composants essentiels tels que les détecteurs et les batteries; et
- 6) la qualification technique et opérationnelle; la qualification technique signifie que le système est vérifié par rapport aux exigences, c.-à-d. équivalent à la vérification; la qualification opérationnelle veut dire que le système a fait l'objet d'une utilisation dans des conditions et fonctions réalistes conditions tel que prévu (également appelée validation).

Ce plan peut être divisé en sous-documents de taille plus gérable.

Pour chaque activité de vérification, le plan doit contenir, au minimum :

- 1) un numéro d'identification et une description de l'activité;
- 2) l'objectif, y compris les exigences à vérifier;
- 3) une méthode de vérification, un niveau de vérification (par ex. système, sous-système ou unité) un jalon de vérification (par ex. PDR, CDR, AR, etc.);
- 4) le matériel et le logiciel de soutien; et
- 5) les hypothèses et les contraintes qui s'appliquent à l'activité.

DÉFINITION DES MÉTHODES DE VÉRIFICATION

Le programme de vérification doit être exécuté à l'aide d'une ou de plusieurs des méthodes décrites dans les sous-sections ci-dessous.

Essais

La vérification par essai consiste à faire fonctionner le système, dans des conditions clairement définies, pour évaluer son rendement.

Essais fonctionnels

Les essais fonctionnels sont des essais individuels ou une série d'essais de rendement électrique ou mécanique menés sur le matériel ou les logiciels du système dans des conditions égales ou inférieures aux spécifications de conception. Leur objectif est d'établir que le système fonctionne de manière satisfaisante, conformément aux spécifications de conception et de rendement. Un essai fonctionnel est généralement réalisé dans les conditions ambiantes. On l'exécute avant et après chaque essai en environnement ou chaque étape importante afin de vérifier le rendement du système avant l'opération ou l'essai suivant.

Essais en environnement

Les essais en environnement sont des essais individuels ou une série d'essais que l'on fait subir au matériel du système pour s'assurer que le matériel du rover fonctionnera de manière satisfaisante dans un milieu analogue. Les essais de résistance aux vibrations ainsi que les essais acoustiques, thermiques, sous vide et EMC (Compatibilité électromagnétique) sont des exemples d'essais en environnement. Les essais en environnement peuvent ou non être combinés à des essais fonctionnels selon les objectifs des essais.

Analyse

La vérification par analyse est un procédé qui remplace ou complète les essais afin de vérifier la conformité aux spécifications (p. ex., stress, chaleur, matériaux). La technique retenue peut être une analyse de l'ingénierie des systèmes (structurale, environnementale, électrique, etc.), une analyse statistique et quantitative, des simulations informatiques et matérielles ainsi qu'une modélisation du milieu analogue.

On peut recourir à l'analyse lorsqu'on peut déterminer :

- a. qu'une analyse rigoureuse et précise est possible;
- b. que l'essai n'est pas réalisable ou rentable;
- c. qu'il n'y a pas de similarités;
- d. qu'une vérification par inspection ne convient pas.

Démonstration

La vérification par démonstration consiste à utiliser des techniques de démonstration réelle axées sur des exigences portant notamment sur les caractéristiques de fonctionnalité, d'accessibilité, de transportabilité et d'ergonomie. De façon générale, on prescrit la démonstration comme méthode de vérification des caractéristiques physiques qui ne sont pas assorties d'exigences numériques. Cela comprend des éléments qualitatifs comme le confort, l'accessibilité, la convenance et la pertinence. La démonstration peut aussi être prescrite en ce qui concerne la présence ou la compatibilité des contenants d'expédition, des éléments de manutention, etc.

Inspection

La vérification par inspection est l'évaluation physique de l'équipement et de la documentation connexe dans le but de vérifier les caractéristiques de conception. L'inspection sert à vérifier les éléments de construction, la qualité d'exécution, les dimensions et l'état physique, notamment la propreté, la finition de surface et la quincaillerie de verrouillage. Les inspections sont souvent menées dans le cadre d'un essai ou d'opérations d'assemblage documentées dans les instructions des fabricants.

Validation des dossiers

La validation des dossiers est le processus qui consiste à utiliser les dossiers de fabrication lors de la réception de l'élément final pour vérifier les éléments de construction et les procédés associés au matériel des systèmes. On la prescrit lorsqu'il est nécessaire de comparer deux documents ou plus en vue d'évaluer la conformité à une exigence. En voici quelques exemples courants :

- a) examiner sur des dessins les caractéristiques requises dans les spécifications;
- b) vérifier si les nomenclatures ne comportent pas d'éléments sensibles aux décharges électrostatiques;
- c) comparer deux ou plusieurs dessins pour évaluer une interface mécanique;
- d) vérifier les dossiers du personnel pour assurer une formation appropriée;
- e) vérifier les dossiers sur les installations pour connaître les conditions d'exposition;
- f) examiner les données fournies par le vendeur avec les pièces ou les matériaux;
- g) vérifier que les analyses respectent les spécifications en matière de sécurité.

Similarité

La vérification par similarité est une évaluation qui consiste à examiner des données d'essai antérieures ou une configuration matérielle et des applications pour voir si l'article à l'étude est similaire ou identique au plan de la conception et du procédé de fabrication à un autre article qui a déjà été qualifié en fonction de spécifications équivalentes ou plus strictes.

Revue des documents de conception

La vérification par la revue des documents de conception consiste à vérifier la conception en fonction des exigences, laquelle peut ou non contenir les particularités devant être vérifiées par un essai, une analyse, etc. Cette vérification doit faire partie du concept. Cette méthode est utilisée au cours des revues de définition préliminaire et de conception critique de la phase de développement.

DED-0531 – Matrices de conformité et de vérification

DED No de révision : nouveau

Date: 2015-02-19

OBJET

Les matrices de vérification et de conformité aux exigences montrent les détails de la conformité d'un système et de la vérification de cette conformité tout au long du cycle de vie du projet pour chacune des exigences du système. Il s'agit d'un document évolutif : il est mis à jour à chaque examen par l'ajout de nouvelles données. La matrice est étroitement liée au plan de vérification parce qu'elle fournit les liens détaillés entre les activités de vérification et les exigences particulières qu'elles abordent. Toutefois, ce document est distinct du Plan de vérification.

INSTRUCTIONS CONCERNANT LA PRÉPARATION

Les matrices de vérification et de conformité aux exigences doivent comprendre, pour chaque exigence :

- 1) Le numéro de document et le code d'identification de l'exigence;
- 2) la description de l'exigence;
- 3) les autres références pertinentes de l'exigence;
- 4) la méthode de vérification;
- 5) la conformité aux exigences d'après les données de vérification présentées pendant la phase en cours;
- 6) concernant les exigences quantitatives : la performance prévue ou réalisée et l'écart par rapport à l'exigence;
- 7) un lien vers les données de vérification qui justifient la conformité et attestent la valeur quantitative (document, page et paragraphe);
- 8) des commentaires, concernant par exemple des plans visant à régler les cas de non-conformité.

Cette matrice de conformité et de vérification peut être incluse dans le plan de vérification, ou produite séparément, puisque les deux sont intimement liés.

DED-0632 – Modèles techniques et analyses

DED No de révision : nouveau

Date: 2015-02-19

OBJET

Appuyer la conception et déterminer la faisabilité de cette conception de manière à respecter les exigences au cours des phases conceptuelles et, dans certains cas, permettre de vérifier la conformité aux exigences lorsqu'il n'est pas possible de le faire directement par un essai ou une inspection.

INSTRUCTIONS CONCERNANT LA PRÉPARATION

FORMAT ET CONTENU GÉNÉRIQUES POUR TOUTES LES ANALYSES

Tous les modèles élaborés doivent être livrés tel que prévu dans les formats suivants² :

- a) Conception mécanique : STEP AP203 (.stp)
- b) Conception électrique : formats .dsn, .sch, Pspice et Gerber;
- c) Conception logicielle : UML 2,0 ou XML (Extensible Markup Language)
- d) Conception thermique : NX Space Thermal

Dans les cas où un outil logiciel différent de celui de l'ASC est utilisé, le modèle et les extrants doivent être fournis dans le format d'origine ainsi que dans le format demandé. Pour les modélisations et les analyses qui ne font pas appel à un outil spécialisé, l'ASC acceptera les formats Matlab, Excel et MathCad. Si un outil hautement spécialisé est utilisé, le format du produit livré devra être négocié avec le TA. La transformation des données de l'outil de l'entrepreneur dans le format requis ne sera acceptée que si les résultats peuvent être reproduits dans l'outil de l'ASC. L'ASC n'acceptera pas une transformation qui entraîne la corruption du modèle, la perte de données ou la production de données pouvant être interprétées différemment.

Les documents d'analyse doivent comprendre tous les travaux d'analyse effectués pour appuyer la conception. L'analyse doit être suffisamment détaillée pour que l'ASC ou un examinateur extérieur puisse, en combinaison avec les modèles livrés, reproduire les résultats. L'analyse doit établir la faisabilité et la vérification de la conception pour répondre aux exigences.

Les données doivent comprendre des références aux sources, notamment équations, valeurs matérielles, paramètres et propriétés.

Chaque rapport doit comprendre au moins les renseignements suivants :

- 1) objectifs de l'analyse;
- 2) référence aux exigences pertinentes;
- 3) description des outils d'analyse utilisés;
- 4) description du modèle développé pour aider l'utilisateur du modèle (le cas échéant);
- 5) indication des hypothèses posées;
- 6) description des principales étapes de l'analyse et des résultats intermédiaires;
- 7) résultats de l'analyse et compatibilité avec les exigences;
- 8) détermination des éléments susceptibles de poser des problèmes et présentation de solutions conceptuelles de rechange; et
- 9) conclusion.

² Tous les dessins 2D doivent être présentés en format PDF, avec capacité d'agrandissement.

Les modèles livrés doivent comprendre au moins des exemples d'extraits afin que l'utilisateur puisse vérifier leurs fonctions, et ils devraient contenir les principaux extraits utilisés dans les documents d'analyse.

DED-0701 – Document de conception

DED No de révision : modifiée

Date: 2014-01-31

OBJET :

Documenter la conception d'un système ou d'un sous-système majeur (par ex. charge utile) et les analyses et compromis justificatifs, et fournir une intégration des analyses et essais individuels présentés dans les documents justificatifs, montrant comment ils ont affecté la conception.

INSTRUCTIONS DE PRÉPARATION:

Le document de conception doit d'abord être présenté au SRR (Revue des exigences du système) mis à jour au DDR (Revue de conception détaillée) et TRR (Revue d'aptitude à l'essai) et la version finale doit être présentée au FAR (Revue d'acceptation finale). Son contenu doit être adapté à la phase du projet pour laquelle elle fait rapport.

Le document de conception agit comme une « réponse » au document d'exigences pour le système ou sous-système. Les exigences énoncent ce qui est nécessaire et le document de conception décrit ce qui est fourni pour répondre à ces besoins. Le document de conception sert de référence principale pour les utilisateurs après la livraison du système, décrivant toute la gamme des capacités de rendement et fonctionnelles de l'article, comme vérifié lors du programme d'essais/vérification.

Le document de conception présente de façon globale les résultats techniques d'une phase de conception ou d'essai. Il décrit toutes les analyses techniques et tous les compromis réalisés en appui à la conception et au concept opérationnel. Il n'est pas prévu que le matériel d'autres documents soit répété, mais plutôt référencé et résumé.

Le document de conception doit contenir au minimum :

1) **Introduction**

Cette section doit présenter un aperçu du système, rappeler les principaux objectifs et les principales directives pour le projet, et résumer les principaux résultats de la phase.

2) **Architecture, conception et interfaces**

Cette section doit donner une description détaillée de l'architecture et de la conception du système et de ses sous-systèmes, y compris les interfaces internes et externes.

3) **Dessins et schémas**

Cette section doit inclure les schémas architecturaux des principaux aspects du système (logiciels, communication, électronique, structure d'alimentation, etc.); elle doit décrire et référencer les dessins de conception tels que les schémas de principe, les graphiques d'activités, les ICD (Document de contrôle des interfaces)

4) **Analyse du système et compromis**

Cette section doit présenter l'évaluation des approches de conception, y compris la réalisation d'études de compromis justifiant les décisions de conception. Les études de compromis doivent inclure la définition des critères, les résultats des critères et les décisions. L'analyse du système est effectuée par l'utilisation appropriée de diverses méthodes de recherche d'opérations afin d'aider à la résolution des problèmes (simulation, théorie de la mise en file d'attente, programmation linéaire et dynamique, optimisation, modèles mathématiques, etc.). L'analyse du système doit inclure les justifications des décisions de conception.

5) **Analyses**

Cette section doit résumer les analyses effectuées, les principaux résultats et les problèmes rencontrés; ceci est un résumé de chaque rapport d'analyse complet présenté séparément.

- 6) **Budgets:**
Cette section doit présenter un résumé des budgets TPM (Mesure de performance de test) y compris la discussion sur les décisions significatives concernant les allocations, les difficultés à atteindre des valeurs budgétées, les changements importants tout au long de la vie du projet.
- 7) **Essais**
Cette section doit résumer les essais effectués et les principaux résultats et questions qui posent problème; ceci est un résumé de chaque rapport d'essai complet présenté séparément.
- 8) **Opérations**
Cette section doit décrire les environnements opérationnels et de soutien ainsi que les modes opérationnels, et doit résumer les opérations du système dans des conditions à la fois nominales et de contingence.
- 9) **Approche de maintenance**
Cette section doit décrire l'approche de maintenance et les pièces de rechange proposées, surtout pour les articles maintenables tels que les logiciels de vol et les systèmes au sol.

DED-0710 – Document descriptif des versions logicielles (VDD)

DED No de révision : Initiale

Date: 2014-02-25

OBJET

Identifier le contenu d'une version d'un élément de configuration logicielle CSCI (Éléments de configuration logicielle), consigner les détails de tous les aspects du système ainsi que des logiciels et du matériel nécessaires à la régénération de ce CSCI.

INSTRUCTIONS CONCERNANT LA PRÉPARATION

Ce document doit identifier les modules du logiciel qui constituent les parties et l'ensemble du logiciel. Les changements apportés aux versions précédentes (s'il y a lieu) devront être documentés, de même que tout problème affectant l'opération de la version courante.

Le VDD doit contenir au moins les informations suivantes :

- 1) Introduction
 - a) Identification
 - b) Présentation générale du système
- 2) Documents de référence et applicables
- 3) Description de la version
 - a) Inventaire matériel
 - i) Matériel
 - ii) Outils matériels
 - iii) Exigences relatives au matériel de la plateforme de développement
 - iv) Outils logiciels
 - v) Liste des fichiers sources du CSCI
 - vi) Documentation. Cette section doit énumérer toutes les révisions de document importantes associées à cette version (exigences, ICD, etc.)
 - b) Inventaire logiciel
 - c) Modifications apportées au document. Cette section doit énumérer toutes les nouvelles fonctionnalités qui ont été ajoutées et/ou tous les problèmes qui ont été corrigés dans cette version. Il faut inclure une liste de tous les fichiers modifiés et créés, ainsi que la justification de chacun d'eux
 - d) Information sur la procédure de création et la configuration de l'environnement de développement. La procédure doit donner la marche à suivre en détail, avec les saisies d'écran voulues pour documenter le processus de création complet.
 - e) Procédures d'installation
 - f) Scripts, données et résultats des tests de validation
- 4) Erreurs connues et problèmes possibles
- 5) Remarques

DED-0754 – Procédure d'essai

DED No de révision : Initiale

Date: 2013-12-20

OBJET

Définir la procédure à suivre pour chaque essai à réaliser.

INSTRUCTIONS CONCERNANT LA PRÉPARATION

La présente DED s'applique aux systèmes, au matériel et aux logiciels.

La procédure d'essai doit comprendre au moins les renseignements suivants :

1. PORTÉE

Cette section doit comprendre une description succincte de l'essai et des objectifs visés.

2. EXIGENCES LIÉES À L'ESSAI

Cette section doit définir les mesures et les évaluations à réaliser au cours de l'essai incluant les essais de cas-types.

3. ARTICLE MIS À L'ESSAI

Cette section doit donner une description détaillée de la configuration de l'article à mettre à l'essai.

4. INSTALLATIONS D'ESSAI

Cette section doit préciser les installations d'essai à utiliser, y compris leur emplacement, les coordonnées et les points de contact.

5. PARTICIPANTS À L'ESSAI

Cette section doit fournir la liste de personnes (titre du poste, métier ou profession) requises pour mener l'essai ou y assister.

6. MONTAGE ET CONDITIONS DE L'ESSAI

Cette section doit comprendre une description ou des schémas des articles mis à l'essai dans la configuration de l'essai illustrant les interfaces avec le matériel d'essai et de soutien. L'instrumentation et la logique fonctionnelle doivent être illustrées au besoin. Cette section doit comprendre les exigences liées aux conditions ambiantes et à la propreté.

7. INSTRUMENTATION, MATÉRIEL D'ESSAI ET LOGICIELS D'ESSAI

Cette section doit fournir la liste des instruments, du matériel et des logiciels d'essai à utiliser au cours de l'essai.

8. PROCÉDURE

Cette section doit définir, étape par étape, la procédure à suivre, en commençant par l'inspection de l'article à l'essai et en poursuivant avec la description de la conduite de l'essai jusqu'à et y compris l'inspection après l'essai. Il faut définir chaque activité en séquence, tâche par tâche, y compris les niveaux d'essais à prendre en compte et les mesures et enregistrements à réaliser. Il faut indiquer en outre la procédure à suivre en cas de défaillance ou d'abandon.

9. ANALYSE DES DONNÉES

Cette section doit définir les méthodes à utiliser dans l'analyse des résultats, et préciser la plage d'incertitude. Le format de présentation des données doit être défini.

10. TABLEAU DES CRITÈRES D'ACCEPTATION/DE REJET

Cette section doit présenter les fiches techniques requises au cours de l'exécution des essais précisant les critères d'acceptation ou de rejet ainsi que les exigences connexes tirées des

documents ou spécifications des exigences. Ces fiches doivent être présentées sous forme de tableaux comportant des colonnes où consigner les valeurs mesurées et les écarts. Un imprimé d'ordinateur généré par le logiciel d'essai est acceptable pourvu qu'il contienne les mêmes informations. Les critères d'essai doivent toutefois être énoncés dans la procédure d'essai.

DED-0759 – Rapport d'essai

DED No de révision : Initiale

Date: 2013-12-20

OBJET

Documenter les résultats de tous les essais effectués.

INSTRUCTIONS CONCERNANT LA PRÉPARATION

La présente DED s'applique aux systèmes, au matériel et aux logiciels.

Le rapport d'essai doit documenter tous les essais réalisés en vue de vérifier que l'appareil ou le logiciel respectera les exigences fonctionnelles et opérationnelles précisées dans les documents ou spécifications des exigences s'appliquant à l'appareil.

La procédure d'essai doit comprendre au moins les renseignements suivants :

1. DOCUMENTS APPLICABLES

Cette section doit comprendre les procédures d'essai et les spécifications ou exigences des systèmes mis à l'essai.

2. ARTICLE OU SYSTÈME MIS À L'ESSAI

Cette section doit définir en détail la configuration de l'article mis à l'essai.

3. OBJET

Cette section doit décrire l'objet de l'essai ainsi que les spécifications ou exigences particulières qu'il doit vérifier.

4. RÉSUMÉ DES RÉSULTATS D'ESSAI

Cette section doit présenter un résumé des résultats des essais, y compris les non-conformités, le cas échéant.

5. INSTALLATIONS D'ESSAI

Cette section doit préciser les installations d'essai à utiliser, y compris leur emplacement, les coordonnées et les points de contact.

6. MONTAGE ET CONDITIONS DE L'ESSAI

Cette section doit comprendre une description ou des photos/schémas des articles mis à l'essai dans la configuration de l'essai illustrant les interfaces avec le matériel d'essai et de soutien. L'instrumentation et la logique fonctionnelle doivent être illustrées au besoin. Cette section doit décrire les conditions ambiantes et la propreté ainsi que les conditions d'opération (p. ex., tension d'alimentation).

7. INSTRUMENTATION, MATÉRIEL D'ESSAI ET LOGICIELS D'ESSAI

Cette section doit fournir la liste des instruments, du matériel et des logiciels d'essai utilisés au cours de l'essai.

8. RÉSULTATS DÉTAILLÉS DE L'ESSAI

Cette section doit présenter les données réelles des essais obtenues dans les tableaux préparés au cours de la procédure d'essai (ou générés par logiciel) au cours de l'essai proprement dit, ainsi que les écarts par rapport aux critères.

9. ANALYSE DES DONNÉES D'ESSAI

Cette section doit documenter les analyses requises pour relier les résultats détaillés aux exigences à vérifier.

10. NON-CONFORMITÉS

Cette section doit fournir tous les rapports de non-conformité générés au cours de l'essai. Ces rapports seront datés et stipuleront les dernières décisions du NCRB (Comité de vérification de la non-conformité)

11. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Cette section doit préciser les lacunes, les limites ou les contraintes, et proposer des solutions conceptuelles de rechange à évaluer en vue de régler les problèmes survenus au cours de l'essai.

12. ATTESTATION DU RESPECT DES PROCÉDURES

Une déclaration à l'effet que les items soumis aux essais l'ont été selon la procédure de mise devra être signée et datée par le responsable des tests, du représentant de la qualité, et du représentant du client (lorsqu'applicable).

DED-0905 DTVAC – Procédures opérationnelles et guide d'utilisation pour DTVAC

DED No de révision : Initiale avec adaptation

Date: 2015-03-31

OBJET

Fournir des procédures détaillées, étape par étape, ainsi que des directives concernant l'exploitation du système (chambre ou interfaces avec l'unité sous essai). Dans le cas d'un DTVAC (Dusty/Dirty Thermo-Vacuum Chamber - Enceinte à vide thermique poussiéreuse / salle), il faut inclure les procédures visant le DTVAC proprement dit ainsi qu'après son intégration avec l'unité sous essai (UUT).

INSTRUCTIONS CONCERNANT LA PRÉPARATION

NOTA : Ce guide est rédigé pour des projets de petites envergures en remplacement de procédures opérationnelles et guides d'utilisation individuels.

Exigences générales

Les procédures opérationnelles et le guide d'utilisation doivent être fournis en Microsoft Word. Les dessins et les images doivent être intégrés à ces documents Word, et non pas présentés dans des fichiers distincts.

Les procédures opérationnelles et le guide d'utilisation doivent contenir une annexe présentant une analyse du flux des opérations de bout en bout, y compris les opérations en temps réel ainsi que les travaux d'analyse hors ligne réalisés avant et après la mission. Ils doivent également indiquer le processus de formation des opérateurs, notamment la préparation des séances de formation, la mise en œuvre de celles-ci et l'utilisation des outils servant à évaluer le rendement des opérateurs et à leur permettre d'obtenir leur certification.

Le guide d'utilisation doit contenir les renseignements suivants :

- 1) Description et principes d'exploitation, y compris configuration pour les aspects suivants :
 - a) La chambre DTVAC à proprement dit
 - b) Toutes les unités à l'essai
 - c) Déploiement sur le terrain (si applicable)
- 2) Procédures d'assemblage :

NOTA : vise l'installation du UUT au sein des interfaces UUT.

 - a) Interfaces mécaniques (y compris les raccordements des systèmes de refroidissement / chauffage)
 - b) Interfaces électriques
 - c) Interfaces de commande et de traitement des données (C&DH)
 - d) Instructions de montage de scénario (logiciel et matériel)
 - e) Instructions d'analyse de scénario
- 3) Procédures de démontage
- 4) Modes d'exploitation
- 5) Procédures et bases de données opérationnelles
 - a) Définition de toutes les opérations pour lesquelles le système a été conçu
 - b) Spécification de toutes les contraintes associées à chaque procédure, avec renvois aux documents techniques justificatifs
 - c) Marche/arrêt et initialisation du logiciel, et cessation de l'exploitation du système
 - d) Étalonnage
 - e) Procédures opérationnelles courantes
 - f) Suivi des opérations du système, y compris définition des problèmes, évaluation et conditions nécessitant l'arrêt de l'ordinateur

- g) Détection, analyse et correction des comportements anormaux
 - h) Renvois à la base de données sur la configuration de référence pour chaque paramètre utilisé dans la procédure
 - i) Règles de fonctionnement
- 6) Procédures C&DH
- a) Méthodes de commande du système ou de l'expérience (par ordinateur, manuellement, autres)
 - b) Méthodes de collecte et d'élimination des données liées à la santé et sécurité.
- 7) Procédure d'utilisation des logiciels
- a) Informations et instructions d'utilisation nécessaires aux interactions utilisateurs avec les CSCI
 - i) Procédures opérationnelles, étape par étape, y compris l'utilisation des outils d'analyse avant et après la mission ainsi que des outils de formation, d'évaluation et de certification des opérateurs
 - ii) Définition de toutes les options qui s'offrent à l'utilisateur
 - iii) Procédures d'initialisation
 - iv) Options et entrées utilisateurs nécessaires
 - v) Définition et description des entrées du système et effets sur l'interface utilisateur
 - vi) Méthodes d'arrêt et indicateurs
 - vii) Procédures de redémarrage
 - viii) Extrants attendus.
 - b) liste des messages d'erreur, y compris définition et mesures à prendre.
- 8) Procédures d'entretien et de dépannage
- a) Reprise en cas de problèmes ou d'interruptions, y compris redémarrage et collecte d'informations concernant les problèmes
 - b) Description des caractéristiques de diagnostic à la disposition de l'opérateur, y compris outils disponibles, et procédures de diagnostic étape par étape
 - c) Tableau de dépannage
 - d) Entretien périodique requis, y compris les tâches et les fréquences
 - e) Équipement d'essai et outils spéciaux requis

Base de données opérationnelles

La base de données opérationnelles (ODB) doit contenir la définition des données suivantes

- 1) Format de la base de données de télémessure
- 2) Format de la base de données de télécommande
- 3) Configuration de base du système (DTVAC or interfaces UUT)
 - a) Définition de tous les paramètres déterminant la configuration de la base de données installée à bord à n'importe quel moment, y compris conversions et contraintes, en temps réel, planification et plateformes d'analyse
- 4) Configuration de base du poste de commande à distance (RCS):
 - a) Définition de tous les paramètres déterminant la configuration de la base de données RCS à n'importe quel moment, y compris conversions et contraintes
 - b) Valeurs de tous les paramètres liés au système (DTVAC or interfaces UUT) dans l'ODB et pertinents pour l'exécution des procédures et l'entretien du système à bord
 - c) Contraintes imposées aux valeurs de télémessure et vérification de l'état du système
 - d) État de la configuration logicielle du système (DTVAC or interfaces UUT) et du RCS.

DED-0905 ROVER – Procédures opérationnelles et guide d'utilisation pour rover

DED No de révision : Initiale avec adaptation

Date: 2014-02-12

OBJET

Fournir des procédures détaillées, étape par étape, ainsi que des directives concernant l'exploitation du système (charge utile ou rover). Dans le cas d'un rover, il faut inclure les procédures visant le véhicule proprement dit ainsi que le véhicule une fois intégré.

INSTRUCTIONS CONCERNANT LA PRÉPARATION

NOTE : Ce guide est rédigé pour des projets de petites envergures en remplacement de procédures opérationnelles et guides d'utilisation individuels.

Exigences générales

Les procédures opérationnelles et le guide d'utilisation doivent être fournis en Microsoft Word. Les dessins et les images doivent être intégrés à ces documents Word, et non pas présentés dans des fichiers distincts.

Les procédures opérationnelles et le guide d'utilisation doivent contenir une annexe présentant une analyse du flux des opérations de bout en bout, y compris les opérations en temps réel ainsi que les travaux d'analyse hors ligne réalisés avant et après la mission. Ils doivent également indiquer le processus de formation des opérateurs, notamment la préparation des séances de formation, la mise en œuvre de celles-ci et l'utilisation des outils servant à évaluer le rendement des opérateurs et à leur permettre d'obtenir leur certification.

Le guide d'utilisation doit contenir les renseignements suivants :

- 1) Description et principes d'exploitation, y compris configuration pour les aspects suivants :
 - a) Transport
 - b) Déploiement sur le terrain (s'il est différent)
- 2) Procédures d'assemblage (le cas échéant)
NOTA : vise l'assemblage interne à un rover ou à une charge utile, NE COUVRE PAS l'installation d'une charge utile sur un rover, laquelle doit être présentée dans les procédures d'intégration.
 - a) Interfaces mécaniques (y compris les raccordements des systèmes de refroidissement / chauffage)
 - b) Interfaces électriques
 - c) Interfaces de commande et de traitement des données (C&DH)
 - d) Instructions de montage de scénario (logiciel et matériel)
 - e) Instructions d'analyse de scénario
- 3) Procédures de démontage
- 4) Modes d'exploitation
- 5) Procédures et bases de données opérationnelles
 - a) Définition de toutes les opérations pour lesquelles le système a été conçu
 - b) Spécification de toutes les contraintes associées à chaque procédure, avec renvois aux documents techniques justificatifs
 - c) Marche/arrêt et initialisation du logiciel, et cessation de l'exploitation du système
 - d) Étalonnage
 - e) Procédures opérationnelles courantes
 - f) Suivi des opérations du système, y compris définition des problèmes, évaluation et conditions nécessitant l'arrêt de l'ordinateur

- g) Détection, analyse et correction des comportements anormaux
 - h) Renvois à la base de données sur la configuration de référence pour chaque paramètre utilisé dans la procédure
 - i) Règles de fonctionnement
- 6) Procédures C&DH
- a) Méthodes de commande du système ou de l'expérience (par ordinateur, manuellement, autres)
 - b) Méthodes de collecte et d'élimination des données liées à la santé et sécurité.
- 7) Procédure d'utilisation des logiciels
- a) Informations et instructions d'utilisation nécessaires aux interactions utilisateurs avec les CSCI
 - i) Procédures opérationnelles, étape par étape, y compris l'utilisation des outils d'analyse avant et après la mission ainsi que des outils de formation, d'évaluation et de certification des opérateurs
 - ii) Définition de toutes les options qui s'offrent à l'utilisateur
 - iii) Procédures d'initialisation
 - iv) Options et entrées utilisateurs nécessaires
 - v) Définition et description des entrées du système et effets sur l'interface utilisateur
 - vi) Méthodes d'arrêt et indicateurs
 - vii) Procédures de redémarrage
 - viii) Extrants attendus.
 - b) liste des messages d'erreur, y compris définition et mesures à prendre.
- 8) Procédures d'entretien et de dépannage
- a) Reprise en cas de problèmes ou d'interruptions, y compris redémarrage et collecte d'informations concernant les problèmes
 - b) Description des caractéristiques de diagnostic à la disposition de l'opérateur, y compris outils disponibles, et procédures de diagnostic étape par étape
 - c) Tableau de dépannage
 - d) Entretien périodique requis, y compris les tâches et les fréquences
 - e) Équipement d'essai et outils spéciaux requis

Base de données opérationnelles

La base de données opérationnelles (ODB) doit contenir la définition des données suivantes

- 1) Format de la base de données de télémessure
- 2) Format de la base de données de télécommande
- 3) Configuration de base du système (rover ou charge utile)
 - a) Définition de tous les paramètres déterminant la configuration de la base de données installée à bord à n'importe quel moment, y compris conversions et contraintes, en temps réel, planification et plateformes d'analyse
- 4) Configuration de base du poste de commande à distance (RCS):
 - a) Définition de tous les paramètres déterminant la configuration de la base de données RCS à n'importe quel moment, y compris conversions et contraintes
 - b) Valeurs de tous les paramètres liés au système (rover ou charge utile) dans l'ODB et pertinents pour l'exécution des procédures et l'entretien du système à bord
 - c) Contraintes imposées aux valeurs de télémessure et vérification de l'état du système
 - d) État de la configuration logicielle du système (rover ou charge utile) et du RCS.