

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 Generic Technologies	
Solicitation No. - N° de l'invitation 9F063-130093/A	Date 2013-06-20
Client Reference No. - N° de référence du client 9F063-13-0093	
GETS Reference No. - N° de référence de SEAG PW-\$MTB-450-12341	
File No. - N° de dossier MTB-3-36035 (450)	CCC No./N° CCC - FMS No./N° VME
Solicitation Closes - L'invitation prend fin at - à 02:00 PM on - le 2013-07-30	
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: Guérinik (mtb450), Naoual	Buyer Id - Id de l'acheteur mtb450
Telephone No. - N° de téléphone (514) 496-3409 ()	FAX No. - N° de FAX (514) 496-3822
Destination - of Goods, Services, and Construction: Destination - des biens, services et construction: AGENCE SPATIALE CANADIENNE 6767 ROUTE DE L AEROPORT 9F063-Sciences & Tech. spatiales 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

TABLE DES MATIÈRES

PARTIE 1 - RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX

- 1.1 Introduction
- 1.2 Sommaire
- 1.3 Compte rendu

PARTIE 2 – INSTRUCTIONS AUX SOUMISSIONNAIRES

- 2.1 Instructions, clauses et conditions uniformisées
- 2.2 Clauses du Guide CCUA
- 2.3 Présentation des soumissions
- 2.4 Demandes de renseignements – en période de soumission
- 2.5 Lois applicables
- 2.6 Financement maximal

PARTIE 3 – INSTRUCTIONS POUR LA PRÉPARATION DES SOUMISSIONS

- 3.1 Instructions pour la préparation des soumissions
- 3.2 Section I : Soumission technique et de gestion
- 3.3 Section II : Soumission financière
- 3.4 Fluctuation du taux de change
- 3.5 Section III : Attestations

PARTIE 4 - PROCÉDURES D'ÉVALUATION ET MÉTHODE DE SÉLECTION

- 4.1. Procédures d'évaluation
- 4.2. Évaluation technique et de gestion
- 4.3 Évaluation financière
- 4.4 Méthode de sélection

PARTIE 5 - ATTESTATIONS

- 5.1 Attestations obligatoires préalables à l'attribution du contrat et attestations requises avec la soumission
- 5.2 Attestations additionnelles préalables à l'attribution du contrat
- 5.3 Programme de contrats fédéraux
- 5.4 Attestation pour ancien fonctionnaire
- 5.5 Attestation du contenu canadien
- 5.6 Statut et disponibilité du personnel
- 5.7 Études et expérience

PARTIE 6 – EXIGENCES FINANCIÈRES ET AUTRES

- 6.1 Capacité financière

Solicitation No. - N° de l'invitation

9F063-130093/A

Amd. No. - N° de la modif.

Buyer ID - Id de l'acheteur

mtb450

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

9F063-13-0093

File No. - N° du dossier

MTB-3-36035

CCC No./N° CCC - FMS No/ N° VME

PARTIE 7 – CLAUSES DU CONTRAT SUBSÉQUENT

- 7.1 Énoncé des travaux
- 7.2. Clauses et conditions uniformisées
- 7.3 Durée du contrat
- 7.4 Responsables
- 7.5 Paiement
- 7.6 Instructions relatives à la facturation
- 7.7 Attestations
- 7.8. Lois applicables
- 7.9 Priorité des documents
- 7.10 Ressortissants étrangers (entrepreneur étranger)
- 7.11 Assurance

Liste des pièces jointes :

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

Liste des annexes:

- Annexe A Énoncé des travaux et exigences
- Annexe B Base de paiement

PARTIE 1 – RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX

1.1 Introduction

La demande de soumissions compte sept parties ainsi que des pièces jointes et des annexes. Elle est divisée comme suit :

Partie 1 - Renseignements généraux : renferme une description générale du besoin.

Partie 2 - Instructions aux soumissionnaires : donne aux soumissionnaires les instructions, clauses et conditions qui s'appliquent 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 : indique le déroulement de l'évaluation, les critères d'évaluation qui doivent être traités dans la soumission, et la méthode de sélection.

Partie 5 - Attestations : renferme les attestations à fournir.

Partie 6 - Exigences financières et autres : précise les exigences à respecter par les soumissionnaires.

Partie 7 - Clauses du contrat subséquent : contient les clauses et les conditions qui s'appliqueront à tout contrat subséquent.

La demande comprend les pièces jointes suivantes :

Pièce jointe 1 à la Partie 3 – Instructions pour la préparation de la soumission technique et de gestion

Pièce jointe à la Partie 4 – Critères d'évaluation cotés

Elle comprend aussi les annexes suivantes :

Annexe A : Énoncé des travaux et exigences

Annexe B : Base de paiement

1.2 Sommaire

Titre du projet

Technologies génériques

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 des technologies génériques, énumérées au tableau 1.1 ci-dessous et en lien avec les priorités de l'ASC et les feuilles de route de mission. Pour chaque technologie prioritaire (TP) mentionnée dans l'énoncé des

travaux (ET), 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) 6. Les technologies prioritaires sont les technologies que l'ASC a sélectionnées comme ayant un potentiel d'innovation et/ou d'impact technologique qu'il faut mettre au point pour répondre aux objectifs mis de l'avant dans la Stratégie spatiale canadienne.

Jusqu'à 13 contrats peuvent être attribués.

Rang	No. de PT	Titre de la technologie prioritaire	Financement Maximum (K\$)
1	PT 1	Laser de télédétection à haut rendement	500
2	PT 2	Conception détaillée d'éléments d'optique d'entrée convenant à des applications dans le champ de vision (FOV) du visible et du proche infrarouge (VNIR)/infrarouge de courte longueur d'onde (SWIR)	250
3	PT 3	Grands détecteurs monophotoniques à sensibilité accrue aux UV destinés à des applications en spatioastronomie	150
4	PT 4	Structures CFRP multifonctions	500
5	PT 5	Système d'atténuation des chocs	250
6	PT 6	Technologie d'isolation thermique pour l'amélioration de la fiabilité des capteurs	250
7	PT 7	Structures composites thermiquement stables pour charges utiles	250
8	PT 8	Systèmes de propulsion écologiques embarqués pour le maintien à poste et la désorbitation de microsattellites	250
9	PT 9	Nouveaux boucliers de protection contre les micrométéorites et les débris orbitaux	250
10	PT 10	Autonomie avancée pour l'entretien robotique spatial	300
11	PT 11	Antenne UHF déployable de grande puissance	600
12	PT 12	Mise au point d'un amplificateur de grande puissance au nitrure	575

		de gallium (GaN) pour les applications en bande X	
13	PT 13	Matériaux de blindage contre le rayonnement spatial	375

Tableau 1.1 : Liste des technologies génériques prioritaires

Durée du contrat

Chaque contrat sera émis pour une période de vingt-quatre (24) mois.

Budget réel disponible

Le budget disponible aux termes de cette DP est de 4.5 millions de dollars, toutes taxes applicables en sus. Un contrat sera attribué à la soumission recevable la plus avantageuse pour chacune des technologies prioritaires selon l'ordre donné au tableau 1.1 ci-dessus. Autrement dit, le premier contrat sera attribué pour la TP1, le deuxième pour la TP2, etc. On trouvera à l'annexe A (Énoncé des travaux et exigences) une description des travaux pour chaque technologie prioritaire (TP).

Advenant le cas où il n'y aurait aucune proposition recevable pour une technologie prioritaire donnée, ou s'il restait de l'argent non dépensé au budget, le Canada pourrait choisir d'attribuer un contrat ou plus aux soumissions qui se sont classées au deuxième rang pour une technologie prioritaire donnée (selon la disponibilité des fonds et la solution proposée). Se reporter à la section 4.3 de la partie 4 - Procédures d'évaluation et méthode de sélection pour de plus amples renseignements

Exigences en matière de sécurité

Aucune exigence en matière de sécurité ne s'applique à ce projet.

Ce besoin n'est pas assujéti à des accords commerciaux.

Contenu canadien

Ce besoin est limité à des biens ou des services canadiens.

Programme des marchandises contrôlées

Ce besoin est assujéti aux dispositions du Programme des marchandises contrôlées.

1.3 Compte rendu

Après l'attribution du contrat, 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

Solicitation No. - N° de l'invitation

9F063-130093/A

Amd. No. - N° de la modif.

Buyer ID - Id de l'acheteur

mtb450

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

9F063-13-0093

File No. - N° du dossier

MTB-3-36035

CCC No./N° CCC - FMS No/ N° VME

contractante dans les quinze (15) jours ouvrables suivant la réception des résultats du processus de demande de soumissions. Le compte rendu peut être fourni par écrit, par téléphone ou en personne.

PARTIE 2 – INSTRUCTIONS AUX SOUMISSIONNAIRES

2.1 Instructions, clauses et conditions uniformisées

Toutes les instructions, clauses et conditions identifiées dans la soumission par un numéro, une date et un titre sont établies dans le *Guide des clauses et conditions uniformisées d'achat*

(<https://achatsetventes.gc.ca/politiques-et-lignes-directrices/guide-des-clauses-et-conditions-uniformisee-s-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 (2012-11-19) Instructions uniformisées - biens ou services - besoins concurrentiels, est incorporé par renvoi dans la demande de soumissions et en fait partie intégrante.

La sous-section 5.4 du document 2003, Instructions uniformisées - biens ou services - besoins concurrentiels, est modifiée comme suit :

Supprimer : soixante (60) jours

Insérer : deux cent quarante (240) jours

2.2 Clauses du *Guide CCUA*

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

Une liste des sous-traitants est nécessaire pour la rapport sur la répartition régionale.

2.3 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.

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.

2.4 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 les demandes de renseignements reçues après ce délai, il est possible que l'on ne puisse pas y répondre.

Les soumissionnaires devraient citer le plus fidèlement possible le numéro du paragraphe de la demande de soumissions auquel se rapporte la demande de renseignements. Ils devraient également énoncer chaque question de manière suffisamment détaillée pour que les représentants du gouvernement du Canada puissent 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 forme ne permettrait pas de les diffuser à tous les soumissionnaires.

2.5 Lois applicables

Tout contrat découlant d'une demande de propositions sera interprété et régi conformément aux 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. Pour ce faire, ils peuvent supprimer 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 Financement maximal

Le financement maximal disponible, taxe sur les produits et services (TPS) et Taxe de vente du Québec (TVQ) en sus, pour chaque contrat attribué dans le cadre d'une demande de soumissions figure au *tableau 1 : Liste des technologies génériques prioritaires de la Partie 1 – Renseignements généraux*. Toute soumission dont la valeur est supérieure à cette somme sera jugée non recevable, selon la section 4.3 Évaluation financière, PARTIE 4 – Procédures d'évaluation et méthode de sélection. Le fait de divulguer le financement maximal disponible n'engage aucunement le Canada à payer cette somme.

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 génériques prioritaires de la Partie 1 – Renseignements généraux*, 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 présentent leur soumission en sections distinctes, comme suit :

- (a) Chaque soumission doit contenir les sections suivantes :
 - Section I : Soumission technique et de gestion, et résumé : (1 exemplaire papier et 2 copies électroniques sur CD)
 - Section II : Soumission financière (1 exemplaire papier et une copie électronique sur CD)
 - Section III : Attestations (1 exemplaire papier)
- (b) Les exemplaires papier doivent être reliés séparément.
- (c) En cas d'écart entre le libellé de la copie électronique et de l'exemplaire papier, le libellé de l'exemplaire papier aura préséance sur celui de la copie électronique.
- (d) 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 un seul fichier. Les seuls formats acceptables sont MS Word, WordPerfect, PDF et HTML.
- (e) 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, WordPerfect, PDF et HTML.
- (f) La copie électronique de la Section II doit être soumise sur un CD distinct de celui de la Section I.
- (g) Les prix doivent figurer dans la Section II (soumission financière) seulement. Aucun prix ne doit être indiqué dans une autre section de la soumission.
- (h) 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.
- (i) 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 agences et ministères fédéraux prennent les mesures nécessaires pour incorporer les facteurs environnementaux dans le processus d'approvisionnement Politique d'achats écologiques (

<http://www.tpsgc-pwgsc.gc.ca/ecologisation-greening/achats-procurement/politique-policy-fra.html>). Pour aider le Canada à atteindre ses objectifs, les soumissionnaires devraient :

- 1) utiliser des feuilles de 8,5 x 11 pouces (216 mm x 279 mm) dont le papier est certifié comme provenant d'un aménagement forestier durable et ayant au moins 30 % de matière recyclée;
- 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.

3.2 Section I : Soumission technique et de gestion

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

La soumission technique et de gestion devrait traiter clairement et de manière suffisamment approfondie des points faisant l'objet des critères d'évaluation en fonction desquels la soumission sera évaluée. Il ne suffit pas de reprendre simplement les énoncés contenus dans la demande de soumissions. Afin de faciliter l'évaluation de la soumission, le Canada demande que les soumissionnaires abordent les sujets dans l'ordre des critères d'évaluation, sous les mêmes rubriques. Pour éviter les 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, 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 intitulée « 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).

3.3 Section II : Soumission financière

3.3.1 Les soumissionnaires doivent présenter leur soumission financière comme suit :

Option 1 :

- (a) Un prix de lot ferme tout compris pour les travaux, et ne dépassant pas le financement maximal disponible pour chaque contrat découlant de la demande de soumissions mentionné au tableau 1 de la partie 1 : *Liste des technologies génériques prioritaires*. Le montant total de la taxe sur les produits et services ou de la taxe de vente harmonisée doit être indiqué séparément, s'il y a lieu.

-OU-

Option 2 :

- (a) Un prix total sujet à un prix plafond, qui ne doit pas dépasser le financement maximal disponible pour chaque contrat découlant de la demande de soumissions mentionné au tableau 1 de la

partie 1 : *Liste de technologies génériques prioritaires*. Le montant total de la taxe sur les produits et services ou de la taxe de vente harmonisée doit être indiqué séparément, s'il y a lieu.

(b) Les prix doivent être exprimés en dollars canadiens. Le montant total de la taxe sur les produits et services ou de la taxe de vente harmonisée doit être indiqué séparément.

3.3.2 Les soumissionnaires doivent soumettre leur prix pour chaque technologie prioritaire selon les Incoterms 2000 franco destination, droits de douane et taxes d'accise inclus, et TPS et TVQ en sus.

3.3.3 Au moment de préparer leur soumission financière, les soumissionnaires doivent examiner la base de paiement à l'annexe B et l'évaluation financière à la section 4.3 de la partie 4 - Procédures d'évaluation et méthode de sélection.

3.3.4 Pour chaque soumission financière qu'il présente, le soumissionnaire doit fournir une ventilation des prix comme suit pour chaque prix de lot ferme indiqué selon les modalités figurant à la section 3.3.1 a) Option 2 de la partie 3 et à l'annexe B, Base de paiement.

- (a) Main-d'œuvre : Pour chaque travailleur ou catégorie de travailleurs affecté aux travaux, le soumissionnaire doit indiquer : i) le taux horaire, comprenant tous les coûts indirects et la marge bénéficiaire; ii) une estimation du nombre d'heures de travail.
- (b) Équipement : Le soumissionnaire doit dresser la liste des articles à acheter et requis pour effectuer les travaux, avec le prix de base de chacun, y compris les taxes d'accise et droits de douane canadiens qui s'appliquent. Ces articles seront livrés au Canada lorsque le contrat sera terminé.
- (c) Matériaux et fournitures : Le soumissionnaire doit énumérer chaque catégorie de matériaux et fournitures à acheter, et fournir la base d'établissement du prix pour chacune en vue de réaliser les travaux.
- (d) Déplacements et séjours : Le soumissionnaire doit indiquer le nombre de déplacements et le nombre de jours de chacun, ainsi que leur coût, leur but et leur destination, et mentionner la base d'établissement des prix, lesquels ne doivent pas dépasser les limites établies dans la Directive sur les voyages du Conseil du Trésor (CT). Conformément à cette directive, 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.tbs-sct.gc.ca/hr-rh/gtla-vgcl/index_f.asp) ainsi que les autres dispositions qui font référence aux « voyageurs » plutôt qu'aux « employés » s'appliquent.
- (e) Sous-traitance : Le soumissionnaire doit identifier tous les sous-traitants proposés et fournir pour chacun, dans la soumission financière, la ventilation des prix demandée dont il est question au paragraphe 3.3.4 de la partie 3 de la demande de propositions.
- (f) Autres frais directs : Le soumissionnaire doit mentionner tous les autres frais directs prévus, comme des appels interurbains ou des frais de location, et fournir la base d'établissement des prix pour chacun.
- (g) TPS et TVQ : Le soumissionnaire doit indiquer séparément les taxes applicables (TPS et TVQ).

Solicitation No. - N° de l'invitation

9F063-130093/A

Amd. No. - N° de la modif.

Buyer ID - Id de l'acheteur

mtb450

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

9F063-13-0093

File No. - N° du dossier

MTB-3-36035

CCC No./N° CCC - FMS No/ N° VME

3.4 Fluctuation du taux de change

C3011T (2010-01-11) Fluctuation du taux de change

3.5 Section III : Attestations

Les soumissionnaires doivent inclure dans la section III 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, y compris les critères d'évaluation des aspects techniques, de gestion et financiers.
- (b) Une équipe d'évaluation composée de représentants du Canada évaluera les soumissions.

4.2 Évaluation technique et de gestion

4.2.1 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.

4.3 Évaluation financière

4.3.1 Critères financiers obligatoires

Les soumissions doivent satisfaire aux critères financiers obligatoires. Pour chaque contrat attribué dans le cadre de la demande de soumissions, le soumissionnaire doit respecter le financement maximal disponible qui figure au tableau 1.1 de la partie 1, intitulé « Liste des technologies génériques prioritaires » (taxe sur les produits et services ou taxe de vente harmonisée applicable en sus).

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

4.3.2 Évaluation du prix

Le prix de la soumission sera évalué en dollars canadiens, taxe sur les produits et services ou taxe de vente harmonisée en sus, franco destination, taxes d'accise et droits de douane canadiens compris.

4.4 Méthode de sélection

Méthode de sélection - Cote combinée la plus haute sur le plan du mérite technique (80 %) et du prix (20 %)

Chaque contrat sera attribué à la soumission recevable la plus avantageuse selon l'ordre des technologies prioritaires énumérées au tableau 1.1 de la partie 1, le premier contrat attribué étant pour la TP1, le deuxième pour la TP2, et ainsi de suite

4.4.1. 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 10 points sur l'échelle de 15 points du critère d'évaluation n° 1 : « Pertinence technique » selon les indications du tableau 4A.1 de la pièce jointe 1 à la Partie 4;
- d) obtenir la note minimale de 70 points pour toute la portion technique et de gestion de la soumission selon les indications du tableau 4A.1 de la pièce jointe 1 à la Partie 4.

4.4.2. Les soumissions qui ne respectent pas les conditions énoncées en a) ou b) ou c) ou d) seront déclarées irrecevables.

4.4.3. La sélection se fera en fonction du meilleur résultat global sur le plan du mérite technique et du prix. Ce résultat sera réparti comme suit : 80 % pour le mérite technique et 20 % pour le prix.

4.4.4. En vue de déterminer la note accordée au mérite technique, la note technique globale de chaque soumission sera calculée comme suit : nombre total de points obtenus divisé par le nombre total de points pouvant être accordés, multiplié par 80 %.

4.4.5. En vue de déterminer la note accordée au prix, chaque soumission recevable sera évaluée au prorata du prix évalué le plus bas et selon sa proportion de 20 %.

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

4.4.7. La soumission recevable ayant obtenu le plus de points ou celle ayant le prix évalué le plus bas 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 de mérite technique et de prix pour une technologie prioritaire, la soumission ayant obtenu le plus grand nombre de points aux critères d'évaluation 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. 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 fonction d'un ratio de 80/20 à l'égard du mérite technique et du prix,

Solicitation No. - N° de l'invitation
9F063-130093/A

Amd. No. - N° de la modif.

Buyer ID - Id de l'acheteur

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

File No. - N° du dossier

mtb450

9F063-13-0093

MTB-3-36035

CCC No./N° CCC - FMS No/ N° VME

respectivement. Le nombre total de points pouvant être accordé est de 135, et le prix évalué le plus bas est de 45 000 \$ (45).

Base de sélection - Taux combiné le plus élevé, mérite technique (80 %) et prix (20 %)

Soumissionnaire	Soumissionnaire 1	Soumissionnaire 2	Soumissionnaire 3
Note technique globale	115/135	89/135	92/135
Prix évalué de la soumission	55 000 \$	50 000 \$	45 000 \$
Calcul de la note du mérite technique	$115/135 \times 80 = 68,15$	$89/135 \times 80 = 52,74$	$92/135 \times 80 = 54,52$
Calcul de la note du prix	$45/55 \times 20 = 16,36$	$45/50 \times 20 = 18$	$45/45 \times 20 = 20$
Cote combinée	84,51	70,74	74,52
Notation globale	1 ^{er}	3 ^e	2 ^e

PARTIE 5 - ATTESTATIONS

Pour qu'un contrat leur soit attribué, les soumissionnaires doivent fournir les attestations exigées et la documentation connexe. Le Canada déclarera une soumission non recevable si les attestations exigées et la documentation connexe ne sont pas remplies et fournies tel que demandé.

Le Canada pourra vérifier l'authenticité des attestations fournies par le soumissionnaire pendant la durée de la période d'évaluation des soumissions (avant l'attribution d'un contrat) et après l'attribution du contrat. L'autorité contractante aura le droit de demander des renseignements supplémentaires pour s'assurer que les soumissionnaires respectent les attestations avant l'attribution d'un contrat. La soumission sera déclarée irrecevable si on constate que le soumissionnaire a fait de fausses déclarations, sciemment ou non. Le défaut de respecter les attestations, de fournir la documentation connexe ou de donner suite à la demande de renseignements supplémentaires de l'autorité contractante aura pour conséquence que la soumission sera déclarée non recevable.

5.1. Attestations obligatoires préalables à l'attribution du contrat et attestations requises avec la soumission

5.1.1 Code de conduite et attestations - documentation connexe

En présentant une soumission, le soumissionnaire atteste, en son nom et en celui de ses affiliés, qu'il respecte la clause concernant le Code de conduite et attestations, des instructions uniformisées. La documentation connexe mentionnée ci-après aidera le Canada à confirmer que les attestations sont véridiques. En présentant une soumission, le soumissionnaire atteste être informé, et que ses affiliés sont informés, du fait que le Canada pourra demander d'autres informations, attestations, formulaires de consentement et éléments prouvant son identité ou son admissibilité. Le Canada pourra aussi vérifier tous les renseignements fournis par le soumissionnaire, incluant les renseignements relatifs aux actions ou condamnations précisées aux présentes en faisant des recherches indépendantes, en utilisant des ressources du gouvernement ou en communiquant avec des tiers. Le Canada déclarera une soumission non

recevable s'il constate que les renseignements demandés sont manquants ou inexacts, ou que les renseignements contenus dans les attestations précisées aux présentes se révèlent faux, à quelque égard que ce soit, après vérification par le Canada. Le soumissionnaire et ses affiliés devront également demeurer libres et quittes des actions ou condamnations précisées aux présentes pendant la période de tout contrat découlant de cette demande de soumissions.

Les soumissionnaires qui sont incorporés, incluant ceux soumissionnant à titre d'entreprise en coparticipation, doivent fournir avec leur soumission ou le plus tôt possible après le dépôt de celle-ci la liste complète des noms de tous les individus qui sont actuellement administrateurs du soumissionnaire. Les soumissionnaires soumissionnant à titre d'entreprise à propriétaire unique, incluant ceux soumissionnant dans le cadre d'entreprise en coparticipation, doivent fournir le nom du propriétaire avec leur soumission ou le plus tôt possible après le dépôt de celle-ci. Les soumissionnaires soumissionnant à titre de sociétés, sociétés de personnes, entreprises ou associations de personnes n'ont pas à fournir de liste de noms. Si les noms 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. À défaut de fournir ces noms dans le délai prévu, la soumission sera déclarée non recevable. Fournir les noms requis est une exigence obligatoire pour l'attribution d'un contrat.

Le Canada peut, à tout moment, demander à un soumissionnaire de fournir des formulaires de consentement dûment remplis et signés (Consentement à la vérification de l'existence d'un casier judiciaire - PWGSC-TPSGC 229) (<http://www.tpsgc-pwgsc.gc.ca/app-acq/forms/formulaires-forms-fra.html>) pour toute personne susmentionnée, et ce dans un délai précis. À défaut de fournir les formulaires de consentement dans le délai prévu, la soumission sera déclarée non recevable.

5.2. Attestations additionnelles préalables à l'attribution du contrat

Les attestations ajoutées à la pièce jointe 1 de la partie 5 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 ou fournie tel que demandé, l'autorité contractante en informera le soumissionnaire et lui accordera un délai afin de se conformer aux exigences. Le défaut de répondre à la demande de l'autorité contractante et de se conformer aux exigences dans les délais prévus rendra la soumission non recevable.

5.3 Programme de contrats fédéraux de 200 000 \$ ou plus

1. En vertu du Programme de contrats fédéraux (PCF), certains fournisseurs, y compris un fournisseur qui est membre d'une coentreprise, soumissionnant pour des contrats du gouvernement fédéral d'une valeur de 200 000 \$ ou plus (incluant toutes les taxes applicables) doivent s'engager officiellement à mettre en œuvre un programme d'équité en matière d'emploi. Il s'agit d'une condition préalable à l'attribution du contrat. Si le soumissionnaire, ou, si le soumissionnaire est une coentreprise et qu'un membre de la coentreprise est assujéti au PCF, la preuve de son engagement doit être fournie avant l'attribution du contrat.

Les fournisseurs qui ont été déclarés entrepreneurs non admissibles par Ressources humaines et Développement des compétences Canada (RHDC) n'ont plus le droit d'obtenir des contrats du gouvernement au-delà du seuil prévu par le Règlement sur les marchés de l'État pour les

demandes de soumissions. Les fournisseurs peuvent être déclarés entrepreneurs non admissibles soit parce que RHDCC a constaté leur non-conformité ou parce qu'ils se sont retirés volontairement du PCF pour une raison autre que la réduction de leur effectif à moins de 100 employés. Toute soumission présentée par un entrepreneur non admissible, y compris une soumission présentée par une coentreprise dont un membre est un entrepreneur non admissible, sera déclarée non recevable.

2. Si le soumissionnaire n'est pas visé par les exceptions énumérées aux paragraphes 3.a) ou b) ci-dessous, ou qu'il n'a pas de numéro d'attestation valide confirmant son adhésion au PCF, il doit télécopier (819-953-8768) un exemplaire signé du formulaire LAB 1168, Attestation d'engagement pour la mise en œuvre de l'équité en matière d'emploi, à la Direction générale du travail de RHDCC.
3. Le soumissionnaire, ou, si le soumissionnaire est une coentreprise, le membre de la coentreprise atteste comme suit sa situation relativement au PCF :

Le soumissionnaire ou le membre de la coentreprise

- a) n'est pas assujéti au PCF, puisqu'il compte un effectif de moins de 100 employés à temps plein ou à temps partiel permanents et/ou temporaires ayant travaillé 12 semaines ou plus au Canada;
- b) n'est pas assujéti au PCF, puisqu'il est un employeur réglementé en vertu de la Loi sur l'équité en matière d'emploi, L.C. 1995, ch. 44;
- c) est assujéti aux exigences du PCF, puisqu'il compte un effectif de 100 employés ou plus à temps plein ou à temps partiel, permanents et/ou temporaires ayant travaillé 12 semaines ou plus au Canada, mais n'a pas obtenu de numéro d'attestation de RHDCC puisqu'il n'a jamais soumissionné pour des contrats de 200 000 \$ ou plus. Dans ce cas, il faut joindre une attestation d'engagement dûment signée;
- d) est assujéti au PCF et possède un numéro d'attestation valide, à savoir le numéro : _____ (c.-à-d. qu'il n'a pas été déclaré entrepreneur non admissible par RHDCC).

Des renseignements supplémentaires sur le PCF sont offerts sur le site Web de RHDCC (<http://www.rhdcc.gc.ca/fra/travail/egalite/pcf/index.shtml>).

5.4 Attestation pour 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. Pour se conformer aux politiques du Conseil du Trésor et aux directives sur les contrats avec des anciens fonctionnaires, les soumissionnaires doivent fournir les renseignements exigés, mentionnés ci-dessous.

Définitions

Pour les fins de cette clause,

un « 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 canadiennes ou un ancien membre de la Gendarmerie royale du Canada. Un ancien fonctionnaire peut être :

- a) un particulier;

- b) un particulier constitué en personne morale;
- c) un partenariat constitué 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, dans le contexte de la formule de réduction des honoraires, une pension ou une allocation annuelle versée en vertu de la *Loi sur la pension dans 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*, à la *Loi sur la pension de retraite de la Gendarmerie royale du Canada, R.S., 1985, ch. R-11*, à la *Loi sur les allocations de retraite des parlementaires, R.S., 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

Est-ce que le soumissionnaire est un ancien fonctionnaire touchant une pension tel que défini ci-dessus?

OUI () NON ()

Si oui, le soumissionnaire doit fournir les renseignements suivants :

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

Programme de réduction des effectifs

Est-ce que le soumissionnaire est un ancien fonctionnaire qui a reçu un paiement forfaitaire en vertu des dispositions d'un programme de réduction des effectifs? **OUI () NON ()**

Si oui, le soumissionnaire doit fournir les renseignements suivants :

- a) nom de l'ancien fonctionnaire;
- b) conditions de l'incitatif versé sous forme de paiement forfaitaire;
- c) date de la cessation d'emploi;
- d) montant du paiement forfaitaire;
- e) taux de rémunération qui a servi au calcul du paiement forfaitaire;
- f) période correspondant au paiement forfaitaire, soit la date du début et d'achèvement, ainsi que le nombre de semaines;
- g) numéro et montant (honoraires professionnels) d'autres contrats assujettis aux conditions d'un programme de réduction 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 la taxe sur les produits et services ou la taxe de vente harmonisée.

Attestation

En présentant une soumission, le soumissionnaire atteste que les renseignements fournis par le soumissionnaire pour répondre aux exigences susmentionnées sont exacts et complets.

5.5 Attestation du contenu canadien

Cet achat est conditionnellement limité aux produits et aux services canadiens.

Sous réserve des procédures d'évaluation contenues dans la demande de propositions, les soumissionnaires reconnaissent que seules les offres accompagnées d'une attestation à l'effet que les produits et services offerts sont des produits canadiens et des services canadiens, tel qu'il est défini dans la clause A3050T, peuvent être considérées.

Le défaut de fournir cette attestation remplie avec la soumission aura pour conséquence que les produits et services offerts seront traités comme des produits et des services non canadiens

Le soumissionnaire atteste que :

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

Pour de plus amples renseignements sur la façon de déterminer le contenu canadien de plusieurs produits, plusieurs services ou d'une combinaison de produits et de services, consulter l'annexe 3.6(9), exemple 2 du Guide des approvisionnements (<https://achatsetventes.gc.ca/politiques-et-lignes-directrices/guide-des-approvisionnements/annexe/3/6>).

Attestation de contenu canadien

Clause du Guide CCUA A3050T (2010-01-11) - Définition du contenu canadien

5.6 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 convenu avec les représentants du Canada. 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 possédant des qualités et une expérience semblables. Le soumissionnaire doit aviser l'autorité contractante de la raison du remplacement et fournir le nom, les qualités et l'expérience du remplaçant proposé. Aux fins de cette clause, seules 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 que l'individu concerné est d'accord pour offrir ses services pour l'exécution des travaux et soumettre son curriculum vitae au Gouvernement du Canada. Le soumissionnaire doit, sur demande de l'autorité contractante, fournir une confirmation écrite, signée par l'individu, de la permission donnée au soumissionnaire, en plus d'indiquer la disponibilité de l'individu.

Solicitation No. - N° de l'invitation

9F063-130093/A

Amd. No. - N° de la modif.

File No. - N° du dossier

MTB-3-36035

Buyer ID - Id de l'acheteur

mtb450

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

9F063-13-0093

CCC No./N° CCC - FMS No/ N° VME

5.7 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 chacun des individus qu'il a proposés est en mesure d'exécuter les travaux prévus dans le contrat éventuel.

PARTIE 6 - EXIGENCES FINANCIÈRES ET AUTRES

6.1 Capacité financière

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

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***).

7.1.1 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.6.2.3) (désignée auparavant réunion de décision d'aller de l'avant ou non). 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.

7.2. 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-uniformisee-s-d-achat>) publié par Travaux publics et Services gouvernementaux Canada.

7.2.1 Conditions générales

Le contenu de la rubrique 2040 (2012-19-12) « Conditions générales - recherche et développement » s'applique au contrat et en fait partie intégrante.

7.2.2 Conditions générales supplémentaires

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

4001 (2013-01-28), Achat, location et maintenance de matériel.

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

4003 (2010-08-16), Logiciels sous licence

7.3. Durée du contrat

7.3.1 Période du contrat

Chaque contrat sera émis pour une période maximale de vingt-quatre (24) mois.

7.4 Responsables

7.4.1 Autorité contractante

L'autorité contractante pour le contrat est :

Naoual Guerinik
Spécialiste en 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 : 514-496-3409
Télécopieur : 514-496-3822
Courriel : naoual.guerinik@tpsgc.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.

7.4.2 Chargé de projet

Le chargé de projet pour le contrat est :

Nom : _____

Solicitation No. - N° de l'invitation

9F063-130093/A

Amd. No. - N° de la modif.

Buyer ID - Id de l'acheteur

mtb450

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

9F063-13-0093

File No. - N° du dossier

MTB-3-36035

CCC No./N° CCC - FMS No/ N° VME

Titre : _____

Organisme : _____

Adresse : _____

Téléphone : ____-____-____

Téléphone : ____-____-____

Courriel : _____.

Le chargé de projet 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 chargé de projet; cependant, celui-ci ne peut pas autoriser les changements à apporter à l'énoncé des travaux. Ces changements ne peuvent être effectués que par une modification au contrat émise par l'autorité contractante.

7.4.3 Représentant de l'entrepreneur

Le représentant de l'entrepreneur pour le contrat est :

Nom : _____

Titre : _____

Organisme : _____

Adresse : _____

Téléphone : ____-____-____

Téléphone : ____-____-____

Courriel : _____.

7.5. Paiement

7.5.1 Base de paiement

Option 1

7.5.1.1 Base de paiement – Prix ferme

À condition de remplir de façon satisfaisante toutes ses obligations en vertu du contrat, l'entrepreneur sera payé un prix ferme de _____ \$. Les droits de douane sont inclus et la taxe sur les produits et services ou la taxe de vente harmonisée est 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.

-OU-

Option 2 -

7.5.1.1 Base de paiement – Prix plafond

L'entrepreneur sera remboursé pour les coûts qu'il a raisonnablement et convenablement engagés dans l'exécution des travaux, tel qu'établi dans la base de paiement de l'annexe B, jusqu'à un prix plafond de _____ \$. Les droits de douane sont inclus et la taxe sur les produits et services ou la taxe de vente harmonisée est en sus, s'il y a lieu.

Le prix plafond pourrait être revu à la baisse de façon à ce qu'il ne dépasse pas le prix réel raisonnablement engagé dans l'exécution des travaux et calculé conformément à la base de paiement.

7.5.2 Limite de prix

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.

7.5.3 Modalités de paiement

Option 1

7.5.3.1 Paiements d'étape – Prix ferme

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>) 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 dans 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 produit à livrer exigé ont été complétés et acceptés par le Canada.

7.5.3.1.1 Calendrier des étapes

Le calendrier des étapes selon lequel les paiements seront faits en vertu du contrat figure à l'annexe B.

OU

Option 2

7.5.3.1 Paiements d'étape – Prix plafond

1. Le Canada effectuera les paiements progressifs conformément aux dispositions de paiement du contrat, à raison d'une fois par mois tout au plus, pour les frais engagés dans l'exécution des travaux, jusqu'à concurrence de 90 p. 100 du montant réclamé et approuvé par le Canada 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>) et tout autre document exigé par le contrat ont été présentés conformément aux instructions relatives à la facturation fournies dans le contrat;
- (b) le montant réclamé est conforme à l'annexe A, Base de paiement;
- (c) la somme de tous les paiements progressifs effectués par le Canada ne dépasse pas 90 p. 100 de la totalité du montant à verser en vertu du contrat;
- (d) toutes les attestations demandées sur le formulaire PWGSC-TPSGC 1111 ont été signées par les représentants autorisés.
2. Le solde du montant dû sera payé conformément aux dispositions de paiement du contrat lorsque tous les travaux exigés au contrat auront été menés à terme et livrés, et si ces travaux ont été acceptés par le Canada et une demande finale pour le paiement a été présentée.
3. Les paiements progressifs ne sont que des paiements provisoires. Le Canada peut procéder à une vérification gouvernementale et à des vérifications provisoires du temps et des coûts et apporter lorsqu'il y a lieu des correctifs pendant l'exécution des travaux. Tout paiement en trop qui résulte du versement des paiements progressifs ou d'une autre cause doit être remboursé rapidement au Canada..

7.5.4 Clauses du Guide des CCUA

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

Clause du Guide des CCUA C0305C (2008-05-12), État des coûts (pour les contrats à « prix plafond »)

7.6. Instructions relatives à la facturation

Option 1

7.6.1 Instructions relatives à la facturation – Paiement progressif – Prix ferme

1. L'entrepreneur doit soumettre une demande de paiement en utilisant le formulaire PWGSC-TPSGC 1111 (<http://www.tpsgc-pwgsc.gc.ca/app-acq/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) une liste de toutes les dépenses.
2. La taxe sur les produits et services (TPS) et la taxe de vente du Québec (TVQ), selon le cas, doit être calculée pour le montant total de la demande. Lors de l'application de la retenue, il n'y aura pas de TPS et TVQ à payer puisqu'elle a été réclamée et payée dans le cadre des demandes précédentes de paiement progressif.

3. L'entrepreneur doit préparer et certifier l'original (1) 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 chargé de projet identifiée dans les présentes, après l'inspection et l'acceptation des travaux;

ET,

b) une 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.

Option 2

7.6.1 Instructions relatives à la facturation - Paiement progressif – Prix plafond

1. L'entrepreneur doit soumettre une demande de paiement en utilisant le formulaire PWGSC-TPSGC 1111 (<http://www.tpsgc-pwgsc.gc.ca/app-acq/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) une liste de toutes les dépenses.

Chaque demande doit être appuyée par :

- (a) une copie des feuilles de temps pour corroborer le temps de travail réclamé;
- (b) une copie des factures, reçus, pièces justificatives pour tous les frais directs et pour tous les frais de déplacement et de séjour;
- (c) une copie du rapport d'étape mensuel.

2. La taxe sur les produits et services (TPS) et la taxe de vente du Québec (TVQ), selon le cas, doit être calculée pour le montant total de la demande, avant l'application de la retenue de 10 %. Lors de l'application de la retenue, il n'y aura pas de TPS et TVQ à payer puisqu'elle aura été réclamée et payée dans le cadre des réclamations précédentes de paiement progressif.

3. L'entrepreneur doit préparer et certifier l'original (1) de la demande 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 chargé de projet identifiée dans les présentes, après l'inspection et l'acceptation des travaux

ET,

- b) une (1) copie de la demande de paiement progressif à l'autorité contractante identifiée dans les présentes.
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 complétés.

7.7 Attestations

- 7.7.1 Le respect des attestations 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 ou si l'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.

7.7.2 Clauses du Guide des CCUA

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

7.8 Lois applicables

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

7.9 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 4001 (2013-01-28), Achat, location et maintenance de matériel, 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 (2012-07-16), Conditions générales – Recherche et développement;
- (d) Annexe A, Énoncé des travaux;
- (e) Annexe B, Base de paiement;
- (f) la soumission de l'entrepreneur datée du _____ telle que précisée ou modifiée (selon le cas) le _____.

7.10 Ressortissants étrangers (entrepreneur canadien)

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

7.11 Assurance

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

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 aux paragraphes 3.1 et 3.2 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. Pertinence technique (voir 3A.5);
5. Section technique (voir 3A.6);
6. Section sur la gestion (voir 3A.7);
7. Annexes de la soumission (voir 3A.8).

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 génériques XXXX_XX);
- 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 1.1 de la partie 1, Liste des technologies génériques prioritaires);
 - e) le NMT actuel et visé (jusqu'au NMT 6) 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 x 11 po), le résumé devrait exposer les éléments suivants :

- a) objectifs des travaux;
- b) pertinence par rapport à une technologie prioritaire ciblée;
- c) principales innovations;
- d) rehaussement du NMT;
- e) risques techniques;
- f) principaux jalons et produits à livrer;
- g) répercussions sur la technologie proposée et la ou les missions ciblées futures qui y sont associées.

Le soumissionnaire devrait fournir le résumé sur support électronique, uniquement dans un format acceptable (MS Word, WordPerfect, PDF ou HTML), dans un fichier distinct, 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 Pertinence technique

3A.5.1 Pertinence de la technologie (critère d'évaluation1)

(Voir la section 4A 3.1 Critère 1 Pertinence technique de la pièce jointe 1 à la partie 4)

Ce critère évalue le degré de pertinence du projet par rapport à la liste de technologies génériques prioritaires de l'ASC. Il évalue plus particulièrement dans quelle mesure la proposition démontre une compréhension des exigences prescrites en matière de rendement et de fonctionnement et explique en quoi la technologie proposée contribuera à respecter ces exigences.

Le soumissionnaire devrait traiter de la pertinence de la technologie proposée par rapport à une des technologies génériques définies à l'appendice A-5 de l'annexe A, Énoncé des travaux particulier à chaque technologie prioritaire et la justifier. La pertinence par rapport à une des technologies prioritaires répertoriées constitue un élément essentiel.

3A.6 Section technique

Dans la section technique, le soumissionnaire devrait décrire les aspects techniques du projet, conformément aux sous-sections ci-dessous.

3A.6.1 Expérience et capacité techniques de l'équipe (critère d'évaluation 2)

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

Ce critère permet d'évaluer la capacité technique et l'expérience combinées de l'équipe réunie pour réaliser les travaux. Pour l'évaluation, le soumissionnaire devrait démontrer qu'il a les capacités et l'expérience requises du développement technologique et de la réalisation technique de technologies semblables ayant une portée et une complexité comparables à celles des travaux décrits à l'appendice 5 de l'annexe A, Énoncé des travaux particulier à chaque technologie prioritaire.

3A.6.2 Compréhension de la technologie (critère d'évaluation 3)

(Voir la section 4A.3.3 Critère 3 Compréhension de la technologie, de la pièce jointe 1 à la partie 4)

Le soumissionnaire devrait démontrer dans sa proposition que ce critère évalue le degré de compréhension des concepts fondamentaux et des compromis techniques ainsi que de l'application proposée se rapportant à l'activité de recherche proposée. Aux fins de l'évaluation, la soumission doit comprendre un court énoncé des objectifs techniques des travaux, en ce qui concerne la fonctionnalité et le rendement. Une description de la technologie proposée doit être également fournie ainsi qu'une description d'ensemble du problème à résoudre, un aperçu du contexte (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 dans l'appendice 5 de l'annexe A Énoncé des travaux particulier pour chaque technologie prioritaire.

3A.6.3 Méthode technique (critère d'évaluation 4)

(Voir la section 4A.3.4 Critère 4 Méthode technique de la pièce jointe 1 à la partie 4)

Pour ce critère, la soumission doit comprendre un aperçu de la méthode technique et de sa corrélation avec les principales activités du plan de travail. La méthode présentée doit décrire comment les travaux seront exécutés et quelles méthodes analytiques, procédures, techniques, normes industrielles, pratiques exemplaires et techniques de pointe de disciplines pertinentes, comme l'ingénierie de la valeur, seront utilisées. La méthode devrait clairement démontrer l'évolution du NMT de la technologie en cause et définir les conditions et les critères, applicables à cette technologie, qui devraient être respectés à chaque NMT prévu dans la soumission.

Le soumissionnaire devrait aussi étayer la méthode proposée tout en faisant référence aux activités principales du plan de travail décrit dans le corps de la soumission et figurer dans la structure de répartition des tâches (SRT). Voir le paragraphe 3A.7.4 de la pièce jointe 1 à la partie 3. La soumission doit expliquer et justifier l'efficacité de la méthode utilisée et sa corrélation avec le plan de travail.

La méthode et le plan de travail connexe devraient tenir compte de l'analyse et de l'évaluation des risques techniques (voir le paragraphe 3A.6.4 de la pièce jointe 1 à la partie 3). Pour les projets prévoyant le développement de logiciels, le soumissionnaire devrait donner un aperçu de l'environnement de développement et des méthodes déjà en place (p. ex., utilisation d'outils GLAO, normes, assurance qualité, etc.). La méthode utilisée devrait prévoir toute question pertinente susceptible d'avoir une incidence sur la progression du plan de travail. Il faudra indiquer dans la présente section, par exemple, si l'équipement, les installations et l'infrastructure nécessaires pour mener les travaux à bien sont disponibles.

3A.6.4. Évaluation et analyse des risques techniques

(Ne servira pas comme critère d'évaluation de la proposition)

À la sous-section consacrée à la méthode technique, 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.1 présente un exemple fictif de matrice d'évaluation des risques techniques, et le tableau 3A.2, un exemple de matrice de profil des risques d'un projet.

Risque 1 (R1)	Disponibilité limitée de documents clés	
Probabilité	Basse	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.1: Exemple de matrice d'évaluation des risques techniques

Probabilité			
Haute			R2
Moyenne			
Basse	R1		
	Basse	Moyenne	Haute
	Conséquence		

Tableau 3A.2 : 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. Le soumissionnaire devrait suffisamment détailler la SRT ainsi que les lots de tâches connexes afin de montrer qu'il connaît bien le processus à suivre pour réaliser le projet. 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.6.5 Critère d'évaluation du rendement (CER)

(Ne servira pas comme critère d'évaluation de la proposition)

La soumission doit comprendre une liste de critères d'évaluation du rendement objectivement mesurables ou binaires (oui/non) sur laquelle prendra appui l'évaluation des progrès réalisés dans l'exécution du projet par rapport aux objectifs techniques de départ. La liste sera revue, mise à jour au besoin, et acceptée par l'ASC à la réunion de lancement et à chaque revue d'étape ou d'avancement des travaux. Voir la section A.6.2 de l'annexe A. Les CER serviront à la réunion d'autorisation des travaux et de prise de décisions quant à la poursuite des activités du projet.

3A.7 Section sur la gestion

La section sur la gestion doit révéler l'efficacité et l'engagement du soumissionnaire à exécuter les travaux et à mettre au point l'ensemble de la technologie jusqu'à son intégration aux missions ciblées futures. Les titres de ses sous-sections sont Expérience de gestion du personnel clé, Plan de gestion.

3A.7.1 Expérience de gestion du personnel clé (critère d'évaluation 5)

(Voir la section 4A.3.5 Critère 5 Expérience de gestion du personnel clé de la pièce jointe 1 à la partie 4)

Dans cette section, le soumissionnaire devrait identifier son gestionnaire de projet pour chaque soumission qu'il présente et énumérer ses compétences et qualifications. Il devrait indiquer le nom des membres clés des équipes technique et de gestion du projet et préciser leurs qualifications particulières en fonction du travail à accomplir. 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.

Cette section devra également souligner les rôles et les responsabilités de toutes les ressources proposées ainsi que décrire et mettre en valeur les compétences uniques qu'ils ont à offrir au sein de l'équipe. Le soumissionnaire devrait inclure un organigramme illustrant la structure de l'équipe de projet proposée.

3A.7.2 Plan de gestion (critère d'évaluation 6)

(Voir la section 4A.3.6 Critère 6 Plan de gestion de la pièce jointe 1 à la partie 4)

Le soumissionnaire devrait présenter un plan de gestion. Cette section évalue si le plan de gestion est complet et suffisamment efficace pour mener le projet à terme. Dans le cas de projets de collaboration ou de projets dirigés par des universités ou des organismes à but non lucratif, il faudrait définir des tâches et des objectifs particuliers associés à un processus efficace de transfert de connaissances et de technologies à l'industrie. Il faut également décrire le mode de gestion de la PI. Le plan de gestion 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.7.2.1 Antécédents du soumissionnaire et expérience connexe

(NE servira PAS comme critère d'évaluation de la proposition)

Cette section 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.

3A.7.2.2 Structure de répartition des tâches et définition des lots de tâches

(Voir la section 4A.3.6 Critère 6 Plan de gestion de la pièce jointe 1 à la partie 4)

Cette sous-section du plan de gestion 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 le processus 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), les risques ainsi que les intrants et les produits à livrer ou les résultats.

La figure 3A.1 présente un exemple de SRT et le tableau 3A.3 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.

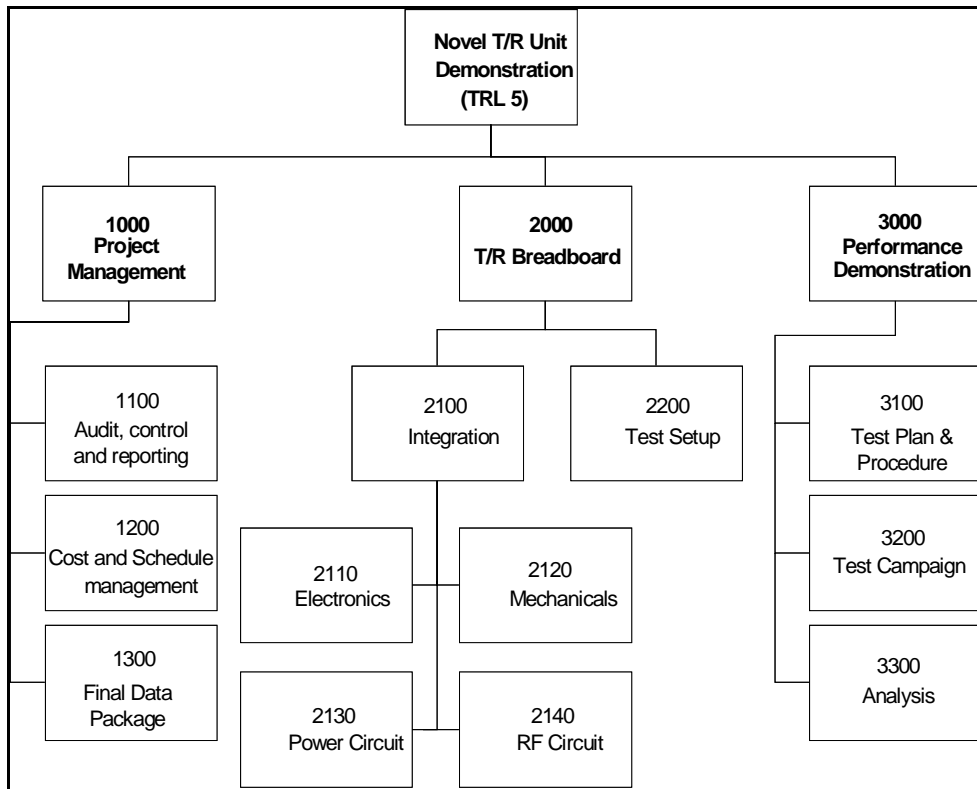


Figure 3A.1: Exemple de structure de répartition des tâches

Novel T/R Unit Demonstration	Démonstration d'une nouvelle unité d'É/R
(TRL 5)	(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 :
2200**

MONTAGE D'ESSAI

Réf. SRT :

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 :</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.3 : Exemple de fiche de définition de lot de tâches

3A.7.2.3 Affectation du personnel

(Voir la section 4A.3.6 Critère 6 Plan de gestion de la pièce jointe 1 à la partie 4)

Cette sous-section du plan de gestion devrait comprendre une matrice d'affectation des responsabilités (MAR) qui indique le niveau d'effort attribué à chaque membre de l'équipe pour la réalisation d'un LT. La matrice devra indiquer le nom de chaque personne, 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). À titre de guide, le tableau 4 présente un exemple fictif de MAR. La MAR devrait être présentée dans la soumission technique et dans la soumission financière.

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

Total

475

725

625

1825

Tableau 3A.4 : Exemple de matrice d'affectation des responsabilités (MAR)

P : Participant

R : Responsable

3A.7.2.4 Évaluation des risques liés à la gestion

(Voir la section 4A.3.6 Critère 6 Plan de gestion de la pièce jointe 1 à la partie 4)

Cette sous-section du plan de gestion 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 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.7.2.5 Jalons et produits à livrer

(Voir la section 4A.3.6 Critère 6 Plan de gestion de la pièce jointe 1 à la partie 4)

Cette sous-section du plan de gestion 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 au tableau A-2 de l'annexe A 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.7.4).

3A.7.2.6 Échéancier

(Voir la section 4A.3.6 Critère 6 Plan de gestion de la pièce jointe 1 à la partie 4)

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 soumissionnaire devrait démontrer comment il entend satisfaire aux exigences associées aux jalons. Le calendrier devrait également indiquer les liens entre les activités. À des fins de planification, la date du début du projet sera Septembre 2013.

3A.7.2.7 Système de contrôle du projet

(Voir la section 4A.3.6 Critère 6 Plan de gestion de la pièce jointe 1 à la partie 4)

Cette sous-section du plan de gestion devrait définir les méthodes et les systèmes qui seront utilisés pour assurer le contrôle des tâches, des calendriers et des coûts associés au projet. Les formulaires de projet de contrat et de rapport (PWGSC-TPSGC 9143) peuvent être remplacés par un autre outil de gestion de projet ou par un tableur, dans la mesure où ils contiennent au moins tous les renseignements demandés dans ces formulaires (pour obtenir le document : <http://www.tpsgc-pwgsc.gc.ca/app-acq/forms/formulaires-forms-fra.html>). De plus, le système de contrôle de projet utilisé doit comptabiliser les heures que chaque personne consacre mensuellement à la réalisation des tâches de chaque lot de tâches prévu dans la SRT.

3A.7.2.8 Propriété intellectuelle sur les renseignements de base et propriété intellectuelle sur les renseignements originaux

(Voir la section 4A.3.6 Critère 6 Plan de gestion de la pièce jointe 1 à la partie 4)

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.

N° BIP	Titre de la BIP	Types de PI (algorithmes logiciels, configuration matérielle, brevet)	Type d'accès à la BIP requis pour utiliser/améliorer la FIP	Description de la BIP	Documentation de référence (rapport technique, document de conception)	Origine de la BIP (R-D interne, n° de projet ou de contrat)	Propriétaire de la BIP (entrepreneur, sous-traitant)

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

N° FIP	Titre de la FIP	Type de FIP (droits d'auteur, invention, conception, logiciel, savoir, secret de fabrication ...)	Description de la FIP	Documentation de référence (rapport technique, document de conception)	Propriétaire de la FIP (entrepreneur, sous-traitant ou le Canada)

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 chaque réunion de revue.

Cette sous-section devrait également préciser, pour chaque élément de la BIP, ce qui suit :

- a) la façon d'incorporer l'élément de BIP à la FIP;
- b) le type d'accès à chaque élément de BIP requis en vue d'utiliser, modifier, améliorer ou faire avancer la FIP;
- c) le propriétaire de la BIP.

Les réalisations du soumissionnaire qui sont axées sur les logiciels et qui proposent d'améliorer des logiciels et applications existants devront fournir le code source initial ainsi que la documentation connexe, en même temps que les produits à livrer finaux, à moins que les améliorations ne puissent être clairement distinguées du logiciel existant (c.-à-d. qu'elles puissent être divisées en différents modules). Dans ce cas, le Document de configuration des interfaces (DCI) entre les modules existants et les nouveaux modules, et les exécutables des modules existants seront des produits à livrer. De même, pour les projets qui proposent d'améliorer du matériel, des méthodes de fabrication et d'autres processus existants, le soumissionnaire devra fournir, en même temps que les produits à livrer, des dessins, de la documentation et des descriptions de processus actuels.

Le soumissionnaire devrait confirmer la disponibilité de tous les éléments de la BIP pour l'ASC, notamment si les produits à livrer finaux et la démonstration de la validation de principe commandent un environnement ou des outils brevetés spéciaux pour leur exploitation. Le soumissionnaire ne pourra réclamer un remboursement que pour les frais associés à l'acquisition d'une licence de recherche visant la BIP provenant d'un tiers qui servira à évaluer l'utilité de ladite BIP dans le développement de la technologie proposée. On attend du soumissionnaire qu'il se procure, à ses propres frais, la licence commerciale associée à toute BIP provenant de tiers dont il a besoin pour réaliser le projet. Bien que le paiement de ces frais ne soit pas prévu au contrat, l'acquisition d'une telle licence commerciale est fortement recommandée pour témoigner de l'engagement du soumissionnaire à commercialiser la FIP.

3A.8. Annexes de la soumission

3A.8.1 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 qui participeront au contrat.

Le format suivant devrait servir d'exemple :

Rôle	Nom	Téléphone	No de télécopieur	Courriel
Gestionnaire de projet				

Solicitation No. - N° de l'invitation
9F063-130093/A

Amd. No. - N° de la modif.

Buyer ID - Id de l'acheteur
mtb450

Client Ref. No. - N° de réf. du client
9F063-13-0093

File No. - N° du dossier
MTB-3-36035

CCC No./N° CCC - FMS No/ N° VME

Ingénieurs de projet/chercheur en chef				
Autorité contractante				
Agent des réclamations				
Communications (communiqués de presse)				
Autre				

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

Dans la mesure du possible, et à titre de référence pour le chargé de projet, on invite les soumissionnaires à présenter une carte d'affaires électronique pour chaque personne-ressource.

PIÈCE JOINTE 1 À LA PARTIE 4

CRITÈRES D'ÉVALUATION COTÉS

1. CRITÈRES TECHNIQUES ET DE GESTION, ET COTATION

Le soumissionnaire doit obtenir le pointage minimal requis indiqué au tableau 4A.1 Liste des critères d'évaluation et cotation qui s'y rattache. La soumission sera évaluée en fonction de critères à cotation numérique énumérés au tableau 4A.1 et décrits à la section 4A.3 Critères d'évaluation et énoncés de référence.

Les critères sont regroupés sous les catégories suivantes :

- a) Critères de pertinence technique
- b) Critères techniques
- c) Critères de gestion

La section 4A.3 Critères d'évaluation et énoncés de référence de la présente pièce jointe comprend un certain nombre de critères d'évaluation, appuyés par 5 énoncés de référence chacun (0, A, B, C et D). Chacun de ces énoncés comporte une valeur relative correspondant à ce qui suit :

- 0 = 0 % du nombre maximum de points
- A = 25 % du nombre maximum de points
- B = 50 % du nombre maximum de points
- C = 75 % du nombre maximum de points
- D = 100 % du nombre maximum de points

La note maximale au critère « Expérience et capacités techniques de l'équipe », par exemple, est de 10 points. Si une soumission obtient un « C » pour ce critère au cours du processus d'évaluation, la note attribuée sera de :

75 % de 10 points = 7,5 points (note)

Le tableau 4A.1 définit :

- a) le nombre maximal de points attribués à chaque critère;
- b) le nombre minimal de points requis pour le critère de pertinence de la technologie;
- c) le nombre maximal de points possible pour la note globale;
- d) le nombre minimal de points requis pour la note globale.

Critères d'évaluation et cotes	
Cotes	
Critère de pertinence technique	
1. Pertinence de la technologie	15
Note minimale	10
CRITÈRES TECHNIQUES	
2. Expérience et capacités techniques de l'équipe	10
3. Compréhension de la technologie	25
4. Méthode technique	25
Note minimale	S.O.
CRITÈRES DE GESTION	
5. Expérience de gestion du personnel clé	10
6. Plan de gestion	15
Note minimale	S.O.
Note globale maximale	100
Note globale minimale exigée	70

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

4A.2. JUSTIFICATION ÉTAYÉE DU SOUMISSIONNAIRE

Le soumissionnaire doit présenter une justification (preuves à l'appui) en annexe à sa section I (voir la section 3A.8.1 « Annexes qui doivent accompagner la soumission » de la pièce jointe 1 à la partie 3 : Instructions pour la préparation de la soumission technique et de gestion).

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

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

Solicitation No. - N° de l'invitation

9F063-130093/A

Amd. No. - N° de la modif.

Buyer ID - Id de l'acheteur

mtb450

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

9F063-13-0093

File No. - N° du dossier

MTB-3-36035

CCC No./N° CCC - FMS No/ N° VME

Pour faciliter le processus, un modèle de justification est fourni au tableau 4A.2 ci-dessous. Inscrive le numéro de chaque critère (pertinence, technique et gestion) ainsi que la justification. Une demi-page environ dans la colonne de justification devrait être suffisante pour établir un argumentaire justifiant la cote choisie.

Solicitation No. - N° de l'invitation
9F063-130093/A

Amd. No. - N° de la modif.

Buyer ID - Id de l'acheteur

Client Ref. No. - N° de réf. du client
9F063-13-0093

File No. - N° du dossier
MTB-3-36035

mtb450

CCC No./N° CCC - FMS No/ N° VME

Entreprise	
Titre du projet : Technologies génériques	
Critères	
Justification	
Ex. 1 (numéro du critère)	
<i>Justification par rapport aux critères et renvoi à la proposition du soumissionnaire. 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 énoncés de référence des critères d'évaluation sont utilisés par les évaluateurs comme lignes directrices pour justifier la note attribuée. Les soumissionnaires devraient les utiliser pour se concentrer sur l'information pertinente à fournir.

CRITÈRE DE PERTINENCE TECHNIQUE

4A.3.1 CRITÈRE 1 PERTINENCE TECHNIQUE

Ce critère évalue le degré de pertinence du projet proposé selon la liste des Technologies prioritaires pour les missions futures de l'ASC. Plus précisément, il évalue le degré de compréhension des exigences fonctionnelles et de rendement formulées ainsi que l'apport de la technologie proposée pour respecter ces exigences.

Pour être examinée, la soumission doit obtenir au moins 10 points.

Note Énoncés de référence

- 0 La soumission ne traite d'aucune des technologies qui intéressent l'ASC.
- A La soumission traite d'une des technologies prioritaires définies à l'appendice A-5 de l'annexe A, mais ne révèle pas une compréhension des besoins qu'on cherche à combler, ni en quoi la technologie proposée contribuera à satisfaire les exigences énoncées.
- B La soumission traite d'une des technologies prioritaires définies à l'appendice A-5 de l'annexe A, mais révèle soit une piètre compréhension des besoins qu'on cherche à combler, soit une vague contribution de la technologie proposée pour satisfaire aux exigences énoncées.
- C La soumission traite d'une des technologies prioritaires définies à l'appendice A-5 de l'annexe A, et révèle une bonne compréhension générale des besoins qu'on cherche à combler, ainsi qu'une contribution de l'ensemble des travaux proposés pour satisfaire aux exigences énoncées. Toutefois, certains détails demeurent imprécis à l'égard de l'apport de la technologie proposée pour respecter les exigences formulées ou répondre aux caractéristiques souhaitées.
- D La soumission traite d'une des technologies prioritaires définies à l'appendice A-5 de l'annexe A, et révèle une parfaite connaissance des besoins qu'on cherche à combler ainsi que de leur importance pour le Canada et ses parties prenantes. Elle témoigne d'une solide compréhension des caractéristiques fonctionnelles et de rendement recherchées et établit un lien évident entre la technologie proposée et les énoncés d'exigences fonctionnelles et de rendement recherchées.

CRITÈRES TECHNIQUES

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

Ce critère permet d'évaluer la capacité et l'expérience techniques combinées de l'équipe réunie pour réaliser la proposition.

La proposition démontre que les membres de l'équipe technique :

Note Énoncés de référence

- 0 n'ont pas démontré leurs capacités et leur expérience quant à la mise au point de technologies étroitement associées.
- A ont démontré des capacités et une expérience limitées quant à la mise au point de technologies étroitement associées.
- B ont démontré certaines capacités et une certaine expérience quant à la mise au point de technologies étroitement associées, mais aussi des lacunes sur le plan des principales capacités qui permettraient de former une équipe complète.

- C ont déjà travaillé avec des technologies étroitement associées, de portée et de complexité comparables. L'équipe proposée a toutes les capacités et l'expérience requises pour effectuer les travaux.
- D ont acquis beaucoup d'expérience dans la mise au point de technologies étroitement associées, et dans la réalisation technique de technologies semblables ayant une portée et une complexité comparables. L'équipe proposée possède toutes les capacités requises pour réaliser les travaux.

4A.3.3 **CRITÈRE 3 : COMPRÉHENSION DE LA TECHNOLOGIE**

Ce critère évalue le degré de compréhension des concepts fondamentaux de la technologie et de l'application proposée qui se rapportent au projet de recherche proposé.

La soumission

Note Énoncés de référence

- 0 ne révèle pas une compréhension des concepts requis ou des applications associées.
- A ne révèle qu'une compréhension limitée des fondements ou de l'état actuel des concepts technologiques en jeu.
- B révèle une compréhension générale de l'état actuel du concept technologique, fournit une revue d'autres travaux pertinents pour le concept et explique en quoi les travaux proposés donneront les résultats escomptés.
- C révèle une compréhension approfondie de l'état actuel du concept technologique, fournit une revue complète d'autres travaux pertinents pour le concept central sous-jacent au projet et justifie quelque peu en quoi celui-ci donnera les résultats escomptés.
- D élargit la revue des concepts fondamentaux et des autres travaux sous-jacents à la soumission, en vue d'expliquer toutes les capacités de la technologie et de son application, analyse et justifie de façon convaincante la possibilité de réaliser les objectifs techniques et d'obtenir les résultats escomptés.

4A.3.4 **CRITÈRE 4 : MÉTHODE TECHNIQUE**

Le présent critère permet d'évaluer la méthode technique proposée, de même que sa corrélation avec le plan de travail présenté dans la soumission. Il permet également d'évaluer l'efficacité de la méthodologie décrite quant à la résolution de problèmes techniques, à l'atteinte des objectifs techniques définis des travaux et au respect des exigences liées à l'énoncé des travaux (ET) mentionnées à l'annexe A.

Note Énoncés de référence

- 0 La méthode décrite dans la proposition ne révèle pas comment celle-ci tentera de réaliser les objectifs énoncés.
- A La méthode décrite dans la proposition correspond à une démarche peu méthodique.
- B La méthode décrite dans la proposition révèle une démarche acceptable. Toutefois, la proposition ne corrobore pas l'efficacité de la méthode employée quant à la réalisation des objectifs énoncés. Aucune définition des conditions et des critères à respecter pour chaque niveau de maturité technologique (NMT) n'est donnée.
- C La méthode décrite dans la proposition révèle une démarche rigoureuse. La proposition corrobore l'efficacité de la méthode quant à l'atteinte des objectifs énoncés. Les conditions et les critères à respecter pour chaque NMT sont définis.
- D La méthode décrite dans la proposition prend appui sur une expertise de pointe et révèle une démarche rigoureuse. La proposition corrobore l'efficacité de la méthodologie employée quant à l'atteinte des objectifs techniques des travaux. Les conditions et les critères à respecter pour chaque niveau de maturité technologique (NMT) sont bien définis et élaborés.

CRITÈRES DE GESTION**4A.3.5 CRITÈRE 5 : EXPÉRIENCE DE GESTION DU PERSONNEL CLÉ**

Ce critère permet d'évaluer les qualifications, l'expérience et les réussites passées du gestionnaire de projet ainsi que des principaux ingénieurs et scientifiques proposés pour la direction du projet. Les curriculum vitae qui doivent être joints à la section I, Soumission technique et de gestion, seront évalués pour ce critère.

Note Énoncés de référence

- 0 Les membres de l'équipe principale de gestion du projet ne sont pas identifiés ou n'ont pas assez d'expérience dans la réalisation de projets de même portée et complexité, et pas assez de connaissances sur une technologie semblable à celle requise pour cette proposition.
- A L'équipe principale de gestion du projet n'a pas présenté un dossier de suivi témoignant de la réussite de projets de même portée et complexité, et de connaissances sur une technologie semblable à celle requise pour cette proposition.
- B La ressource principale de gestion du projet a présenté un dossier moyen de suivi témoignant de la réussite de projets de même portée et complexité, et de connaissances sur une technologie semblable à celle requise pour cette proposition.

-
- C Le gestionnaire du projet et le scientifique ou l'ingénieur du projet identifiés ont présenté un dossier de suivi témoignant de la bonne gestion et de la réussite de projets de même portée et complexité, de bonnes connaissances sur une technologie semblable à celle requise pour cette proposition.
- D Le gestionnaire du projet et le scientifique ou l'ingénieur du projet identifiés ont présenté un solide dossier de suivi témoignant de leur capacité de livrer les projets à temps; de respecter le budget et d'offrir un bon rendement dans des projets ayant au moins la même portée et complexité, et de bonnes connaissances sur une technologie semblable à celle requise pour cette proposition.

4A.3.6 CRITÈRE 6: PLAN DE GESTION

Le présent critère permet d'évaluer le plan de gestion en fonction de son exhaustivité et d'évaluer son efficacité pour permettre de mener le marché à bonne fin. Il évalue également le mode de gestion de la PI du soumissionnaire.

La soumission :

Note Énoncés de références

- 0 ne comprend pas de plan concret de gestion. Elle n'inspire donc pas confiance dans la capacité de l'équipe choisie de mener à bien les travaux du contrat.
- A ne comprend pas de plan de gestion adéquat. Plus d'une sous-section du paragraphe 3A.7.2 de la pièce jointe 1 à la partie 3 ne sont pas traitées. En outre, aucune BIP ou FIP n'est mentionnée.
- B comprend un plan de gestion adéquat et comprend la BIP et la FIP. Toutefois, certaines sous-sections du paragraphe 3A.7.2 de la pièce jointe 1 à la partie 3 ne sont pas traitées. Par conséquent, il n'y a pas corroboration de la possibilité de réaliser les produits livrables proposés au niveau de rendement précisé.
- C comprend un plan de gestion crédible ainsi qu'une méthode de gestion de la BIP et de la FIP raisonnable, mais incomplète. On démontre la capacité du plan de respecter efficacement les exigences des projets. Celle-ci est toutefois quelque peu limitée en raison du manque de détails.
- D comprend un plan de gestion complet et cohérent. On corrobore pleinement la capacité du plan de respecter efficacement les exigences du projet. La soumission comprend également une méthode exhaustive de gestion de la PI.

Solicitation No. - N° de l'invitation

9F063-130093/A

Amd. No. - N° de la modif.

File No. - N° du dossier

MTB-3-36035

Buyer ID - Id de l'acheteur

mtb450

CCC No./N° CCC - FMS No/ N° VME

9F063-13-0093

ANNEXE A

ÉNONCÉ DES TRAVAUX (Travaux)

L'énoncé des travaux (Annexe A) joint à la DP doit être inséré à ce point et fera partie intégrante de ce document.

Solicitation No. - N° de l'invitation

9F063-130093/A

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

9F063-13-0093

Amd. No. - N° de la modif.

File No. - N° du dossier

MTB-3-36035

Buyer ID - Id de l'acheteur

mtb450

CCC No./N° CCC - FMS No/ N° VME

ANNEXE B

BASE DE PAIEMENT

Option 1

PRIX FERME Calendrier des étapes

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		
Autre			

Prix ferme _____ \$ (TPS et TVQ en sus)

**ANNEXE B
BASSE DE PAIEMENT**

Option 2

PRIX PLAFOND

1. MAIN-D'ŒUVRE : aux taux fermes suivants

CATÉGORIE (OU NOM)

TAUX HORAIRES FERMES

_____	_____ \$
_____	_____ \$
Autre	

Est. : _____ \$

**2. ÉQUIPEMENT : coût livré sans marge bénéficiaire.
(Préciser le type d'équipement.)**

Est. : _____ \$

**3. LOCATION : coût réel sans marge bénéficiaire.
(Préciser le type de location.)**

Est. : _____ \$

**4. MATÉRIAUX ET FOURNITURES : coût livré sans
marge bénéficiaire.
(Préciser les catégories de matériaux et de fournitures.)**

Est. : _____ \$

5. DÉPLACEMENTS ET SÉJOURS :

Est. : _____ \$

L'entrepreneur sera remboursé pour les frais autorisés de déplacement et de subsistance qu'il a raisonnablement et convenablement engagés dans l'exécution des travaux, au prix coûtant, sans aucune indemnité pour le profit et (ou) les frais administratifs généraux, conformément aux indemnités relatives aux repas, à l'utilisation d'un véhicule privé et aux faux frais qui sont précisées aux appendices B, C et D de la Directive sur les voyages du Conseil du Trésor (http://www.tbs-sct.gc.ca/pubs_pol/hrpubs/TBM_113/td-dv_f.asp), et selon les autres dispositions de la Directive qui se rapportent aux « voyageurs » plutôt que celles qui se rapportent aux « employés ».

Tout déplacement doit être approuvé au préalable par le chargé de projet. Tous les paiements sont assujettis à une vérification par le gouvernement.

**6. SOUS-TRAITANCE : coût réel sans marge bénéficiaire. Est. : _____ \$
(Identifier les sous-traitants, le cas échéant.)**

**7. AUTRES FRAIS DIRECTS : coût réel sans marge bénéficiaire. Est. : _____ \$
(Préciser les catégories de frais directs.)**

**8. COÛTS INDIRECTS : taux ferme de ___ % Est. : _____ \$
de l'élément ___ ci-dessus.**

Solicitation No. - N° de l'invitation

9F063-130093/A

Amd. No. - N° de la modif.

Buyer ID - Id de l'acheteur

mtb450

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

9F063-13-0093

File No. - N° du dossier

MTB-3-36035

CCC No./N° CCC - FMS No/ N° VME

(Pour les contrats avec des universités et des collèges canadiens et d'autres contrats, le cas échéant.)

9. MARGE BÉNÉFICIAIRE : taux ferme de__ %
de l'élément __ ci-dessus.

Est. : _____ \$

Coût estimatif - Prix plafond : _____ \$ (TPS et TVQ en sus)

ANNEX A

ÉNONCÉ DE TRAVAIL

A.1 CONTEXTE DU PROGRAMME DE DÉVELOPPEMENT DES TECHNOLOGIES SPATIALES

Le Programme de développement des technologies spatiales (PDS) a pour mandat de formuler, de mettre en œuvre et de gérer les programmes de recherche-développement (R-D) impartis en réponse aux besoins et aux possibilités qui ont été définis. Il a pour objectifs d'élaborer et de présenter des technologies stratégiques qui pourraient fortement contribuer :

- à atténuer les incertitudes techniques associées aux activités spatiales canadiennes futures;
- à transformer des capacités clés en richesses;
- à produire des connaissances par le biais de l'innovation.

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

A.2 OBJECTIFS

L'objectif du présent énoncé des travaux (ÉT) consiste à développer 13 technologies génériques qui visent à encourager l'innovation de technologies visées par l'ASC applicables pour les plateformes, les charges utiles ou pour les infrastructures au sol. Pour chaque technologie prioritaire (TP) énumérée ci-après, les travaux qui font l'objet de la demande concernent le développement et l'amélioration de ces technologies jusqu'à un niveau potentiel de maturité technologique (NMT) 6 (voir APPENDICE A-1).

A.3 PORTÉE

Ce document présente les exigences et les produits à livrer associés aux projets retenus, lesquels visent 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 GÉNÉRIQUES

Les technologies prioritaires sont les technologies que l'ASC a sélectionnées comme étant stratégique qu'il faut développer 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.

A.5 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. Il incombe à l'entrepreneur d'utiliser le tableau de directives qui suit afin de choisir les activités appropriées en vue de satisfaire les critères de

sortie liés aux NMT visés. Les niveaux de maturité technologique décrivent la progression du développement et de l'évolution des technologies. Les NMT sont décrits à l'APPENDICE A-1.

Liste des activités
Gestion du projet
▪ Planification de la portée (Structure de répartition des tâches et lots de travaux)
▪ Calendrier
▪ Réunions
▪ Contrôle de l'avancement des travaux
▪ Gestion financière
▪ Documentation et présentation de rapports
▪ Ensemble final de données
▪ Gestion des risques
Planification des risques
Identification et caractérisation des risques
Analyse des risques
Atténuation et suivi des risques
▪ Gestion de la configuration
Gestion des activités des sous-traitants
▪ Plan d'acquisition
▪ Accord sur la PI
Analyse des besoins
▪ Définition de la mission
▪ Définition des exigences de la mission
▪ Définition de l'environnement
▪ Contraintes et moteurs technologiques
Définition du projet
▪ Objectifs
Établissement des objectifs
Définition des besoins et des enjeux clés
▪ Exigences
Obtenir la documentation sur les missions actuelles ainsi que les exigences technologiques
Définir davantage les exigences technologiques (caractéristiques fonctionnelles et de rendement)
Définition du concept
▪ Analyses fonctionnelles et allocation
▪ Élaboration des concepts associés au développement et aux opérations
▪ Estimations des coûts
▪ Prévision du calendrier
▪ Analyse des risques
▪ Études des systèmes et compromis
▪ Identification des principales exigences et des risques connexes
▪ Modélisation et prototypage
Conception et plan de développement
Analyse
Simulation
Revue de définition du concept

Year 2 = Année 2

ID = N°

Task Name = Tâche

Meetings = Réunions

Kick-off meeting = Réunion de lancement

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

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

Final review Meeting= Réunion de revue finale

Major Deliverables = Principaux produits à livrer

Monthly Reports = Rapports mensuels

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

Final Data Package = Ensemble final de données

Contract Equipment = Équipement acquis aux termes du contrat

*** La décision portant sur la livraison de tout prototype sera prise par l'ASC à l'achèvement de chacun des contrats.**

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), certains produits à livrer peuvent se rapporter spécifiquement à un contrat donné (CDRL 18 et autres). Ces produits doivent être définis dans la proposition et convenus lors de la réunion de lancement.

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.	Divulgarion de propriété intellectuelle originale (FIP)	Fin du contrat – 2 semaines	Finale
10.	Rapport sommaire	Fin du contrat – 2 semaines	Finale
11.	Évaluation de rendement de l'entrepreneur	Fin du contrat – 2 semaines	Finale
12.	Rapport final d'étape / d'avancement des travaux, y compris l'évaluation du niveau de maturité technologique	Fin du contrat – 2 semaines	
13.	Prototypes*	À la réunion de revue finale	Finale
14.	Équipement (acheté aux termes du contrat)	À la réunion de revue finale	Finale
15.	Logiciels	Réunion – 2 semaines	
16.	Données / équipement fournis par le gouvernement	À la fin du contrat	
17.	Produits à livrer dans le cadre du contrat	Définie dans la proposition et convenue lors de la réunion de lancement	

* La décision portant sur la livraison de tout prototype sera prise par l'ASC à l'achèvement de chacun des contrats.

TABLEAU A-2 : Calendrier des éléments contractuels

Le paragraphe A.8.1 décrit le contenu attendu des produits à livrer, et le paragraphe A.8.2 fournit une description détaillée des réunions qui auront lieu et des points qui seront abordés au cours de celles-ci.

A.6.1 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 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 : _envoyé2010-10-25, signifiant le 25 octobre 2012.

Non-divulgation

Les documents n'entreront pas dans le domaine public, sauf pour ce qui concerne le Rapport sommaire (voir la section A.8.1.3.1). L'entrepreneur doit indiquer les avis de propriété suivants

(« le propriétaire de la propriété intellectuelle originale (FIP) » étant soit l'ASC, soit l'entrepreneur).

Sur la page couverture :

Le présent document est un produit à livrer en vertu du contrat n° _____. Il renferme des renseignements appartenant à « propriétaire de la FIP » ou à une tierce partie envers qui « propriétaire de la FIP » a l'obligation de protéger lesdits renseignements de toute divulgation, utilisation ou reproduction non autorisées. Toute divulgation, utilisation ou reproduction du présent document ou des renseignements qu'il contient à des fins autres que les fins spécifiques pour lesquelles il a été divulgué est formellement interdite à l'extérieur du gouvernement du Canada, sauf autorisation écrite de « propriétaire de la FIP ».

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

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.6.1.1 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), à l'autorité technique (AT) et à l'autorité contractante (AC) dès qu'il est disponible. Les formats électroniques acceptables sont MS Word, WordPerfect, PDF et HTML. Les instructions concernant la désignation des fichiers électroniques sont données à la section A.8.1. 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;
- l'identification de toute nouvelle propriété intellectuelle de base (BIP) qu'on s'attend à utiliser dans le cadre du projet, et description de toute nouvelle propriété intellectuelle originale (FIP) générée durant l'exécution de ce contrat (y compris la divulgation d'invention);
- 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 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 10 %	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 au chapitre de la mesure 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.6.1.2 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 et l'AT examineront le rapport et pourront, s'il y a lieu, demander des modifications. L'entrepreneur soumettra ensuite la version révisée du rapport.

Le rapport d'étape et/ou d'avancement des travaux, qui doit être un document protégé, renfermera une description complète des travaux entrepris et des résultats obtenus. À ce titre, le rapport 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 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, de la nouvelle PI attendue ainsi que des résultats des recherches d'antériorités de brevets applicables;
- une description détaillée de toute la FIP produite au cours de la période visée et de toute autre BIP utilisée pendant la période faisant l'objet de la revue;
- une description détaillée de la R-D ou des licences commerciales requises pour obtenir un accès à la BIP provenant de tiers, le cas échéant;

- 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.6.1.3. ENSEMBLE FINAL DE DONNEES

Au moins deux (2) semaines avant l'échéance, l'entrepreneur doit soumettre une ébauche de l'ensemble final des données à l'AP, à l'AT et à l'AC. L'AP et l'AT examineront l'ensemble des documents et pourront, s'il y a lieu, demander des modifications. L'entrepreneur soumettra ensuite la version finale révisée. Cet ensemble de documents doit se composer de documents distincts et indépendants les uns des autres et couvrir tous les travaux effectués dans le cadre du contrat.

L'ensemble final de données doit comprendre les éléments distincts suivants (en format électronique seulement) :

- a. Rapport sommaire
- b. Rapport technique
- c. Divulgarion par l'entrepreneur de la propriété intellectuelle originale (APPENDICE A-3)
- d. Formulaire de déclaration des actifs - Prototypes et équipement (APPENDICE A-4).

Le rapport sommaire et le rapport technique devraient inclure la fiche documentaire de rapport de l'ASC (APPENDICE A-2).

A.6.1.3.1. RAPPORT SOMMAIRE

Le rapport sommaire entrera dans le domaine public (bibliothèque de l'ASC, publications ou site Web, etc. pour favoriser le transfert et la diffusion des technologies spatiales). Le rapport ne doit pas dépasser dix (10) pages. L'entrepreneur doit soumettre une version électronique du rapport sommaire dans l'ensemble final de données. 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;
2. introduction ;
3. objectifs techniques;
4. approche et 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.6.1.3.2 *RAPPORT TECHNIQUE*

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

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

- j) description détaillée et explicite de la propriété intellectuelle originale (FIP) et de la propriété intellectuelle de base (BIP), le cas échéant (voir appendice A-3);
- k) conclusion;
- l) tableaux, dessins techniques et figures connexes;
- m) une copie de toute licence commerciale ou de R-D requise pour obtenir accès à la propriété intellectuelle de base (BIP) provenant de tiers, s'il y a lieu;
- n) tout renseignement supplémentaire pertinent que l'entrepreneur juge important.

A.6.1.3.3 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 doivent figurer dans l'ensemble final de données et être analysées lors de la réunion de revue finale. La liste et une description de toutes les FIP découlant des travaux du projet doivent également être fournies. En outre, l'entrepreneur remplira et soumettra comme document autonome le document intitulé « Divulgence par l'entrepreneur de la propriété intellectuelle » figurant à l'APPENDICE A-3. L'entrepreneur doit présenter une version électronique de cette divulgation.

A.6.1.3.4. PROTOTYPES ET ÉQUIPEMENT

Tous les prototypes développés durant le contrat doivent être divulgués à l'État et examinés par l'AP et l'AT qui décideront 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 inclure dans l'ensemble final des données le formulaire de déclaration d'actifs donné à l'APPENDICE A-4. 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 (équipement) après que l'AP et l'AT auront examiné la liste.

A.6.1.4.1 PRODUITS À LIVRER DANS LE CADRE DU CONTRAT

On trouvera ci-après une liste des produits à livrer propres au contrat, qui pourraient être indiqués dans la soumission et exigés en fonction de la progression du NMT de la technologie. L'échéancier concernant ces produits à livrer et autres produits contractuels devrait être précisé dans la soumission et adopté à la réunion de lancement.

- documents sur les exigences de rendement et de fonctionnement;
- compilation des analyses documentaires et établissement de notes techniques relatives aux énoncés de référence;
- études de faisabilité et d'options;
- plan d'acquisition;
- entente sur la PI avec les sous-traitants;
- plan de conception et de développement technologiques;
- document de conception, y compris dessins et modèles;
- document de définition préliminaire, y compris dessins et modèles;
- document de définition détaillée, y compris dessins et modèles;
- plan d'élaboration de maquettes;
- documents de contrôle des interfaces, y compris dessins et modèles;
- Analyses et effets des modes de défaillance;

- développement des procédés d'assemblage;
- documentation des procédés;
- méthodes d'essai et rapports sur les résultats;
- spécifications formelles, y compris dessins et modèles;
- plan de qualification;
- maquettes;
- prototypes;
- énoncé de conformité;
- modèle électrique;
- modèle de qualification technique;
- modèle de qualification.

A.6.1.5 LOGICIELS

Les logiciels et la documentation connexe élaborés dans le cadre du contrat seront conformes aux normes de conception des logiciels et/ou aux spécifications prévues dans la proposition. 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.6.2 RÉUNIONS

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

- réunion de lancement;
- réunions d'étape et 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 et d'avancement des travaux	Au moins tous les 4 mois	Locaux de l'ASC
Réunion d'autorisation des travaux Décision d'autorisation des travaux	Réunion à mi-chemin du contrat. Le 31 mars de chaque année pendant la durée du contrat.	Locaux de l'ASC s.o.
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;
- 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'AT. 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.6.2.1 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 :

- 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 les stratégies d'exploitation de la technologie et des capacités de l'entreprise;
- 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 du financement, des mouvements de trésorerie et du format des demandes de paiement;
- revue des exigences en matière de rapport;
- revue des produits de communication à livrer;
- discussion sur toute question touchant les licences;
- rencontre du personnel affecté aux travaux.

A.6.2.2 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. À tout le moins, 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 à un intervalle n'excédant pas quatre mois. La date de ces réunions sera fixée par l'entrepreneur.

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;
- la situation financière actuelle (fournir un tableau indiquant les mouvements de trésorerie réels par rapport à ceux prévus);
- le rendement obtenu par rapport aux CER;
- l'état des contributions de l'entrepreneur (le cas échéant);
- la nouvelle PI produite, la situation et l'évolution de toute invention, y compris toute expérience ou tout autre travail en appui à une demande de brevet;
- l'avancement de la commercialisation, s'il y a lieu;
- 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.6.2.3 RÉUNION D'AUTORISATION DES TRAVAUX ET DÉCISIONS

En plus de la revue d'étape et d'avancement des travaux, une réunion d'autorisation des travaux aura lieu environ 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.

À la discrétion de l'ASC, les réunions de lancement et de revue trimestrielle d'avancement des travaux peuvent être tenues par téléconférence plutôt que dans les locaux de l'entrepreneur.

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-divulgaration). Le personnel clé de l'entrepreneur participant aux travaux faisant l'objet de la revue assistera à ces réunions. Le lieu, la date et l'heure des réunions sur l'état d'avancement seront fixés par entente mutuelle entre l'AP, l'AT et l'entrepreneur.

A.6.2.4. 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;
- la divulgation de la FIP;
- matériel de présentation utilisé lors des réunions;
- les prototypes, les dessins techniques, le matériel, les logiciels et l'équipement, s'il y a lieu;
- autres points jugés pertinents.

L'AP et l'AT se réservent le droit d'inviter toute personne compétente 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, l'AT et l'entrepreneur.

A.6.3 FORMULAIRES

La fiche documentaire de rapport (APPENDICE A-2) devrait être intégrée au rapport sommaire et au rapport technique. L'entrepreneur doit inclure dans l'ensemble final des données le formulaire de déclaration d'actifs donné à l'APPENDICE A-4. 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 Technologies habilitantes à l'appui de missions

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	Principes de base observés et signalés.	Premier stade de développement de la technologie. La recherche scientifique commence à se traduire par de la recherche appliquée et des travaux de développement.
NMT 2	Formulation et (ou) application du concept technologique.	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 analytique et expérimentale cruciale et (ou) validation du concept caractéristique.	La recherche-développement active est amorcée, notamment les études analytiques et en laboratoire, pour valider les prévisions concernant la technologie.
NMT 4	Validation en laboratoire de la composante et (ou) de la maquette.	Des composantes technologiques de base sont intégrées afin de déterminer si elles fonctionnent ensemble.
NMT 5	Validation de la composante et (ou) de la maquette dans un milieu pertinent.	Les éléments technologiques de base sont intégrés à d'autres éléments d'appui suffisamment réalistes de sorte qu'ils puissent être mis à l'essai dans un environnement simulé.
NMT 6	Démonstration d'un modèle ou prototype de système/sous-système dans un environnement pertinent (terrestre ou spatial).	Un modèle représentatif ou un prototype de système est mis à l'essai dans un environnement pertinent.
NMT 7	Démonstration du prototype du système dans un environnement spatial.	Prototype de système amené au niveau opérationnel prévu ou proche de celui-ci.
NMT 8	Système réalisé, complété et « homologué pour le vol » au moyen d'essais et d'une démonstration (au sol ou dans l'espace).	Dans un système réel, il a été démontré que la technologie fonctionne dans sa forme finale et dans les conditions prévues.
NMT 9	Validation en vol du système réel par la réussite de la conduite opérationnelle de missions.	Le système intégrant la nouvelle technologie sous sa forme finale a été utilisé dans des conditions de mission réelles.

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

APPENDICE A-2


Agence spatiale canadienne Canadian Space Agency	FICHE DOCUMENTAIRE DE RAPPORT	
Date du rapport :		
Titre :		
Auteur(s) :		
Nom et adresse de l'organisme réalisant les travaux :		
N° et titre du contrat :		
Nom et adresse de l'organisme de parrainage : Agence spatiale canadienne 6767, route de l'Aéroport Saint-Hubert (Québec) Canada J3Y 8Y9 Tél. : 450-926-4800 Téléc. : 450-926-4613		
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

Propriété intellectuelle de base (BIP)

- Avant la clôture du contrat, l'entrepreneur doit revoir la divulgation de la BIP et mettre à jour l'information fournie dans sa proposition. Aux fins de la mise à jour de l'information BIP, le tableau A-3-1 présenté ci-après doit être rempli.

Dans le tableau A-3-1, il faut fournir l'information demandée pour chaque BIP :

- N° de la BIP : assigner un numéro séquentiel pour chaque BIP inscrite au tableau.
- Titre de la BIP : donner un titre descriptif de la BIP.
- Type de BIP : indiquer si la BIP se rapporte à des algorithmes logiciels, à la conception de matériel, à un brevet d'invention ou autre.
- Type d'accès à la BIP : décrire le type d'accès à la BIP qui était requis pour utiliser la BIP, la modifier, l'améliorer et la développer davantage.
- Description de la BIP : fournir une description explicite et détaillée de la BIP (faire des renvois aux sections pertinentes du rapport technique, s'il y a lieu).
- Documentation de référence : indiquer si la documentation était un rapport technique, un document de conception, des résultats d'essais ou autre.
- Origine de la BIP : indiquer si la BIP émanait de la R-D interne, d'un projet de collaboration, d'un contrat particulier ou autre.
- Propriétaire de la BIP : donner les noms et adresses des propriétaires de la BIP (entrepreneur, sous-traitant ou le Canada).

N° de la BIP	Titre de la BIP	Types de BIP	Type d'accès	Description de la BIP	Documentation de référence	Origine de la BIP	Propriétaire de la BIP

Tableau A-3-1: Divulgation de la propriété intellectuelle de base (BIP) utilisée dans le cadre du contrat

Donner le nom et le poste de la personne qui approuve ou autorise la présente divulgation. Cette personne doit signer et dater la divulgation. L'avis suivant doit figurer dans la partie supérieure de chaque page de la divulgation de la BIP :

« Toute divulgation, utilisation ou reproduction du présent document ou des renseignements qu'il contient, en tout ou en partie, est formellement interdite sauf autorisation écrite de [propriétaire de la BIP]. »

Propriété intellectuelle originale (FIP)

-
- Outre la divulgation de la BIP, l'entrepreneur doit fournir l'information demandée pour chaque élément de FIP (le tableau A-3-2 ci-après doit être rempli).
 - N° de la FIP : assigner un numéro séquentiel pour chaque FIP inscrite au tableau.
 - Titre de la FIP : donner un titre descriptif de la FIP.
 - Type de FIP : indiquer si la FIP se rapporte à des droits d'auteur, à une invention, à un concept, à un logiciel, à un savoir-faire, à un secret commercial, à des algorithmes ou autre.
 - Description de la FIP : fournir une description explicite et détaillée de la FIP (faire des renvois aux sections pertinentes du rapport technique, s'il y a lieu).
 - Documentation de référence : indiquer si la documentation était un rapport technique, un document de conception, des résultats d'essais ou autre.
 - Propriétaire de la FIP : donner les noms et adresses des propriétaires de la FIP (entrepreneur, sous-traitant ou le Canada).

N° de la FIP	Titre de la FIP	Type de FIP	Description de la FIP	Documentation de référence	Propriétaire de la FIP

Tableau A-3-2: Divulgation de la propriété intellectuelle originale (FIP) mise au point dans le cadre du contrat

- Nota : Si le Canada est propriétaire de la FIP, l'entrepreneur doit remplir le tableau A-3-3 et fournir l'information suivante :
 - N° de la FIP : Numéro séquentiel de chaque FIP inscrite au tableau.
 - Titre de la FI : Inscire le titre de la FIP en cause.
 - Description de la FIP : Fournir une description explicite et détaillée de la FIP ainsi que les aspects qui sont novateurs, utiles et non évidents.
 - Limites : Fournir les limites ou inconvénients de la FIP.
 - Références : Références dans des publications ou des brevets ayant trait à la FIP.
 - La FIP a-t-elle fait l'objet d'un prototype, d'un essai ou d'une démonstration (p. ex., analyse, simulation, matériel)? Dans l'affirmative, fournir les résultats.
 - Inventeur : Fournir le nom, coordonnées et entreprise des inventeurs (p. ex., les personnes qui ont créé la FIP).
 - Divulgation de la PI : La FIP ou des éléments de la FIP ont-ils été déclarés ou divulgués à d'autres parties? Dans l'affirmative, quand, où et à qui?

N° de la FIP	Titre de la FIP	Description de la FIP	Limites ou inconvénients	Références	La FIP fait l'objet d'un prototype, d'un essai ou d'une démonstration ?	Inventeurs	Divulgence de la PI

Table A-3-3: Information additionnelle de la FIP appartenant au Canada

Donner le nom et le poste de la personne qui approuve ou autorise la présente divulgation. Cette personne doit signer et dater la divulgation.

L'avis suivant doit figurer dans la partie supérieure de chaque page de la divulgation de la FIP :

« Toute divulgation, utilisation ou reproduction du présent document ou des renseignements qu'il contient, en tout ou en partie, est formellement interdite sauf autorisation écrite de [propriétaire de la FIP] ou du gouvernement du Canada. »

APPENDICE A-4

FORMULAIRE DE DÉCLARATION DES ACTIFS – PROTOTYPES ET ÉQUIPMENT

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

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

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

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

Nom du prototype	Description du prototype

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

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

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	N° de TP	Titre de la technologie prioritaire
1	TP 1	Laser de télédétection à haut rendement
2	TP 2	Conception détaillée d'éléments d'optique d'entrée convenant à des applications dans le champ de vision (FOV) du visible et du proche infrarouge (VNIR)/infrarouge de courte longueur d'onde (SWIR)
3	TP 3	Grands détecteurs monophotoniques à sensibilité accrue aux UV destinés à des applications en spatioastronomie
4	TP 4	Structures CFRP multifonctions
5	TP 5	Système d'atténuation des chocs
6	TP 6	Technologie d'isolation thermique pour l'amélioration de la fiabilité des capteurs
7	TP 7	Structures composites thermiquement stables pour charges utiles
8	TP 8	Systèmes de propulsion écologiques embarqués pour le maintien à poste et la désorbitation de microsatellites
9	TP 9	Nouveaux boucliers de protection contre les micrométéorites et les débris orbitaux
10	TP 10	Autonomie avancée pour l'entretien robotique spatial
11	TP 11	Antenne UHF déployable de grande puissance
12	TP 12	Mise au point d'un amplificateur de grande puissance au nitrure de gallium (GaN) pour les applications en bande X
13	TP 13	Matériaux de blindage contre le rayonnement spatial

Tableau A5-1 : Liste des technologies prioritaires génériques

ÉNONCÉS DES TRAVAUX SPÉCIFIQUES AUX TECHNOLOGIES PRIORITAIRES

Table des matières

TP01 - Laser de télédétection à haut rendement	A-26
TP02 - Conception détaillée d'éléments d'optique d'entrée convenant à des applications dans le champ de vision (FOV) du visible et du proche infrarouge (VNIR)/infrarouge de courte longueur d'onde (SWIR)	A-32
TP03 - Grands détecteurs monophotoniques à sensibilité accrue aux UV destinés à des applications en spatioastronomie	A-38
TP04 - Structures CFRP multifonctions.....	A-44
PT05 - Système d'atténuation des chocs	A-52
PT06 - Technologie d'isolation thermique pour l'amélioration de la fiabilité des capteurs	A-57
PT07 - Structures composites thermiquement stables pour charges utiles.....	A-62
PT08 - Systèmes de propulsion écologiques embarqués pour le maintien à poste et la désorbitation de microsattellites	A-72
TP09 - Nouveaux boucliers de protection contre les micrométéorites et les débris orbitaux	A-79
TP10 - Autonomie avancée pour l'entretien robotique spatial	A-85
TP11 - Antenne UHF déployable de grande puissance	A-93
TP12 - Mise au point d'un amplificateur de grande puissance au nitrure de gallium (GaN) pour les applications en bande X.....	A-99
TP13 - Matériaux de blindage contre le rayonnement spatial	A-107

Technologie prioritaire 1 (TP 01)

Laser de télédétection à haut rendement

TP01 - Laser de télédétection à haut rendement

Liste des sigles et acronymes

AD	Document applicable
ASC	Agence spatiale canadienne
DIAL	Lidar à absorption différentielle
ET	Énoncé de travail
FRT	Feuille de route technologique
ISS	Station spatiale internationale
MF	Maquette fonctionnelle
NMT	Niveau de maturité technologique
RD	Document de référence
SCL	Spectroscopie par claquage laser
SLHR	Système laser à haut rendement
UDT	Unité de développement technologique

Documents applicables

This section lists documents that are required for the bidder to develop the proposal.

No de l'AD	Numéro du document	Titre du document	No de rév.	Date
AD-1	CSA-ST-GDL-0001	CSA Technology Readiness Levels and Assessment Guidelines (Lignes directrices de l'ASC sur les niveaux de maturité technologique et leur évaluation) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRL-TRA/CSA-ST-GDL-0001%20Rev%20A%20FR.pdf	Rév. A	Octobre 2010
AD-2	ESTEC TEC-SHS/5574/MG/ap	Technology Readiness Levels Handbook for Space Applications (en anglais seulement) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/ESTEC/TEC-SHS/5574/MG/ap	Ver. 1 / Rév. 6	Mars 2009

PT01 - Laser de télédétection à haut rendement

No de l'AD	Numéro du document	Titre du document	No de rév.	Date
		csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRL-TRA		
AD-3		Roadmap Framework: ExCore Concept Study Technology Roadmapping Workbook FR.xlsx ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRM/		

Description de la technologie

Ce développement vise à faire progresser la technologie du laser à impulsion brève (nanoseconde) à semi-conducteurs. Une impulsion laser de très haute puissance, généralement fondée sur la technologie du laser déclenché, est à la base de nombreux instruments de télédétection optique active. En 2008, un laser de conception canadienne de cette catégorie a été embarqué à bord de la mission Phoenix à destination de Mars. Le présent AP vise le perfectionnement de cette technologie qui permettrait de mettre en œuvre un plus vaste éventail d'instruments laser spatiaux.

La principale amélioration visée porte essentiellement sur l'augmentation de l'énergie d'impulsion laser de 1 mJ (démontrée durant la mission Phoenix) jusqu'à 20 mJ. Les attentes par rapport au progrès de cette technologie laser sont énoncées à la section intitulée Caractéristiques fonctionnelles et exigences en matière de rendement. Le perfectionnement visé sera essentiel à la réalisation des lidar atmosphériques à rétrodiffusion de plus longue portée et de résolution plus élevée à des fins d'exploration planétaire (semblable à la mission Phoenix) ou d'observation de la Terre ainsi qu'à la mise en œuvre de lidar analytiques, comme les DIAL (lidar à absorption différentielle), destinés à la détection des gaz (ozone, vapeur d'eau, etc.). Ce laser permettra d'élaborer un concept de lidar à éclat selon lequel la scène est illuminée sur-le-champ par un laser à haute énergie et un capteur-détecteur réseau recueille des données de distance sans balayage. Divers instruments scientifiques, notamment ceux fondés sur la spectroscopie par claquage laser (SCL) et la spectroscopie Raman, pourront être mis au point grâce à ce laser.

Ce développement vise à faire progresser la technologie laser décrite du NMT 2/3 au NMT 4.

Portée des travaux

La portée du travail décrite ici s'ajoute à la section A.5 Description générique des tâches de l'annexe A.

L'entrepreneur réalisera les travaux requis pour amener un concept de laser à haut rendement au NMT 4, produisant ainsi une technologie ayant un cheminement pour arriver à une version spatioqualifiée. Il est nettement préférable que le concept de laser soit déjà bien compris (au moins de NMT 2 ou 3), de sorte que le projet puisse efficacement déboucher sur une technologie de NMT 4. La portée de cet ET comprend les activités suivantes :

- planification et gestion du projet;
- assurance produit et gestion de la configuration;

- ingénierie des systèmes;
- définition de missions et d'instruments potentiels pour le laser à haut rendement;
- recherches documentaires sur les technologies applicables;
- élaboration des exigences techniques et des configurations de base;
- conception préliminaire et détaillée;
- fabrication, assemblage et vérification de maquettes fonctionnelles (MF) pour le laser à haut rendement;
- fabrication, assemblage et vérification de l'unité de développement technologique (UDT) du laser à haut rendement;
- démonstrations;
- fourniture de tout l'équipement de soutien au sol et des contenants d'expédition nécessaires pour une livraison clé en main et les démonstrations du matériel susmentionné;
- fourniture de toute la documentation connexe;
- fourniture de tout logiciel connexe.

L'entrepreneur doit fournir un plan de développement technologique, aussi appelé feuille de route technologique (FRT), qui comprend une description des développements technologiques requis pour répondre aux besoins de la mission potentielle ainsi qu'un plan et un échéancier pour l'atteinte des NMT 6 et 8. La feuille de route doit également être présentée selon le format du document AD-3.

Caractéristiques fonctionnelles et exigences liées au rendement

Le produit technologique qui découle de ce contrat sera le prototype de laboratoire fonctionnel d'un laser à haut rendement, faisant l'objet d'une démonstration en laboratoire. À cette fin, l'entrepreneur doit produire une maquette fonctionnelle (MF) du laser et une unité de développement technologique (UDT) définie comme suit :

- maquette fonctionnelle : une maquette fonctionnelle doit être représentative des éléments clés du système du point de vue fonctionnel et électrique. Elle servira à valider une caractéristique nouvelle ou critique de la conception du laser et le développement des logiciels. Il n'y a aucune exigence particulière pour la configuration et le contrôle des interfaces;
- unité de développement technologique (UDT) : une UDT doit être intégrée et construite pour les essais fonctionnels en conditions ambiantes normales. On peut utiliser des pièces EEE respectant des normes de qualité inférieures, mais ces dernières doivent être du même type que celles d'un prototype de vol et être intégrées de la même manière. Les allocations de masse, de volume et de consommation d'énergie doivent correspondre à celles qui sont prévues pour le prototype de vol.

Les spécifications suivantes se rapportant au laser à haut rendement (au niveau de l'UDT) doivent être considérées comme des directives initiales de conception.

- [SLHR– 001] Système laser à haut rendement (SLHR) : le système doit générer de manière contrôlée un rayonnement laser répétitif à impulsions courtes convenant à des applications en télédétection laser.
- [SLHR – 002] Longueur d'onde : la longueur d'onde doit se situer entre 900 nm et 1600 nm.
- [SLHR – 003] Énergie des impulsions : l'énergie des impulsions laser doit être de 20 mJ mesurée à l'intérieur d'un intervalle de tir de 7 ns. La stabilité énergétique entre impulsions devrait être supérieure à 1 %.
- [SLHR - 004] Durée des impulsions : la durée des impulsions laser ne devrait pas être supérieure à 7 ns. On considèrera une plus courte durée (d'inférieure à la nanoseconde à la picoseconde) comme un avantage, pourvu que la spécification d'énergie d'impulsion soit respectée. La durée se définit comme étant la moitié du niveau de la crête d'impulsion.
- [SLHR - 005] Taux de répétition : le laser devrait fonctionner avec un taux de répétition variable allant du tir unique jusqu'au taux maximum. Le taux maximum devrait être de 5 Hz ou supérieur.
- [SLHR – 006] Qualité du faisceau : la qualité du faisceau devrait se rapprocher de celle d'un faisceau gaussien. L'écart par rapport à la qualité gaussienne ne devrait pas être supérieur à 50 %, ce qui correspond au paramètre M2 de 1,5 ou supérieur.
- [SLRH – 007] Diamètre du faisceau : le système devrait produire un faisceau circulaire dont le diamètre se situe entre 0,5 mm et 5 mm.
- [SLHR – 009] Durée de vie du laser : le système devrait être conçu de manière à fonctionner en continu durant 3 ans avant que son rendement ne corresponde plus aux spécifications.
- [SLHR – 010] Masse : le laser devrait être conçu de manière à permettre la réduction d'échelle pour que la masse estimée d'un éventuel laser de vol ne dépasse pas 2 kg.
- [SLHR – 011] Volume : le laser devrait être conçu de manière à permettre la réduction d'échelle pour que le volume estimé d'un éventuel laser de vol ne dépasse pas 1 litre.
- [SLHR – 012] Consommation d'énergie : le laser devrait être conçu de manière à permettre la réduction d'échelle pour que la consommation d'énergie estimée d'un éventuel laser de vol ne dépasse pas 10 W.

Échéancier pour le NMT

- NMT initial : 2 à 3
- NMT visé : 4+ (UDT)

Missions visées

Les catégories de missions particulières et d'instruments qui pourraient bénéficier directement de la technologie du laser à haut rendement comprennent, sans toutefois s'y limiter :

PT01 - Laser de télédétection à haut rendement

- entretien de matériel en orbite, y compris l'ISS : lidar à éclat, lidar à longue portée;
- atténuation du danger des débris orbitaux : lidar à éclat, lidar à longue portée;
- observation de la Terre : lidar analytiques, DIAL, altimètres laser, profilage des nuages et de la végétation;
- atterrisseurs d'exploration planétaire : lidar à éclat pour la navigation, lidar atmosphériques, capteurs LIBS et Raman;
- orbiteurs d'exploration planétaire : lidar analytiques et DIAL.

Produits à livrer

Les produits à livrer définis ici s'ajoutent à ceux de la section A.6 Réunions et produits à livrer prévus au contrat de l'annexe A.

- document de conception du laser, y compris les compromis technologiques;
- maquette fonctionnelle (MF) du laser;
- démonstration de la MF de laboratoire en ce qui concerne les principaux paramètres de rendement (énergie d'impulsion laser, durée de l'impulsion, qualité du faisceau, taux de répétition);
- concept de la MF et rapport d'essai;
- unité de développement technologique (UDT) et manuel de l'utilisateur de l'UDT;
- démonstration de l'UDT de laboratoire en ce qui concerne les principaux paramètres de rendement ainsi que la convivialité de l'application sélectionnée (par exemple, lidar à longue portée, lidar à éclat, LIBS);
- conception de l'UDT et rapport d'essai;
- feuille de route technologique
- rapport final, incluant le concept actualisé, sommaire du processus de conception, analyse du cheminement proposé pour obtenir une version spatioqualifiée.

Technologie prioritaire 2 (TP 02)

**Conception détaillée d'éléments
d'optique d'entrée convenant à
des applications dans le champ
de vision (FOV) du visible et du
proche infrarouge
(VNIR)/infrarouge de courte
longueur d'onde (SWIR)**

TP02 - Conception détaillée d'éléments d'optique d'entrée convenant à des applications dans le champ de vision (FOV) du visible et du proche infrarouge (VNIR)/infrarouge de courte longueur d'onde (SWIR)

Liste des sigles et acronymes

AD	Document applicable
AIE	Alignement, intégration et essai
ASC	Agence spatiale canadienne
ASR	Aluminium à solidification rapide
DES	Distance d'échantillonnage au sol
ET	Énoncé de travail
FOV	Champ de vision
FTM	Fonction de transfert de modulation
LEO	Observation en orbite basse
NMT	Niveau de maturité technologique
RD	Document de référence
STOP	Structure –Thermique – Optique
SWIR	Infrarouge de courte longueur d'onde
TMA	Système anastigmatique à trois miroirs
VNIR	Imagerie dans le visible et le proche infrarouge

Documents applicables

Cette section énumère les documents dont le soumissionnaire aura besoin pour préparer sa proposition.

TP02 - Conception détaillée d'éléments d'optique d'entrée convenant à des applications dans le champ de vision (FOV) du visible et du proche infrarouge (VNIR)/infrarouge de courte longueur d'onde (SWIR)

No de l'AD	Numéro du document	Titre du document	No de rév.	Date
AD-1	CSA-ST-GDL-0001	CSA Technology Readiness Levels and Assessment Guidelines (Lignes directrices de l'ASC sur les niveaux de maturité technologique et leur évaluation) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRL-TRA	Rév. A	Octobre 2010
AD-2	ESTEC TEC-SHS/5574/MG/ap	Technology Readiness Levels Handbook for Space Applications (en anglais seulement) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRL-TRA	Ver. 1 / Rév. 6	Mars 2009
AD-3		Technology Readiness and Risk Assessment Worksheet (Formulaire d'évaluation de la maturité technologique et des risques : TRA Assessment Worksheet FR.pdf) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRL-TRA/		
AD-4		Technology Readiness and Risk Assessment Rollup (Tableau-synthèse d'évaluation de la maturité technologique et des risques : TRA_Assessment_Tool FR.xlsm) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRL-TRA/	D	Mai 2013
AD-5		Roadmap Framework (Document-cadre – feuille de route technologique de l'étude conceptuelle : ExCore Concept Study Technology Roadmapping Workbook FR.xlsx) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRM/		

Description de la technologie

La mise au point d'une optique d'entrée asphérique (souvent appelé télescope) convenant aux applications spatiales dans la gamme des fréquences VNIR et SWIR constitue un véritable défi technologique. On peut compter à l'heure actuelle sur une expertise internationale pour

TP02 - Conception détaillée d'éléments d'optique d'entrée convenant à des applications dans le champ de vision (FOV) du visible et du proche infrarouge (VNIR)/infrarouge de courte longueur d'onde (SWIR)

l'ensemble du processus de conception, de fabrication, d'assemblage et d'essai de télescope. Cette expertise, jumelée avec des progrès de fabrication brevetés, a permis de mettre au point des miroirs asphériques à grande ouverture qui rehaussent le rendement des télescopes. Cependant, on ne retrouve pas cette expertise au pays, la principale difficulté étant une incapacité de fabriquer des miroirs appropriés de grande qualité. Bien qu'en général on puisse les fabriquer à partir de divers matériaux, comme le verre, le carbure de silicium ou le béryllium, le matériau le plus intéressant du point de vue de l'ASC est l'aluminium. La technologie de choix se révèle être le tournage haute précision par diamant monopoint dont les principaux défis consistent à obtenir une microrugosité RMS de la surface (inférieure à 5 nm) ainsi que la stabilité thermique et structurale de chacun des miroirs et de tout l'ensemble. L'objectif final de ce développement technologique vise à rehausser la capacité industrielle du Canada de concevoir, de fabriquer, d'assembler et de tester des éléments d'optique d'entrée VNIR/SWIR qui trouveront des applications spatiales. Pour la mise en œuvre de cette technologie, l'ASC s'intéresse principalement à un télescope à champ d'ouverture moyenne pour des applications hyperspectrales sur plateforme de microsatellite.

Portée des travaux

La portée du travail décrite ici s'ajoute à la section A.5 Description générique des tâches de l'annexe A.

L'entrepreneur exécutera les travaux nécessaires pour amener un concept d'optique d'entrée au niveau de maturité technologique 3, niveau selon lequel la conception finale du système est achevée, et procédera à l'analyse des compromis liés au concept et des matériaux. Ces travaux comprendront notamment la validation en laboratoire des matériaux et processus choisis au moyen d'échantillons représentatifs de miroirs fabriqués à partir de différents types d'aluminium (RSA, alliage d'aluminium 6061, alliage Alu-Si, etc.), plaqué ou non, tournés avec différents outils et à différentes vitesses. Tel que mentionné précédemment, l'ASC a porté son choix sur l'aluminium, mais d'autres matériaux ne sont pas exclus pourvu que les miroirs soient fabriqués au Canada.

La portée du présent ET comprend les activités suivantes :

- planification et gestion du projet;
- ingénierie des systèmes;
- définition de la mission de référence conceptuelle pour l'optique d'entrée grand-angle.
- recherches documentaires sur les technologies applicables;
- élaboration des exigences techniques et des configurations de base;
- conception préliminaire et détaillée, y compris les analyses des compromis techniques, les essais d'échantillons et les validations;
- identification d'un fabricant canadien de miroirs et examen diligent de ses capacités;
- plan de fabrication, d'assemblage et de vérification de l'UT d'optique;
- fourniture de toute la documentation connexe.

TP02 - Conception détaillée d'éléments d'optique d'entrée convenant à des applications dans le champ de vision (FOV) du visible et du proche infrarouge (VNIR)/infrarouge de courte longueur d'onde (SWIR)

L'entrepreneur doit évaluer la maturité des technologies clés que l'on compte utiliser dans le système proposé ainsi que les risques connexes, conformément aux exigences qui sont indiquées dans les documents AD-1 et AD-2, tout en utilisant les documents AD-3 et AD-4. Il doit également décrire les caractéristiques de rendement des technologies du concept en fonction des besoins de la mission et de l'environnement visé.

L'entrepreneur doit fournir un plan de développement technologique, aussi appelé feuille de route technologique, qui comprend une description des développements technologiques requis pour répondre aux besoins de la mission ainsi qu'un plan et un échéancier pour l'atteinte des NMT 6 et 8. La feuille de route doit également être présentée selon le format du document AD-5.

Caractéristiques fonctionnelles et exigences liées au rendement

Le produit technologique résultant du contrat sera un concept détaillé d'optique d'entrée à grand angle, de préférence sous forme d'un télescope TMA. Pour ce faire, l'entrepreneur doit produire un concept détaillé défini comme suit :

- analyse des compromis techniques liés au concept d'optique choisi tenant compte des suppositions de départ suivantes :
 - imageur hyperspectral en peigne fonctionnant dans les fréquences VNIR et SWIR sur une orbite de type LEO (560 km d'altitude, héliosynchrone);
 - $F/\# \leq 5$;
 - DES = 30 m dans le VNIR et ≤ 60 m dans le SWIR;
 - FOV = 250 km d'un côté à l'autre de la fauchée (objectif);
 - $FTM \geq 0,7$ pour tous les champs et longueurs d'onde à la fréquence de Nyquist correspondante;
 - distorsions $< 0,5$ pixel (objectif);
 - système télécentrique dans l'espace image.

- analyse des compromis liés aux matériaux utilisés pour les miroirs, les supports et le banc optique en vue d'un rendement optique, thermique et structural optimal au lancement et en orbite;
- essais des échantillons de matériaux choisis pour valider les résultats de l'analyse des compromis, comme l'usinabilité, la microrugosité réalisable ou les propriétés thermoélastiques;
- concept optomécanique complet, y compris les supports, les boîtiers, les déflecteurs, etc.;
- analyse STOP (rendement structural, thermique et optique);
- analyse des tolérances;
- analyse de la lumière parasite;
- plan d'AIE

TP02 - Conception détaillée d'éléments d'optique d'entrée convenant à des applications dans le champ de vision (FOV) du visible et du proche infrarouge (VNIR)/infrarouge de courte longueur d'onde (SWIR)

Échéancier pour le NMT

- NMT initial : 2
- NMT visé : 3 ou plus

Missions visées

Les catégories de missions particulières qui pourraient bénéficier directement de la technologie de l'optique d'entrée à grand angle :

- mission de microsatellite hyperspectrale/multispectrale
- CASS/CATS
- PCW
- missions d'exploration planétaire

Produits à livrer

Les produits à livrer définis ici s'ajoutent à ceux de la section A.6 Réunions et produits à livrer prévus au contrat de l'annexe A.

- Documentation complète du concept détaillé
- Formulaire d'évaluation de la maturité technologique et des risques
- Document-cadre - Feuille de route technologique

Technologie prioritaire 3 (TP 03)

**Grands détecteurs
monophotoniques à sensibilité
accrue aux UV destinés à des
applications en
spatioastronomie**

TP03 - Grands détecteurs monophotoniques à sensibilité accrue aux UV destinés à des applications en spatioastronomie

Liste des sigles et acronymes

ASC	Agence spatiale canadienne
CCD	Dispositif à transfert de charges
CMOS	Semi-conducteur complémentaire à l'oxyde de métal
CPA	Capteur à pixel actif
EMCCD	Dispositif de transfert de charge à amplification d'électrons
ESA	Agence spatiale européenne
ICCD	Dispositif à transfert de charge intensifiée
ITAR	Règlement américain sur le commerce international des armes
JAXA	Agence spatiale japonaise
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NMT	Niveau de maturité technologique
OGA	Ordre de grandeur approximatif
RQ	Rendement quantique
UV	Rayons ultraviolets

Documents applicables

S. o.

Documents de référence

S. o.

Description de la technologie

TP03 - Grands détecteurs monophotoniques à sensibilité accrue aux UV destinés à des applications en spatioastronomie

La fonction de détection à haut rendement des photons dans le domaine de l'UV est essentielle à de nombreux instruments de spatioastronomie et concepts de capteurs futurs pour atteindre les objectifs de la spectroscopie d'imagerie destinée à l'étude de divers sujets allant des gaz chauds intergalactiques en passant par les étoiles et le milieu interstellaire jusqu'aux exoplanètes. Pour ce faire, il faut réaliser d'importants progrès techniques dans le domaine des capteurs, particulièrement en ce qui a trait au rendement quantique, au bruit, à la résolution et au nombre de pixels, ce qui mènera à de grandes avancées scientifiques. De nouvelles techniques, telles l'EMCCD, nous permettent de tirer profit de tous les avantages en matière de rendement issus de la technologie CCD arrivée à maturité, tout en rendant possible la détection monophotonique. Le but de ce projet consiste à étudier l'état actuel des capteurs UV et d'élaborer une feuille de route pour la mise au point de détecteurs spatioqualifiés à grande surface à sensibilité accrue aux UV destinés à un télescope spatial canadien de 1 mètre de diamètre pour l'imagerie à grand champ et la spectroscopie dans l'UV et le visible.

L'ASC porte un intérêt à long terme à la technologie des détecteurs spatioqualifiés, intérêt qui a été principalement satisfait par des fournisseurs étrangers. D'autres agences spatiales, comme la NASA, l'ESA et la JAXA, investissent généralement dans le développement de détecteurs spatiaux dans le cadre d'un processus conception sur mesure par des fabricants nationaux. À l'opposé, pour ses instruments optiques l'ASC a fait appel à des détecteurs commerciaux standard provenant de fournisseurs américains ou européens. Cette approche nécessite qu'on fasse d'importants compromis pour satisfaire aux exigences de rendement, de coûts, de calendrier et de conception liées aux applications spatiales.

Portée des travaux

Le présent énoncé de travail (ET) a pour objet de dresser le plan de développement requis pour appuyer les futures missions canadiennes en astronomie, en sciences atmosphériques et en observation de la Terre dans les régions spectrales de l'UV et du visible. Les travaux exécutés dans le cadre du contrat auront pour but de déterminer les technologies de capteur qui pourraient satisfaire aux besoins des missions futures de l'ASC en déployant des efforts de développement minimum, modérés et considérables. Le rapport final présentera également une analyse des écarts de conception et de fabrication ainsi que les activités à entreprendre pour développer des capacités de fabrication de détecteurs monophotoniques spatioqualifiés renforcés et à haut rendement pour le secteur spatial canadien.

Lot de travaux	Description
Appui général	Appuyer les réunions techniques au cours desquelles l'ASC : <ul style="list-style-type: none">• décrira les missions prioritaires futures (par catégorie) et les types de détecteurs préliminaires qui sont envisagés pour appuyer l'atteinte des objectifs de mission ainsi que les contraintes conceptuelles et/ou les moteurs de rendement requis pour satisfaire aux exigences de mission;• décrira le type, la dose et l'énergie du rayonnement de diverses orbites.
Étude technologique	<ul style="list-style-type: none">• Procéder à l'étude des détecteurs monophotoniques disponibles qui pourraient convenir aux applications spatiales, comme les CCD, les

TP03 - Grands détecteurs monophotoniques à sensibilité accrue aux UV destinés à des applications en spatioastronomie

Lot de travaux	Description
	<p>EMCCD, les CMOS, les CPA, les barrettes de diodes, les ICCD et, s'il y a lieu, comparer les technologies en tenant compte de facteurs tels que le rendement quantique, la tolérance au rayonnement, etc. La comparaison devrait se baser sur de l'information publique et devrait inclure, au moins, les capacités existantes aux États-Unis et en Europe. Classer les détecteurs identifiés par ordre de priorité selon leur correspondance aux besoins liés aux missions prioritaires de l'ASC.</p>
Évaluation de la capacité	<ul style="list-style-type: none"> • Fournir une évaluation des capacités canadiennes en matière de conception, de développement, de fabrication, de mise au point et d'adaptation des principaux procédés de fabrication liés aux détecteurs à semi-conducteur à sensibilité accrue aux UV destinés aux missions prioritaires de l'ASC, incluant, mais sans s'y limiter, les CCD, les EMCCD, les CMOS, les CPA, les barrettes de diodes et les ICCD. • Fournir une évaluation approximative des paramètres de rendement, tels que le rendement quantique et la tolérance au rayonnement. • Résumer les facteurs et les risques à court, à moyen et à long termes associés au développement des capacités technologiques qui pourraient satisfaire aux besoins des missions futures de l'ASC en déployant des efforts de développement minimum, modérés et considérables. • Définir les applications de mission que l'innovation proposée rendra possible et/ou améliorera. • Résumer les résultats (applications potentielles de mission, jalons techniques, calendrier de développement et coûts potentiels) dans une analyse de faisabilité du développement des détecteurs.
Analyse des écarts de capacité de l'appareil à sensibilité accrue aux UV	<p>Les objectifs de cette analyse consistent à examiner l'état actuel des appareils canadiens à sensibilité accrue aux UV et à cerner les activités de développement technologique qu'il faut entreprendre pour concevoir et fabriquer un détecteur canadien à photosensibilité élevée embarqué.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Présenter l'état de la recherche-développement de l'EMCCD au Canada et un résumé des résultats obtenus avant le début de l'étude de faisabilité. 2. Procéder à une évaluation comparative du rendement et des capacités technologiques de l'EMCCD exclusif et des produits actuellement disponibles. 3. Étudier les considérations touchant le concept et l'échéancier requis pour concevoir un circuit intégré de pointe de format compatible avec la mission (p. ex., 1024 x 1024 et 2048 x 2048 pixels), etc. 4. Résumer l'approche de conception pour aborder les questions

TP03 - Grands détecteurs monophotoniques à sensibilité accrue aux UV destinés à des applications en spatioastronomie

Lot de travaux	Description
	<p>particulières à des appareils courants, comme le bruit d'induction de charge, le contrôle de la stabilité marginale, le contrôle précis de la synchronisation tension-horloge, le contrôle de la linéarité de l'amplificateur, la dépendance en température des paramètres, les exigences en matière de refroidissement, la consommation d'énergie, le rendement sur le plan du bruit en fonction de la fréquence d'image, la température de fonctionnement, etc.</p> <ol style="list-style-type: none">5. Cerner les capacités de fabrication actuelles se rapportant à la technologie de l'appareil souhaité (comme la capacité de fabriquer des appareils à haut rendement quantique à rétro-éclairage et à déplétion profonde, etc.). Utiliser des bibliothèques de concepts, des ensembles de masques et des procédés de fabrication améliorés.6. Décrire les capacités de mise en boîtier et l'échéancier requis pour concevoir le boîtier destiné à recevoir un appareil refroidi.7. Décrire la capacité de fabrication et d'essai de l'appareil sous boîtier selon des moyens d'essai standard.8. Décrire la spatioqualification requise pour les capacités d'essai aux impacts, aux vibrations, au rayonnement (rayons X, rayons gamma, électrons, protons, etc.) en température et sous vide.9. Fournir une estimation approximative des coûts et du calendrier pour la mise en œuvre des points 4 à 8 ci-dessus.

Échéancier pour le NMT

- NMT initial : 2
- NMT visé : 2

Missions visées

Mission/instruments particuliers pouvant bénéficier directement de la détection monophotonique dans l'ultraviolet à haut rendement :

- Mission du télescope spatial canadien (mission CASTOR) de 1 mètre de diamètre pour l'imagerie à grand champ et la spectroscopie dans l'UV et le visible.
- Spectromètre à sensibilité accrue aux UV doté d'une capacité d'imagerie en bande étroite destiné à l'étude de divers phénomènes d'astronomie spatiale, allant des gaz chauds intergalactiques, en passant par les étoiles et le milieu interstellaire jusqu'aux exoplanètes. Il pourrait s'agir d'un instrument complémentaire pour la mission CASTOR ou de la contribution canadienne à une mission internationale d'astronomie spatiale (IXO Athena).

TP03 - Grands détecteurs monophotoniques à sensibilité accrue aux UV destinés à des applications en spatioastronomie

Produits à livrer

Les produits à livrer définis ici s'ajoutent à ceux de la section A.6 Réunions et produits à livrer prévus au contrat de l'annexe A.

- Présentations PowerPoint
- Rapports d'étape mensuels
- Rapport final, y compris :
 - étude technologique des détecteurs monophotoniques à sensibilité accrue aux UV disponibles qui pourraient convenir aux applications spatiales de l'ASC;
 - analyse de la faisabilité du développement de détecteurs dans le but d'évaluer les capacités du Canada à mettre au point des détecteurs spatioqualifiés pour rendre possible ou améliorer les applications de mission, y compris les prévisions budgétaires pour les progrès technologiques;
 - analyse des écarts de capacité (pour la technologie sélectionnée).

Technologie prioritaire 4 (TP 04)

Structures CFRP multifonctions

TP04 - Structures CFRP multifonctions

Liste des sigles et acronymes

AD	Document applicable
ASC	Agence spatiale canadienne
CFRP	Polymères renforcés de fibres de carbone
CNT	Nanotubes de carbone
EMI	Interférences électromagnétiques
EMTR	Évaluation de la maturité technologique et des risques
FRT	Feuille de route technologique
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NMT	Niveau de maturité technologique
RD	Document de référence

Documents applicables

Cette section énumère les documents dont le soumissionnaire aura besoin pour préparer sa proposition.

No de l'AD	Numéro du document	Titre du document	No de rév.	Date
AD-1	CSA-ST-GDL-0001	CSA Technology Readiness Levels and Assessment Guidelines (Lignes directrices de l'ASC sur les niveaux de maturité technologique et leur évaluation) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRL-TRA	Rév. A	Octobre 2010
AD-2	ESTEC TEC-SHS/5574/MG/ap	Technology Readiness Levels Handbook for Space Applications (en anglais seulement) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRL-TRA	Ver. 1 / Rév. 6	Mars 2009
AD-3		Roadmap Framework (Document-cadre – feuille de route technologique de l'étude		

TP04 – Structures CFRP multifonctions

No de l'AD	Numéro du document	Titre du document	No de rév.	Date
		conceptuelle : ExCore Concept Study Technology Roadmapping Workbook FR.xlsx ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRM/		

Documents de référence

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

No de RD	Numéro du document	Titre du document	No de la rév.	Date
RD-1	ASTM E595	Standard Test Method for Total Mass Loss and Collected Volatile Condensable Materials from Outgassing in a Vacuum Environment, ASTM International, http://www.astm.org/Standards/E595.htm	Rév. 07	2007

Description de la technologie

Le CFRP (polymère renforcé de fibres de carbone) est utilisé depuis longtemps dans la construction d'engins spatiaux en raison de son rapport résistance/poids et de sa grande stabilité thermique. On l'utilise pour la fabrication d'antennes et de leurs structures de soutien, de substrats de panneaux solaires et de panneaux de plateformes en raison de sa résistance et rigidité structurales ainsi que sa stabilité thermique élevée. Toutefois, on continue d'utiliser des matériaux métalliques lourds lorsqu'il faut assurer une protection contre les rayonnements, un blindage EMI, une bonne conductivité thermique et une protection de surface. On souhaite développer des technologies qui rendront possible la fabrication de structures CFRP multifonctions aux propriétés mécaniques, électriques et thermiques semblables à celles de l'aluminium, mais beaucoup plus légères. On pourrait alors utiliser le CFRP pour fabriquer une plus vaste gamme de structures d'engins et de véhicules spatiaux qui sont aujourd'hui fabriqués à partir d'aluminium. Cela serait particulièrement avantageux pour les missions d'exploration spatiale qui nécessitent des structures légères, mais stables sur le plan thermique et pour lesquelles l'aluminium pourrait ne pas convenir.

Les progrès de la nanotechnologie ont produit des matériaux auxquels on pourrait intégrer du CFRP et qui présenteraient les propriétés requises de protection contre les rayonnements, de blindage EMI, de conduction thermique et de protection contre l'érosion. Il ressort d'études récentes que les couches minces fabriquées à partir de nanotubes (CNT) ou de nanoparticules de carbone protègent contre les rayonnements cosmiques. Le CNT constitue également un élément de remplissage présentant un grand potentiel pour la réalisation de composites adaptés en raison

de ses propriétés électriques, thermiques et mécaniques remarquables. Il a été démontré que les nanocomposites polymères dotés de réseaux de CNT présentent des propriétés électriques supérieures. On a également prouvé que le nickel et les alliages nanocristallins peuvent protéger les surfaces de CFRP de l'érosion causé par la poussière tout en fournissant un certain blindage EMI et contre les rayonnements.

L'intégration de CFRP à des nanomatériaux permettrait de créer de nouvelles structures multifonctions légères, résistantes et stables sur le plan thermique. Ces structures auraient des fonctions de protection contre les rayonnements, de blindage EMI, de conduction thermique et de protection contre l'érosion. Une structure multifonction fait appel au CFRP qui joue le rôle de noyau constitué de différentes couches de nanomatériaux de pointe. Le noyau de CFRP donne de la résistance et de la rigidité aux structures, tandis que les couches de nanomatériaux assurent ou améliorent la protection contre les rayonnements, le blindage EMI, la conduction thermique et la résistance à l'érosion. L'ensemble tire profit des technologies matures et fiables en matière de conception, de fabrication et d'essai du CFRP et des nouvelles propriétés garanties par les nanomatériaux de pointe. Ainsi, le CFRP aurait des applications spatiales beaucoup plus vastes, particulièrement dans le domaine de l'exploration spatiale.

L'objectif des travaux consiste à mettre au point des technologies permettant d'améliorer une structure spatiale standard de CFRP M55J/RS-3 à l'aide de nanomatériaux afin de créer une nouvelle structure CFRP plus légère d'au moins 30 % qu'une structure équivalente en aluminium, mais qui présente les mêmes propriétés mécaniques que le M55J/RS-3 avec des capacités de protection contre les rayonnements, de blindage EMI, de conduction thermique et de résistance à l'érosion de surface semblables à celles de l'aluminium.

Portée des travaux

La portée du travail décrite ici s'ajoute à la section A.5 Description générique des tâches de l'annexe A.

L'entrepreneur effectuera les travaux requis pour amener la technologie des structures CFRP multifonctions au NMT 4 et plus, produisant ainsi un prototype de structure ayant un cheminement pour arriver à une version d'essai en conditions spatiales. Pour y arriver dans le cadre de ce contrat, il faut que la technologie proposée ait atteint le NMT 3 au moins. En d'autres termes, la technologie a été vérifiée et validée en laboratoire et de façon expérimentale, au titre de la validation du concept, et de sorte que le projet puisse produire une technologie de NMT 4 et plus. L'entrepreneur doit présenter les résultats d'une évaluation du NMT de la technologie proposée.

La portée de cet ET peut se diviser en trois phases, chacune d'elle comprenant les activités décrites ci-dessous :

Phase I – Développement et optimisation de nanomatériaux destinés à la protection contre les rayonnements, au blindage EMI, à la conduction thermique et à la protection contre l'érosion :

- recherche documentaire et examen;

TP04 – Structures CFRP multifonctions

- conception, mise au point et optimisation de nanomatériaux;
- développement et optimisation de procédés et de procédures de fabrication de nanomatériaux;
- essais des nanomatériaux en ce qui a trait aux propriétés requises;
- caractérisation des nanomatériaux en ce qui a trait aux propriétés requises;
- recherche et optimisation de méthodes d'intégration de nanomatériaux à la structure CFRP.

Phase II – Mise au point d'un panneau à structure CFRP multifonction :

- conception d'un panneau à structure CFRP multifonction à partir de M55J/RS-3 et de nanomatériaux ayant le rendement exigé;
- mise au point et optimisation de procédés et de processus d'intégration de nanomatériaux au CFRP;
- fabrication d'échantillons d'essai d'une structure CFRP multifonction et d'un panneau de démonstration fabriqué à partir de M55J/RS-3 et de nanomatériaux du même lot, dans la mesure du possible, pour s'assurer que les échantillons d'essai et le panneau ont les mêmes propriétés et la même qualité;
- essais mécaniques des échantillons de structure CFRP multifonction pour en caractériser les propriétés physiques et mécaniques, telles les dimensions, le poids, la densité, la résistance et le module de Young, et en vérifier le rendement;
- essais aux rayonnements en vue de caractériser les propriétés de protection contre les rayonnements cosmiques et vérifier le rendement;
- essais de caractérisation de la conductivité électrique et vérification du rendement;
- essais EMI/EMC dans le but de caractériser les propriétés de blindage EMI et de vérifier le rendement;
- essais de caractérisation de la conductivité thermique et vérification du rendement;
- essais de cycle thermique afin de vérifier le concept et la qualité de fabrication par rapport aux contraintes thermiques;
- essais sous vide afin d'évaluer le dégazement du matériau selon la norme énoncée dans le document de référence 1;
- analyse des résultats d'essais.

Phase III – Mise au point d'un panneau alvéolé CFRP multifonction :

- conception d'un panneau alvéolé CFRP multifonction fabriqué à partir de M55J/RS-3 et de nanomatériaux ayant le rendement requis;
- développement et optimisation de procédés et de procédures de fabrication d'un panneau alvéolé CFRP à partir de nanomatériaux;
- fabrication d'échantillons d'essai d'un panneau alvéolé CFRP multifonction et d'un panneau de démonstration fabriqué à partir de M55J/RS-3 et de

nanomatériaux du même lot, dans la mesure du possible, pour s'assurer que les échantillons d'essai et le panneau ont les mêmes propriétés et la même qualité;

- essais de vérification de la conductivité électrique;
- essais EMI/EMC afin de vérifier le rendement du blindage EMI;
- essais de vérification de la conductivité thermique;
- essais de cycle thermique pour vérifier la qualité de fabrication;
- analyse des résultats d'essais.

Au terme des travaux prévus au contrat, l'entrepreneur doit évaluer le niveau de maturité de la technologie proposée, conformément aux exigences qui sont indiquées dans les documents AD-1 et AD-2.

L'entrepreneur doit fournir un plan de développement technologique, aussi appelé feuille de route technologique, qui comprend une description des développements technologiques requis ainsi qu'un plan et un échéancier pour l'atteinte du NMT 8. La feuille de route doit également être présentée selon le format du document AD-3.

Caractéristiques fonctionnelles et exigences liées au rendement

Les produits technologiques émanant du présent contrat seront une structure et un panneau alvéolé CFRP multifonction présentant des caractéristiques de protection contre les rayonnements, de blindage EMI, de conduction thermique et de résistance à l'érosion. Ces produits devront avoir un rendement équivalent ou supérieur à celui de l'aluminium pour ce qui est de la résistance mécanique, de la protection contre les rayonnements cosmiques, du blindage EMI, de la conduction thermique et de la résistance de surface à l'érosion par la poussière, mais doivent avoir une masse inférieure d'au moins 30 % de celle de l'aluminium.

La conception et la fabrication de la structure CFRP multifonction doivent satisfaire aux exigences suivantes :

- le panneau doit avoir une dimension minimale de 300 mm x 300 mm;
- le panneau doit être fabriqué à partir de couches de M55J/RS-3 et de nanomatériaux;
- le panneau doit être fabriqué avec au moins 8 couches superposées (0, +45, +90, -45, -45, 90, +45, 0) d'une épaisseur de 0,005 po chacune;
- le composite de CFRP doit respecter les tolérances suivantes : fraction volumique en fibres du stratifié de 60 % \pm 3 %, orientation des couches superposées de +/- 2 degrés dans la direction de la superposition, épaisseur des couches durcies de +/- 10 %;
- la température nominale de durcissement doit être de + 350 °F.

TP04 – Structures CFRP multifonctions

La conception et la fabrication du panneau alvéolé CFRP multifonction doivent satisfaire aux exigences suivantes :

- le panneau doit avoir une dimension de 1000 mm x 600 mm;
- le revêtement doit être composé de couches de M55J/RS-3;
- le panneau doit être fabriqué avec 4 couches superposées (0, +45, +90, -45) d'une épaisseur de 0,005 po chacune;
- l'âme doit être en alliage d'aluminium 5056 – 0,001 po – 3.8 lb/pi3 – 5/32 po et d'une épaisseur de 3/8 po;
- l'adhésif en pellicule entre l'âme et le revêtement doit être de marque Cytec FM300-2U;
- le revêtement doit respecter les tolérances suivantes : fraction volumique en fibres du stratifié de 60 % \pm 3 %, orientation des couches superposées de +/- 2 degrés dans la direction de la superposition, épaisseur des couches durcies de +/- 10 %;
- la température nominale de durcissement doit être de + 350 °F.

Les essais de cycle thermique doivent être exécutés conformément aux spécifications données dans le tableau suivant :

Température	-170 °C, +130 °C
Durée minimale d'un plateau	30 minutes
Nombre de cycles	10
Taux de variation maximal	10 °C/min
Tolérance	Intervalle des températures basses : -10 °C, +0 °C Intervalle des températures élevées : -0 °C, +5 °C
Au moins deux (2) thermocouples doivent être fixés à chaque type d'échantillon afin de surveiller et d'enregistrer la température du cyclage thermique.	
Les traitements de cyclage thermique doivent être exécutés sous pression ambiante (celle des installations) et dans des conditions sèches (l'humidité relative doit être inférieure à 10 %).	

Le choix du matériau utilisé pour fabriquer les panneaux CFRP doit reposer sur les lignes directrices de la NASA en la matière, soit un matériau qui présente une perte de masse totale (PMT) inférieure à 1,0 % et une valeur de matière volatile condensable recueillie inférieure à 0,1 %, lorsqu'il est soumis à une pression de $1,3 \times 10^{-4}$ Pa et à une température de 125 +/-1 °C, pendant une période de 24 heures, conformément au R-D-1.

Échéancier du NMT

- NMT initial : 3
- NMT visé : 4+

Missions visées

Catégories de missions particulières qui pourraient bénéficier directement de la technologie des structures CFRP multifonctions, notamment :

- Missions d'exploration planétaire (échantillonnage sur un corps céleste, retour d'échantillons)
- Missions d'observation de la Terre (MCR et PCW)
- Mission de petits satellites/microsatellites

Produits à livrer

Les produits à livrer définis ici s'ajoutent à ceux de la section A.6 Réunions et produits à livrer prévus au contrat de l'annexe A.

- Un panneau de structure CFRP multifonction d'une dimension minimale de 300 mm x 300 mm
- Un panneau alvéolé CFRP multifonction d'une dimension de 1000 mm x 600 mm
- Les rapports de conception et de développement
- Les plans et des rapports d'essais
- Le formulaire et le tableau-synthèse d'évaluation de la maturité technologique et des risques
- La feuille de route technologique

Technologie prioritaire 5 (PT 05)

Systeme d'attenuation des chocs

PT05 - Système d'atténuation des chocs

Liste des sigles et acronymes

AD	Document applicable
ASC	Agence spatiale canadienne
NMT	Niveau de maturité technologique

Documents applicables

Cette section énumère les documents dont le soumissionnaire aura besoin pour préparer sa proposition.

N° de l'AD	Numéro de document	Titre du document	No de rév.	Date
AD-1	CSA-ST-GDL-0001	CSA Technology Readiness Levels and Assessment Guidelines (Lignes directrices de l'ASC sur les niveaux de maturité technologique et leur évaluation) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRL-TRA	Rév. A	Octobre 2010

Description de la technologie

À l'heure actuelle, très peu de mesures sont mises en œuvre afin de protéger les unités contre les vibrations qui se produisent à l'intérieur des systèmes spatiaux, si ce n'est d'installer l'unité le plus loin possible de la source des chocs et de complexifier le plus possible le chemin de charge entre la source des chocs et l'unité. Il existe sur le marché quelques technologies qui permettent d'atténuer les effets des chocs, mais ces technologies sont fabriquées sur mesure et nécessitent un chemin thermique adéquat entre l'unité et la structure. Pour ces raisons, ces dispositifs sont rarement utilisés puisqu'il est techniquement compliqué de les intégrer à un concept existant, tard au cours d'un programme. Ce développement technologique vise la mise au point d'un système complet d'atténuation des chocs, incluant des dispositifs d'isolation et d'absorption des chocs, ainsi que la définition d'un chemin thermique. Cette activité visera l'élaboration d'une approche qualifiée d'isolation ou d'atténuation des chocs. La solution proposée devra veiller à ce que le système n'émette pas de gaz et à ce qu'il soit blindé contre les rayonnements. Il devra aussi assurer des chemins thermiques et de mise à la terre adéquats et prévenir une suramplification des autres environnements mécaniques (c.-à-d., quasi-statique, sinusoïdal, aléatoire).

Portée des travaux

Le projet doit comprendre les étapes suivantes :

1. Établissement des conditions de départ

- Examen des solutions antichocs disponibles sur le marché.
- Identification d'une unité type nécessitant une protection contre les chocs.
 - Établissement de la taille, de la masse et de l'empreinte de l'unité, y compris les points de fixation. Le projet doit démontrer que l'unité retenue est représentative des unités qui subissent des chocs dans le cadre de divers programmes de vol.
- Détermination de l'ampleur des chocs auxquels le système (unité et systèmes d'atténuation des chocs types) sera soumis. L'ampleur des chocs doit être représentative des programmes de vol et s'appuyer sur la GEVS (General Environmental Verification Specification), une norme ECSS, ou encore un manuel d'utilisateur d'un véhicule de lancement. Aucun dispositif ou système d'atténuation ne doit être ajouté à la spécification retenue. Dans le cadre des essais, le système doit être soumis à des chocs de différentes puissances de manière à déterminer toute non-linéarité avec le spectre de réponse aux chocs (au niveau d'entrée).
- Détermination des ondes quasi statiques auxquelles le système sera soumis. L'ampleur des ondes quasi statiques doit être représentative des programmes de vol et s'appuyer sur la GEVS (General Environmental Verification Specification), une norme ECSS, ou encore un manuel d'utilisateur d'un véhicule de lancement. Ainsi, la première fréquence de l'unité montée sur le système d'isolation ou d'atténuation ne devra pas être inférieure à 140Hz, à moins qu'une fréquence inférieure ne puisse être justifiée.
- Dans les cas où $F_1 < 140\text{Hz}$, l'entrepreneur devra déterminer un niveau type de vibrations sinusoïdales auquel le système sera soumis. L'ampleur des ondes sinusoïdales doit être représentative des programmes de vol et s'appuyer sur la GEVS (General Environmental Verification Specification), une norme ECSS, ou encore un manuel d'utilisateur d'un véhicule de lancement.
- Détermination des vibrations aléatoires auxquelles le système sera soumis. L'essai aux vibrations aléatoires doit être représentatif des programmes de vol et s'appuyer sur la GEVS (General Environmental Verification Specification) ou une norme ECSS pour des unités ayant une masse semblable à celle de l'unité type. Dans le cadre des essais, le système entier devra être soumis au minimum à trois niveaux de puissance différents (même capteur de chocs passif), de manière à pouvoir évaluer les non-linéarités du système.
- Détermination de la fréquence propre minimale que doit avoir le système d'atténuation des chocs dans les trois axes afin d'éviter tout couplage avec l'engin spatial et l'unité type. La fréquence minimale doit être représentative d'un programme de vol et renvoyer à un manuel d'utilisateur d'un véhicule de lancement. Étant donné que l'orientation qui sera appliquée à l'unité risque de ne pas être une orientation convenable pour l'engin spatial, il importe de choisir la valeur axiale indiquée dans le manuel de l'utilisateur du véhicule de lancement retenu.

2. Conception du système d'atténuation des chocs

- Concevoir le système d'atténuation des chocs à partir des dispositifs existants d'absorption ou d'isolation des chocs, ou définir un concept entièrement personnalisé. Le concept doit porter sur un système qui sera ajouté à une unité type. Le système ne doit pas être intégré. L'objectif est d'ajouter un système antichocs à une unité après que cette dernière ait été conçue et ce, sans modifier le concept de l'unité. Le système complet formé de l'unité type et du système d'atténuation des chocs doit autoriser le montage du système sur un panneau plat. L'unité type ne doit pas être modifiée pour accueillir le système d'atténuation des chocs.
- Une analyse doit démontrer le maintien des capacités de dissipation de la chaleur entre l'unité type et le panneau conducteur plat lorsqu'on ajoute le système d'atténuation des chocs.
- Une analyse doit démontrer que l'exigence relative à la fréquence propre minimale est satisfaite dans toutes les directions.
- Une analyse doit démontrer que les exigences relatives aux ondes quasi statiques établies pour le système sont respectées dans toutes les directions.
- Une analyse doit démontrer que les exigences relatives aux vibrations sinusoïdales lors de la mise à l'essai du système sont respectées dans toutes les directions (si $F1 < 140\text{Hz}$).
- Une analyse doit démontrer que les exigences relatives aux ondes aléatoires sont respectées dans toutes les directions.

3. Mise à l'essai du système d'atténuation des chocs

- Propriétés massiques (masse et centre de gravité)
- Réalisation d'un essai quasi statique dans les trois axes
- Réalisation d'un essai sinusoïdal dans les trois axes
- Réalisation d'un essai aux vibrations aléatoires dans les trois axes, à différentes puissances (p. ex. : -9 dB, -6 dB, 0 dB)
- Réalisation d'un essai de chocs dans les trois axes avec des amplitudes différentes.
- Tous les essais doivent comprendre une maquette de l'unité type et comprendre tous les instruments nécessaires pour déterminer les fonctions de transfert.

Caractéristiques fonctionnelles et exigences de rendement

- Les matériaux exposés du système d'atténuation des chocs doivent satisfaire aux exigences de la norme sur le dégazage qui s'appliquent aux programmes de vol.
- Si le système d'atténuation des chocs comprend des dispositifs électroniques, ces derniers doivent avoir une contrepartie spatioqualifiée pouvant être utilisée sur une maquette de vol, et posséder des propriétés mécaniques identiques ou supérieures.
- Les propriétés des matériaux et des dispositifs utilisés dans le système d'atténuation des chocs doivent demeurer constantes dans toute la plage de

températures qui caractérise un lancement spatial, ou il doit être démontré au moyen d'une analyse que le système d'atténuation des chocs satisfera à l'ensemble des exigences dans toute la plage de températures qui caractérise un lancement spatial.

- Un test sinusoïdal de faible intensité doit être réalisé avant et après chacun des essais (quasi statique, sinusoïdal, aléatoire, chocs). Les deux tests sinusoïdaux doivent mesurer la première fréquence de l'unité, montrer une bonne corrélation avec la modélisation par éléments finis (MEF) et démontrer l'intégrité du système d'atténuation des chocs après chaque test.
- Pendant l'essai aux chocs, la mesure de l'accélération doit être prise au sommet de l'unité, et l'accéléromètre doit indiquer une réduction de 6 dB entre la plaque de base et le sommet de l'unité.
- La masse ajoutée à l'unité par le système d'atténuation des chocs doit être inférieure à 25 % de la masse de l'unité type.

Échéancier pour le NMT

- NMT initial : 4
- NMT visé : 6

Missions visées

Les classes précises de missions susceptibles de tirer directement profit d'une telle technologie sont les suivantes :

- les missions de satellites (des microsatsellites aux grands satellites);
- les manipulateurs robotiques appelés à saisir des objets en mouvement;
- les rovers envoyés à la surface de corps célestes du système solaire.

Produits à livrer

Les produits à livrer définis ici s'ajoutent à ceux de la section A.6 Réunions et produits à livrer prévus au contrat de l'annexe A.

- Prototype du système d'atténuation des chocs
- Rapports des analyses thermiques, modales, quasi statiques, à vibrations sinusoïdales et à vibrations aléatoires.
- Rapport montrant que les caractéristiques fonctionnelles sont atteintes.
- Rapports et données d'essais
- Présentation finale

**Technologie prioritaire 06
(TP 06)**

**Technologie d'isolation
thermique pour l'amélioration
de la fiabilité des capteurs**

PT06 - Technologie d'isolation thermique pour l'amélioration de la fiabilité des capteurs

Liste des sigles et acronymes

ASC	Agence spatiale canadienne
CAO	Conception assistée par ordinateur
CMOS	Semi-conducteur complémentaire à l'oxyde de métal
ET	Énoncé de travail
MEF	Modélisation par éléments finis
NMT	Niveau de maturité technologique
RD	Documents de référence

Description de la technologie

Les matrices plan focal des détecteurs thermiques permettent notamment de mesurer la luminance dans les longueurs d'ondes de l'infrarouge et de l'infrarouge lointain. Lorsqu'on exploite le capteur à la température ambiante, il faut assurer une isolation thermique au niveau des pixels pour que le dispositif puisse produire des détectivités suffisamment puissantes pour être adaptées aux applications spatiales. La solution proposée repose sur la fabrication de détecteurs placés sur des ponts autoportants dans une enveloppe sous vide, de sorte que le vide entre le pont et la plaquette servira d'isolant thermique pour le détecteur [RD-1]. Il est difficile et coûteux de sceller hermétiquement des ensembles de capteurs afin qu'ils satisfassent aux exigences rigoureuses de fiabilité, de durabilité et de qualité des missions spatiales. La variation de la pression sous vide et la déformation de la structure du pont sont des problèmes qui surviennent fréquemment pendant l'exploitation et qui affectent la fiabilité du rendement du capteur. De plus, la compatibilité requise entre la fenêtre infrarouge de l'ensemble et le processus de soudure impose des restrictions sur les canaux spectraux qui pourront être exploités par le capteur.

La technologie d'isolation thermique dont il est question ici consiste à remplir le vide au moyen d'une pellicule épaisse constituée d'un matériau à faible conductance. L'optimisation de l'épaisseur de la pellicule est l'une des approches qui permettrait d'obtenir une isolation thermique adéquate à pression ambiante. Si elle est efficace, cette solution ne nécessiterait plus que l'on mette sous vide l'ensemble de capteur, et elle fournirait un support mécanique au pont. On vise notamment à intégrer cette technologie à des matrices monolithiques de

microbolomètres à VOx non refroidis pour la prise de mesures dans l'infrarouge lointain dans le cadre des futures missions d'exploration planétaire et d'observation de la Terre. Les éléments suivants devront donc être étudiés :

- synthèse des pellicules d'isolation thermique (p. ex., pellicules poreuses à nanostructures);
- compatibilité de la pellicule d'isolation thermique avec le processus de fabrication des microbolomètres à VOx (p. ex., taille de la plaquette, température de traitement, modelage, planarisation);
- compatibilité de la pellicule d'isolation thermique avec les composantes CMOS monolithiques de lecture électronique (p. ex., fabrication des vias);
- rendement du démonstrateur de détecteur.

Portée des travaux

La présente section, qui définit la portée des travaux, complète la section A.5 Description générique des tâches de l'annexe A. Il incombe aux soumissionnaires d'identifier clairement les matériaux à faible conductance qu'il propose d'étudier ainsi que le processus qui sera utilisé pour la synthèse à pellicule épaisse de ces matériaux. La proposition doit également comprendre une analyse de faisabilité de la microfabrication du détecteur et indiquer s'il sera possible d'atteindre le niveau d'isolation thermique requis. Pour que l'on puisse confirmer la faisabilité de l'approche proposée, il faudra confirmer la disponibilité des installations requises pour la microfabrication des pellicules d'isolation thermique des plaquettes de silicone. Le soumissionnaire retenu devra donc élaborer la technologie d'isolation thermique et l'amener au NMT 3 ou 4, c'est-à-dire jusqu'au point où il y a un cheminement permettant d'obtenir une version spatioqualifiée de la technologie. Cependant, l'entrepreneur devra garder à l'esprit les exigences énoncées dans la présente section.

Les principales tâches visées par l'ET sont les suivantes :

- Définir le processus et fabriquer par étape des pellicules d'isolation thermique sur plusieurs plaquettes de silicium.
- Fabriquer des pellicules ayant les propriétés souhaitées et examiner les dépendances des propriétés mécaniques et thermiques de ces dernières ainsi que l'épaisseur des pellicules et les paramètres du processus.
- Confirmer la compatibilité des pellicules avec les processus de micro-usinage des surfaces pour les pixels uniques et les matrices des microbolomètres à VOx en mettant en œuvre un traitement thermique, lithographique, par dépôt de pellicule mince ou par gravure.
- Mettre au point le processus de modelage des vias verticaux dans les couches du dispositif afin d'établir les interconnexions électriques
- Micro-usiner, câbler et mettre à l'essai chacun des pixels et les matrices des microbolomètres VOx avec les pellicules d'isolation thermique intégrées aux plaquettes de Si.
- Déterminer l'approche et les paramètres permettant d'optimiser le rendement et la structure du détecteur.

Exigences

Il résultera de ce contrat un démonstrateur technologique qui constituera un prototype expérimental fonctionnel de microbolomètres VOx avec pellicules d'isolation thermique intégrées. Le prototype de détecteur devra satisfaire aux exigences suivantes :

- Les prototypes doivent être fabriqués sur des plaquettes de silicium de 6 po de diamètre avec et sans dispositifs de lecture électronique CMOS monolithique. Les prototypes fabriqués sur une plaquette sans dispositif de lecture électronique serviront à valider les interconnexions électriques par le biais des vias.
- La pellicule d'isolation thermique doit avoir une épaisseur allant de 30 à 70 um.
- La pellicule d'isolation thermique doit avoir une conductance allant de 0,01 à 0,04 W/m.K.
- L'épaisseur de la pellicule doit être uniforme et ne pas varier de plus de 10 % de part et d'autre de la plaquette.
- La pellicule d'isolation thermique doit présenter une rugosité inférieure à 20 nm.
- La pellicule d'isolation thermique doit être compatible avec le modelage des vias ayant un diamètre de 10 um ou moins.
- Les pellicules d'isolation thermique doivent être fabriquées à une température maximale de 320 °C.

Échéancier pour le NMT

- NMT initial : 2
- NMT visé : 3-4

Missions visées

Les missions suivantes pourraient tirer directement profit de la technologie d'isolation thermique :

- Missions d'exploration planétaire – p. ex., caractérisation du climat de la planète Mars et du bilan radiatif en surface.
- Missions de sécurité et de surveillance de l'environnement à l'échelle planétaire.
- Caractérisation des nuages de glace de l'Arctique dans l'infrarouge lointain aux fins de prévision des conditions météorologiques extrêmes
- Missions d'étalonnage et de validation dans les airs

Produits à livrer

Les produits à livrer définis ici s'ajoutent à ceux de la section A.6 Réunions et produits à livrer prévus au contrat de l'annexe A.

PT06 - Technologie d'isolation thermique pour l'amélioration de la fiabilité des capteurs

- Au moins trois prototypes de microbolomètres VOx dotés d'une pellicule d'isolation thermique intégrée et câblés pour assurer la caractérisation du rendement.
- Autres prototypes de capteurs.
- Plaquettes de silicone traitées partiellement ou totalement et dotées de pellicules d'isolation thermique intégrées et/ou de microbolomètres VOx.
- Fichiers CAO de masques photographiques ou ensembles de masques produits dans le cadre du contrat
- Fichiers de simulation à MEF produits dans le cadre du contrat
- Détails relatifs au micro-usinage, y compris les paramètres de traitement et les configurations de montage

**Technologie prioritaire 07
(TP 07)**

**Structures composites
thermiquement stables pour
charges utiles optiques**

PT07 - Structures composites thermiquement stables pour charges utiles

Liste des sigles et acronymes

AD	Documents applicables
AEF	Analyse par éléments finis
AIE	Assemblage, intégration et essai
ASC	Agence spatiale canadienne
CAO	Conception assistée par ordinateur
CDH	Coefficient de dilatation à l'humidité
CDT	Coefficient de dilatation thermique
MCVR	Matières condensables volatiles recueillies
MEF	Modèle à éléments finis
NMT	Niveau de maturité technologique
PDTS	Programme de développement de technologies spatiales
PMT	Perte massique totale
PRFC	Polymère renforcé de fibres de carbone
RD	Document de référence
TRA	Évaluation du niveau de maturité technologique

Documents applicables

Cette section énumère les documents dont le soumissionnaire aura besoin pour préparer sa proposition.

N° AD	Numéro de document	Titre du document	No de rév.	Date
AD-1	CSA-ST-GDL-0001	CSA Technology Readiness Levels and Assessment Guidelines (Lignes directrices de l'ASC sur les niveaux de maturité technologique et leur évaluation) ftp://ftp.asc-	Rév. A	Octobre 2010

PT07 - Structures composites thermiquement stables pour charges utiles

N° AD	Numéro de document	Titre du document	No de rév.	Date
		csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRL-TRA		

Documents de référence

Cette section présente les documents qui fournissent des renseignements additionnels au soumissionnaire, mais qui ne sont pas essentiels à la rédaction de la proposition.

N° de RD	Numéro de document	Titre du document	N° de rév.	Date
RD-1	ASTM E595	Standard Test Method for Total Mass Loss and Collected Volatile Condensable Materials from Outgassing in a Vacuum Environment, ASTM International, http://www.astm.org/Standards/E595.htm	Rév. 07	2007

Description de la technologie

Il n'existe, au Canada, aucune capacité de définition, de conception, de production, de validation et de qualification de structures composites thermiquement stables adaptées à des montages de charges utiles. Cet état de fait a été souligné lors de l'Atelier canadien sur les structures et les matériaux composites qui s'est tenu en 2011. Il a été établi qu'il s'agissait d'une lacune importante sur le plan technologique pour le Canada. Il incombe toutefois de souligner que le Canada possède une solide expertise industrielle dans le domaine de la fabrication de systèmes optiques et composites, laquelle est nécessaire pour développer cette nouvelle capacité.

Cette technologie vise la mise au point d'éléments structuraux de pointe offrant un rapport rigidité/poids élevé ainsi qu'une grande stabilité dimensionnelle (et une faible torsion) dans des conditions rigoureuses (c.-à-d., dans l'environnement spatial). Les propriétés des structures composites dépendent fortement des processus utilisés par le fabricant et, de façon générale, les charges utiles types nécessitent une très grande stabilité dimensionnelle. Ce projet réalisé dans le cadre du PDTs portera sur la définition du processus de fabrication d'une structure composite et sur la validation de la fiabilité de cette dernière à diverses températures (coefficient de dilatation thermique [CDT], coefficient de dilatation à l'humidité [CDH], mouvement angulaire [gauchissement]), etc. On définira également les exigences relatives à des éléments structuraux types pour le montage et le conditionnement d'une charge utile optique. À la lumière de ces exigences, les éléments structuraux génériques (p. ex., les bancs à structures en nid d'abeille, les tubes/entretoises, les structures de soutènement, les interfaces/pièces rapportées, les joints, etc.), qui sont pertinents à de telles charges utiles, seront définis et conçus. De plus, on procédera à la sélection/qualification des matériaux et au développement/à la qualification des processus de fabrication adaptés à l'application. L'élaboration de concepts « admissibles » par le biais d'essais représentatifs et justifiés d'échantillons fait aussi partie des travaux proposés. Une activité entière de prévision (c.-à-d., comportement des structures) et de validation, dans un environnement représentatif (c.-à-d., l'espace) sera réalisée. Cette activité comprendra également

la mise au point d'outils d'analyse et de méthodes de vérification. Le gauchissement anticipé (calculé à l'aide d'AEF) des éléments structuraux d'intérêt sera comparé aux résultats d'essai, sur une base statistique.

Les résultats de l'activité de développement suggérée permettront d'améliorer notre connaissance des matériaux et des processus qui doivent être mis en œuvre et contrôlés afin de satisfaire aux exigences des structures types thermiquement stables qui accueillent des charges utiles optiques. Les incertitudes restantes quant à la capacité des structures, des interfaces/joints (et de la qualité connexe) à satisfaire les exigences rigoureuses associées aux structures de montage des charges utiles optiques seront réglées par le biais d'analyses, d'essais et de comparaisons (prédictions vs résultats d'essais statistiquement valides). Une base de données sur les propriétés mécaniques « admissibles » sera élaborée. Elle pourra être réutilisée dans le cadre de n'importe quel autre programme exploitant les mêmes technologies.

Portée des travaux

Il incombera à l'entrepreneur de réaliser les travaux requis pour amener la technologie au NMT 4 ou plus. Il est fortement recommandé de bien connaître les éléments structuraux d'intérêt, du moins au niveau conceptuel (donc au moins au NMT 2), de manière à ce que l'on puisse fournir une technologie de NMT 4 ou plus dans le cadre du projet. De façon générale, la portée du présent ET englobe les activités suivantes :

- planification et gestion du projet;
- systémique et ingénierie optique, mécanique et thermique;
- recherche documentaire sur les technologies applicables (c.-à-d., les besoins, les exigences, les matériaux, les procédés, etc.);
- définition des exigences techniques et des configurations de base (c.-à-d., structure);
- conception préliminaire et détaillée;
- acquisition;
- fabrication et assemblage des éléments structuraux (et des échantillons) en composites;
- analyses, essais et vérifications;
- documentation.

1. Définition des exigences clés associées aux structures de montage de charges utiles optiques types ou représentatives (c.-à-d., éléments structuraux tels que des bancs à structures en nid d'abeilles, tubes et entretoises, interfaces/pièces rapportées, joints, etc.), y compris des exigences environnementales, techniques, d'interface, d'AEI, etc.

Cette activité vise à définir un ensemble d'exigences représentatives touchant les éléments structuraux en PRFC adaptées à des applications où la stabilité thermique est primordiale. Il est crucial de définir les exigences. Ces dernières devront tenir compte :

- des charges utiles optiques représentatives destinées à être installées à bord de microsattelites et/ou de petits satellites;
 - des besoins particuliers des utilisateurs (c.-à-d., les développeurs de charges utiles optiques), notamment en ce qui concerne la stabilité, le type de structures/d'éléments, les interfaces, etc.);
 - les exigences et les contraintes propres aux développeurs d'engins et de plateformes spatiales (c.-à-d., exigences relatives aux interfaces, à l'AEI, à l'assurance produit, etc.);
 - des missions spatiales futures qui nécessiteront des structures thermiquement stables, particulièrement celles misant sur des systèmes optiques (c.-à-d., les exigences environnementales, les exigences spécifiques à une mission);
 - etc.
2. À la lumière des exigences précédemment énoncées, il incombe de définir et d'établir la dimension des éléments structurels et des interfaces types adaptés au montage/conditionnement d'une charge utile optique. Les éléments structurels résultants (ou les structures entières) seront utilisés tout au long du projet de développement en qualité de concept de base. Le choix du concept de base doit se faire à la lumière d'une étude de compromis approfondie ou être appuyé par une justification appropriée. Voici une liste d'éléments structurels sur lesquels le concept de base pourrait porter :
- bancs à structures en nid d'abeilles;
 - tubes et entretoises;
 - stratifiés;
 - flexures et socles;
 - joints collés et autres éléments faisant l'objet d'une interface;
 - pièces rapportées (durcies, enrobées, etc.);
 - adhésifs et revêtements;
 - etc.
3. Identification des matériaux clés et des « variables » de fabrication (volume des fibres, paramètres du traitement thermique, orientation des fibres, CDT, empilage, etc.) qu'il faut gérer afin d'assurer le respect des exigences, et plus particulièrement celles qui ont une incidence sur la stabilité et le gauchissement des structures dans l'environnement spatial.
4. Cerner et justifier les valeurs de base (exigées) des « variables » susmentionnées. L'entrepreneur doit décrire l'approche qu'il compte utiliser pour contrôler/mesurer ces variables tout au long du projet.
5. Sélection des matériaux composites qui seront utilisés pour fabriquer la structure prédéfinie (c.-à-d., concept de base d'éléments structurels thermiquement stables).

- Matériaux préimprégnés
 - Fibres et résines
 - Adhésifs
 - Noyaux
 - Pâte d'enrobage
 - Pièces rapportées
 - Etc.
6. Acquisition des matériaux, y compris :
- les spécifications des matériaux (propriétés, matériaux admissibles, etc.);
 - les inspections sur réception
7. Développement et validation des procédés de fabrication appropriés permettant l'atteinte des exigences prédéfinies.
8. Élaboration des outils qui seront utilisés lors de la fabrication, de l'assemblage, du traitement thermique, etc.
9. Détermination des propriétés mécaniques « admissibles » et réalisations d'essais sur échantillons en cours de fabrication;
- Les propriétés mécaniques admissibles de catégorie B seront retenues pour les matériaux composites, et les propriétés mécaniques admissibles de catégorie A seront retenues pour les matériaux métalliques (p. ex., pièces rapportées).
 - En ce qui concerne les matériaux composites et les pièces rapportées enrobées, la force « admissible » s'appuiera sur des données d'essais réalisés sur des échantillons fabriqués selon les mêmes spécifications que celles visant les éléments structuraux thermiquement stables devant être produits.
 - Des échantillons seront mis à l'épreuve afin de vérifier que les matériaux et les processus de fabrication sont adéquats à différents moments de l'assemblage (ou du processus de fabrication). Les échantillons seront préparés au moyen des mêmes matériaux, des mêmes techniques de préparation des surfaces et des mêmes techniques d'application que celles auxquelles seront soumis les éléments structuraux thermiquement stables. Cette approche visera à s'assurer que les résultats des essais d'échantillons sont représentatifs du comportement attendu des éléments structurels.
10. Prédiction (au moyen d'analyses) de la stabilité, de la charge, de l'intégrité structurelle et du gauchissement du concept de base dans des environnements spatiaux et de lancement prédéfinis, dont :

- des analyses modales;
 - des analyses de charges (statiques, vibroacoustiques, de chocs, etc.);
 - des analyses thermiques;
 - des déformations thermoélastiques;
 - des analyses de la fatigue (5 à 7 ans en orbite);
 - des analyses STOP (à confirmer);
 - etc.
11. La fabrication des éléments structuraux, y compris la production d'échantillons en cours de fabrication qui seront validées au moyen d'essais (c.-à-d., hypothèses, spécifications admissibles et autres propriétés mécaniques, etc.)
12. Préparation des plans d'essai et des procédures d'essai et de validation à différentes étapes du projet :
- matériaux;
 - plastifiés;
 - stratifiés;
 - éléments en sandwich;
 - échantillons;
 - pièces;
 - assemblage.
13. Développement de montages d'essais et de caissons spécialisés, et développement de techniques et d'outils de vérification et de mesure de précision de paramètres clés, comme les déformations dans les u-rads, les déflexions de 0,001", etc.
14. Comparaison des résultats d'essai à la lumière des prédictions (c.-à-d., résultats des analyses, données statistiques, résultats antérieurs, etc.)
15. Comptes rendus sur les matériaux et les « variables » du processus de fabrication résultant des éléments structuraux ou à PRFC offrant une grande stabilité thermique.
16. Documentation, plans d'essai et rapports.

Caractéristiques fonctionnelles et exigences liées au rendement

- L'ensemble des exigences définies pour les éléments structuraux thermiquement stables reflète les besoins du développeur de charge utile (optique) et constitue des exigences types pour le développement d'engins

spatiaux, y compris le dégazage, les exigences environnementales et les exigences en matière d'interface et d'AIE.

- Les exigences environnementales (c.-à-d., pendant le lancement et dans l'espace) doivent être représentatives d'une mission type de charges utiles optiques en orbite autour de la Terre.
- La détermination et la conception des éléments structuraux, qui servent de concept de base pour ce projet, doivent être représentatives des structures types servant au montage/conditionnement de charges utiles optiques. On doit démontrer que ces éléments structuraux sont adaptés aux applications spatiales.
- Le choix des matériaux qui seront utilisés pour la fabrication des éléments thermiquement stables doit s'appuyer sur les lignes directrices de la NASA, c'est-à-dire <math><1,0\%</math> perte massique totale (PMT) et <math><0,1\%</math> matières condensables volatiles recueillies (MCVR) lorsque les matériaux sont soumis à une pression de - Les matériaux clés et les « variables » du processus de fabrication, qui ont une incidence sur la stabilité thermique d'un élément donné doivent être identifiés et être documentés avant l'acquisition des matériaux.
- Les spécifications des matériaux, y compris les propriétés voulues et les inspections requises, doivent être établies et être documentées avant l'acquisition des matériaux.
- Le concept de base doit faire l'objet d'une analyse (à éléments finis) en vue de sa mise en application et afin de valider son comportement dans un environnement représentatif. Le tout doit aussi être documenté.
- Le comportement anticipé du concept de base doit être validé au moyen d'essais, et l'AEF doit être mise en corrélation à l'aide de résultats d'essais valides.
- Les propriétés « admissibles » et les autres propriétés mécaniques utilisées dans le cadre des AEF doivent être validées au moyen d'essais (p. ex., au moyen de résultats d'essais antérieurs ou d'échantillons similaires, de résultats d'échantillonnage en cours de fabrication, etc.)
- Les plans d'essai devront être préparés et passés en revue avant les campagnes d'essai.
- Il faudra comparer les résultats d'essais aux résultats d'analyse et les documenter.
- La déformation mesurée de la stabilité dimensionnelle devra être de moins de 15 urad dans la plage complète de températures.

Échéancier pour le NMT

- NMT initial : 2 à 3
- NMT visé : 4 et +

Missions visées

PT07 - Structures composites thermiquement stables pour charges utiles

Les classes précises de missions susceptibles de tirer directement profit de cette technologie comprennent notamment :

- Toute mission en orbite autour de la Terre, et plus particulièrement les missions de microsattelites et de petits satellites nécessitant des structures légères et thermiquement très stables.
- Les missions d'exploration planétaire

Produits à livrer

Les produits à livrer définis ici s'ajoutent à ceux de la section A.6 Réunions et produits à livrer prévus au contrat de l'annexe A.

- Document relatif aux exigences (c.-à-d., exigences environnementales, fonctionnelles/techniques, sur l'interface, l'AIE, les contraintes de conception, etc.)
- Spécifications concernant l'acquisition du matériel
- Spécifications relatives aux processus et aux procédures de fabrications (examen sur place)
- Document de conception
- Rapport d'analyse
- Modèles de CAO
- Modèles à éléments finis (MEF)
- Plans d'essai
- Rapports d'essai
- Rapport final
- Présentation finale
- Rapports mensuels

**Technologie prioritaire 08
(TP 08)**

**Systèmes de propulsion
écologiques embarqués pour le
maintien à poste et la
désorbitation de microsattelites**

PT08 - Systèmes de propulsion écologiques embarqués pour le maintien à poste et la désorbitation de microsattellites

Liste des sigles et acronymes

AD	Document applicable
ASAT	Antisatellite
ASC	Agence spatiale canadienne
COPUOS	Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique
ESA	Agence spatiale européenne
ESTEC	Centre européen de recherche et de technologies spatiales de l'ESA
ITAR	International Traffic in Arms Regulations
LEO	Orbite basse terrestre
MEC	Manœuvres d'évitement de collisions
MSFC	Marshall Space Flight Center
NANOPS	Système de propulsion de nanosatellite
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NMT	Niveau de maturité technologique
RD	Document de référence
SOCRATES	Satellite Orbital Conjunction Reports Assessing Threatening Encounters in Space

Documents applicables

Cette section énumère les documents dont le soumissionnaire aura besoin pour préparer sa proposition

N° de l'AD	Numéro de document	Titre du document	No de rév.	Date
------------	--------------------	-------------------	------------	------

PT08 - Systèmes de propulsion écologiques embarqués pour le maintien à poste et la désorbitation de microsattellites

N° de l'AD	Numéro de document	Titre du document	No de rév.	Date
AD-1	CSA-ST-GDL-0001	CSA Technology Readiness Levels and Assessment Guidelines (Lignes directrices de l'ASC sur les niveaux de maturité technologique et leur évaluation) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRL-TRA	Rév. A	Octobre 2010
AD-2	ESTEC TEC-SHS/5574/MG/ap	Technology Readiness Levels Handbook for Space Applications (Lignes directrices de l'ASC sur les niveaux de maturité technologique et leur évaluation) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRL-TRA	Rév. 6	Mars 2009
AD-3		Formulaire d'évaluation de la maturité technologique et des risques (Technology Readiness and Risk Assessment Worksheet: TRA Assessment Worksheet.pdf) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRL-TRA/		
AD-4		Tableau-synthèse d'évaluation de la maturité technologique et des risques (Technology Readiness and Risk Assessment Rollup: TRA_Assessment_Tool.xlsm) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRL-TRA/	D	Mai 2013
AD-5		Document-cadre : Feuille de route technologique de l'étude conceptuelle ExCore (Concept Study Technology Roadmapping Workbook.xlsx) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRM/		

Documents de référence

Cette section présente les documents qui fournissent des renseignements additionnels au soumissionnaire, mais qui ne sont pas essentiels à la rédaction de la proposition.

N° de RD	Numéro de document	Titre du document	No de rév.	Date
----------	--------------------	-------------------	------------	------

PT08 - Systèmes de propulsion écologiques embarqués pour le maintien à poste et la désorbitation de microsatellites

N° de RD	Numéro de document	Titre du document	No de rév.	Date
RD-1		Lignes directrices relatives à la réduction des débris spatiaux, Bureau des affaires spatiales de l'ONU http://orbitaldebris.jsc.nasa.gov/library/Space%20Debris%20Mitigation%20Guidelines_COPUOS.pdf		Janvier 2010
RD-2		http://www.nasa.gov/mission_pages/small_sats/nanosatld.html		
RD-3		http://celestrak.com/SOCRATES/		
RD-4		http://www.utias-sfl.net/nanosatellites/CanX2/system.html		
RD-5		D. Haesler, et al. "Green Propellant Propulsion Concepts for Space Transportation and Technology Development Needs," Proc. 2nd Int. Conf. on Green Propellants for Space Propulsion, Sardaigne, Italie. http://adsabs.harvard.edu/full/2004ESASP...557E...4H		Juin 2004
RD-6		http://www.moog.com/news/operating-group-news/2011/green-propulsion-technology-from-ecaps-moog-outshines-hydrazine/		Octobre 2012

Description de la technologie

En décembre 2007, dans le cadre de l'Assemblée générale de l'ONU, le Bureau des affaires spatiales a endossé les Lignes directrices relatives à la réduction des débris spatiaux du Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique (COPUOS). Il a aussi reconnu que les lignes directrices volontaires visant la réduction des débris spatiaux étaient à l'image des pratiques existantes élaborées par un certain nombre d'organismes nationaux et internationaux, et il a invité les États membres à mettre en œuvre ces lignes directrices par le biais de mécanismes nationaux pertinents. Plus particulièrement, la ligne directrice no 6 indique de « Limiter la présence prolongée d'engins spatiaux et d'étages orbitaux de lanceurs dans la région de l'orbite terrestre basse après la fin de leur mission » [RD-1]. D'un commun accord, les organisations internationales s'entendent pour dire qu'une « présence prolongée » équivaut à 25 ans.

La destruction volontaire du satellite Fengyun 1C dans le cadre d'un essai antisatellite (ASAT) mené la Chine en 2007 a produit des milliers de débris spatiaux. Cet événement malheureux a été

PT08 - Systèmes de propulsion écologiques embarqués pour le maintien à poste et la désorbitation de microsattellites

suivi, deux ans plus tard, par une collision accidentelle entre les satellites Iridium 33 et Cosmos 2251. En raison de ces deux événements, il est désormais probable que d'autres collisions accidentelles se produisent en orbite basse terrestre (LEO). Chaque jour, le site Web SOCRATES [RD-3] publie le palmarès des dix collisions les plus susceptibles de se produire, et au moins un de ces scénarios implique des débris de Fengyun 1c, d'Iridium 33 ou de Cosmos 2251. Pour les exploitants de satellites en orbites basses, les manœuvres d'évitement des collisions (MEC) deviennent de plus en plus monnaie courante.

Avec l'adoption de ces lignes directrices et avec la fréquence accrue des MEC, tous les futurs satellites canadiens destinés à évoluer en orbite basse devraient transporter à leur bord un système de propulsion embarqué pour le maintien à poste et la désorbitation. Bien que certains mécanismes, comme une voile de freinage avec laisse, peuvent être utilisés pour la désorbitation d'un satellite, on ne peut s'en servir pour maintenir à poste le satellite ou pour réaliser des manœuvres d'évitement de collision. De plus, une seule voile de freinage a été testée avec succès, et c'était dans le cadre de la mission NanoSail-D du MSFC de la NASA. L'engin spatial, qui avait été lancé en décembre 2009 à une altitude de 640 km, a été désatellisé après 204 jours au moyen d'une voile de freinage de 10m² [RD-2]. Cependant, l'efficacité d'un tel dispositif à haute altitude (> 700 km) reste à démontrer. L'utilisation de laisses en qualité de mécanismes de désatellisation a été validée au moyen de simulations numériques. Aucune démonstration n'a été faite à ce jour dans l'espace.

Le Laboratoire de vol spatial de l'UTIAS a démontré la faisabilité du premier système de propulsion liquide (NANOPS), de fabrication canadienne, dans le cadre de la mission CanX2 [RD-4]. On a choisi l'hexafluorure de soufre (SF₆) comme propergol. Outre le système NANOPS, il est juste de dire qu'il n'existe aucun autre système de propulsion canadien embarqué. Il est compliqué de se procurer un système de propulsion à l'étranger. Les systèmes de propulsion américains sont assujettis à l'ITAR et souvent, les Canadiens n'ont pas accès aux détails techniques. En ce qui concerne les systèmes européens, là aussi l'exportation nécessite l'approbation du pays où le fabricant s'est établi. Puisque certains systèmes européens utilisent également des composantes américaines (p. ex., des valves), les mêmes restrictions de divulgation des renseignements techniques s'appliquent.

Le système de propulsion doit aussi être écologique. Au début des années 2000, l'ESTEC de l'ESA a publié une étude contractuelle portant sur des systèmes de propulsion écologique à forte et à faible poussée. Une liste de propergols écologiques est fournie dans le document RD-5. Essentiellement, un système de propulsion écologique doit être peu toxique et avoir un faible impact sur l'environnement (en bancs d'essai aussi bien que lors de son exploitation dans l'espace). Il doit être peu coûteux et son rendement doit être semblable à celui d'un propergol non écologique, comme l'hydrazine par exemple, qui est souvent cité en référence. L'hydrazine est un propergol efficace, mais il s'agit d'un produit toxique très corrosif. Les sociétés Swedish Space Corp et Moog Engineering ont été les premières à commercialiser un système de propulsion liquide embarqué écologique [RD-6]. Pour ce qui est des systèmes de propulsion à propergols solides, aucun système non écologique n'est fréquemment invoqué. Or, il n'existe pas sur le marché de système de propulsion à propergol solide écologique. Pour qu'il puisse être

PT08 - Systèmes de propulsion écologiques embarqués pour le maintien à poste et la désorbitation de microsattellites

considéré écologique, un système de propulsion à propergol solide doit, au minimum, être sécuritaire, ne pas produire de gaz toxiques et ne pas libérer de sous-produits de combustions sous la forme de particules de taille importante susceptibles d'endommager d'autres satellites sur impact.

Au final, ce projet vise le développement d'un savoir-faire canadien en matière de conception, de mise à l'essai et de fabrication d'un système de propulsion embarqué écologique pour les manœuvres de maintien à poste et de désorbitation des futurs microsattellites et petits satellites canadiens. La solution devra être concurrentielle au niveau du rendement et du prix par rapport aux autres solutions offertes sur le marché. L'entrepreneur est libre de proposer un système de propulsion à propergols entièrement liquides ou entièrement solides, ou encore, un système hybride. Dans le même ordre d'idées, l'entrepreneur peut proposer une seule unité pour le maintien à poste et les manœuvres de désorbitation, ou une unité distincte pour le maintien à poste et une autre pour la désorbitation.

Portée des travaux

La base de référence pour le concept sera un système capable de prendre en charge un satellite d'un poids maximal de 150 kg (masse sèche). Puisque les satellites qui évoluent en orbite basse terrestre ont habituellement une altitude maximale de 800 km, la solution proposée devra avoir au minimum un ΔV de 100 m/s dont 65-75 m/s pour la désorbitation et 25-35 m/s pour le maintien à poste.

Il incombera à l'entrepreneur de réaliser des activités qui permettront d'amener un système canadien de propulsion embarqué au minimum au NMT 4. La portée du présent ET englobe les activités suivantes :

- recherches documentaires sur les technologies applicables;
- identification des propergols envisageables et comparaison de leurs propriétés écologiques;
- plan d'évaluation des propergols;
- établissement de la configuration de base et liste détaillée des pièces;
- plan de développement technologique ou feuille de route technologique comprenant le matériel d'appui au sol;
- objectifs de rendement appuyés par des analyses, des essais et/ou des simulations
- estimation préliminaire, y compris les marges de manœuvre de la configuration de base en matière d'alimentation, de masse et de volume;
- identification des risques techniques et des stratégies d'atténuation;
- estimation des coûts de développement.

Si une ou plusieurs composantes sont achetées à l'étranger, l'entrepreneur doit indiquer si celles-ci font l'objet d'un contrôle à l'exportation.

PT08 - Systèmes de propulsion écologiques embarqués pour le maintien à poste et la désorbitation de microsattellites

Échéancier pour le NMT

- NMT initial : 2
- NMT visé : 4

Missions visées

Toutes les missions futures de microsattellites et de petits satellites canadiens

Produits à livrer

Les produits à livrer définis ici s'ajoutent à ceux de la section A.6 Réunions et produits à livrer prévus au contrat de l'annexe A.

- plan de développement technologique, incluant le matériel d'appui au sol;
- fiches d'évaluation de la maturité technologique et outil de consolidation ;
- feuille de travail sur la feuille de route technologique

**Technologie prioritaire 09
(TP 09)**

**Nouveaux boucliers de
protection contre les
micrométéorites et les débris
orbitaux**

TP09 - Nouveaux boucliers de protection contre les micrométéorites et les débris orbitaux

Liste des sigles et acronymes

ASAT :	Anti-Satellite Test
ASC:	Agence spatiale canadienne
DA:	Document applicable
DR:	Document de référence
EDT:	Énoncé de travail
IADC:	Inter-Agency Space Debris Coordination Committee
LEO:	Low Earth Orbit
MMDO:	Micrométéorites et les débris orbitaux
RFQ:	Request For Quotation
SSN:	US Space Surveillance
TRL:	Technology Readiness Level

Documents applicables

Cette section énumère les documents dont le soumissionnaire aura besoin pour préparer sa proposition

N° de l'AD	Numéro de document	Titre du document	No de rév.	Date
AD-1	CSA-ST-GDL-0001	CSA Technology Readiness Levels and Assessment Guidelines (Lignes directrices de l'ASC sur les niveaux de maturité technologique et leur évaluation) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRL-TRA	Rév. A	Octobre 2010
AD-2	ESTEC TEC-SHS/5574/MG/ap	Technology Readiness Levels Handbook for Space Applications (Lignes directrices de l'ASC sur les niveaux de maturité technologique et leur évaluation)	Rév. 6	Mars 2009

TP09 - Nouveaux boucliers de protection contre les micrométéorites et les débris orbitaux

N° de l'AD	Numéro de document	Titre du document	No de rév.	Date
		ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRL-TRA		
AD-3		http://www.esa.int/Our_Activities/Operations/Space_Debris/Global_experts_agree_action_needed_on_space_debris .		
AD-4		Tableau-synthèse d'évaluation de la maturité technologique et des risques (Technology Readiness and Risk Assessment Rollup: TRA_Assessment_Tool.xlsm) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRL-TRA/	D	Mai 2013
AD-5		Inter-Agency Debris Coordination Committee (IADC) (Comité de coordination inter-agences sur les débris orbitaux) http://www.iadc-online.org/index.cgi		
AD-6		ISO Space Standards (Standards spatiaux ISO) http://www.oosa.unvienna.org/pdf/pres/stsc2013/2013ts-02E.pdf		2013

Documents de référence

Cette section présente les documents qui fournissent des renseignements additionnels au soumissionnaire, mais qui ne sont pas essentiels à la rédaction de la proposition.

N° de RD	Numéro de document	Titre du document	No de rév.	Date
RD-1		1 ^{er} atelier de l'ASC sur les débris spatiaux: http://www.asc-csa.gc.ca/fra/evenements/2011/debris.asp	Finale	
RD-2		Rapport récapitulatif 1 ^{er} atelier de l'ASC sur les débris spatiaux: ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/codw/pub/Orbital%20Debris%20Workshop%20Summary%20Final%20Oct%20%2024-2011.pdf .	Finale	

Description de la technologie

Depuis le début de l'exploration et de l'exploitation de l'espace, suite à plus de 4900 lancements de fusées, on observe une croissance constante de la population d'objets découlant de cette activité humaine, nommés débris spatiaux, surtout concentrés dans les orbites terrestres basses.

La majorité des objets homologués (>65%), retracés par le réseau US Space Surveillance (SSN), proviennent de plus de 250 bris causés principalement d'explosions en orbite. La population de débris en orbite terrestre basse (LEO) s'est notamment décuplée suite au test anti-satellite (Anti-Satellite Test ou ASAT) en 2007, suivit par la première collision accidentelle entre deux satellites (Iridium-33 et Kosmos-2251) en 2009. Près de 20% des objets homologués proviennent des engins spatiaux, un peu moins d'un tiers proviennent des opérations spatiales, environ 17% se composent de composantes de fusées, et les autres objets sont reliés à des missions spatiales. Les fragments de débris composent principalement la gamme de petits objets allant jusqu'à 1 mm de grosseur. Les objets de taille inférieure à 1 mm sont composés principalement de poussière, de scories et autres particules.

En 2012, le SSN a retracé, corrélié et homologué 23000 objets plus gros que 5 cm en orbite terrestre dont 17000 objets homologués font partie du domaine public (DA-3).

Grâce à des modèles de débris environnementaux, on estime que les objets de plus de 10 cm se dénombrent à 30000, ceux de plus de 1 cm, à 750000 et on dénombre 166 millions d'objets de plus de 1 mm.

En novembre 2010, suite à une participation active en recherche sur les débris spatiaux ainsi qu'à une contribution à une meilleure compréhension des problèmes reliés à ces derniers, le Canada est devenu membre à part entière du comité de coordination inter-agences en débris spatiaux (Inter-Agency Space Debris Coordination Committee ou IADC). Le comité IADC est un forum gouvernemental international qui coordonne à l'échelle mondiale les activités reliées aux débris spatiaux d'origine humaine ou naturelle (DA-5).

De plus, une des conclusions du premier atelier de l'ASC sur les débris orbitaux concernant la protection des engins spatiaux contre les impacts de MMDO (DR-1) est que le domaine spatial requière le développement de nouveaux concepts de boucliers protecteurs validés par des essais à hypervélocité en utilisant des bancs d'essais calibrés. Une autre conclusion de cet atelier est que l'ASC se doit de bâtir son expertise en évaluation du risque relié aux débris spatiaux et en modélisation empirique et numérique des impacts à hypervélocité (équations de limite balistique, hydrocodes et autres outils/méthodes de validation) afin de soutenir les activités futures en matière de débris orbitaux, incluant la participation canadienne aux missions de retrait des débris orbitaux et autres mesures correctives (DR-2).

Cet énoncé de travail (EDT) décrit les exigences techniques pour le développement de nouvelles technologies de boucliers servant à protéger les engins spatiaux contre les impacts de micrométéorites et débris orbitaux (MMDO).

TP09 - Nouveaux boucliers de protection contre les micrométéorites et les débris orbitaux

L'Agence spatiale canadienne (ASC) a identifié pour ses engins spatiaux commerciaux le besoin de nouveaux concepts de boucliers légers de protection contre les impacts de MMDO d'au moins 1 millimètre de diamètre voyageant à des hypervitesses de ≥ 7 km/s.

Dans cette activité de conception et de test, le soumissionnaire choisi pour effectuer ce contrat ou maître d'œuvre peut considérer une orbite héliosynchrone à une altitude de 800 km.

Les concepts considérés incluent la protection des parties externes des engins spatiaux et appendices critiques de sa plateforme et de sa charge utile. Ceci peut inclure la protection des antennes, sondes, panneaux solaires, et autres composantes de l'engin spatial tout en n'interférant pas avec la fonctionnalité de la composante ou pièce d'équipement.

Les concepts de protection contre les MMDO peuvent incorporer de nouveaux matériaux capable d'absorber/arrêter des particules tout en évitant la génération de nouveaux débris (par exemple, les matériaux auto-cicatrisants) et des détecteurs d'impacts de MMDO.

Activité alternative à considérer pour les engins spatiaux : la protection des réservoirs pressurisés d'ergols d'engins spatiaux contre les MMDO à hypervélocités. Les nouveaux concepts de protection développés doivent être testés par des essais d'impact à hypervélocité. Les réservoirs pressurisés d'ergols sont typiquement constitués de titane renforcé de couches de composites et sont de forme sphérique avec un diamètre de 0.5 mètre (20"). Les nouveaux concepts de protection contre les MMDO peuvent explorer la possibilité d'utiliser les couches de renforcement en composite comme bouclier en modifiant le type de fibres et de tissus de renfort et/ou en intégrant un concept de matériau auto-cicatrisant afin d'éviter la perforation tout en maintenant à un niveau acceptable la résistance structurelle du réservoir de titane.

Portée des travaux

L'étendue des travaux décrit dans la section qui suit complète la Section A.5 Description de tâches génériques de l'annexe A.

Le bouclier protecteur doit être conçu pour protéger les engins spatiaux contre des impacts de MMDO de 1 mm de grosseur. Le maître d'œuvre doit développer cette technologie, en considérant les standards ISO (DA-6), et l'amener à un niveau 3 de maturité technologique ou TRL 3 (DA-1, DA-2, DA-4). Cet EDT englobe les tâches suivantes:

- Revue de littérature des technologies pertinentes au problème d'impacts de MMDO ;
- Identification des concepts de boucliers protecteurs contre les MMDO ;
- Plan de développement technologique (ou feuille de route technologique) de concepts de boucliers protecteurs contre les MMDO ;
- Évaluation de la performance des concepts via des analyses/simulations d'impact (hydrocodes) et des essais d'impacts à hypervélocité de projectiles d'au moins 1 mm de diamètre sur des maquettes ;
- Analyse préliminaire de l'impact de l'ajout d'un bouclier protecteur contre les MMDO sur la masse et le volume de l'engin spatial ;

TP09 - Nouveaux boucliers de protection contre les micrométéorites et les débris orbitaux

- Identification des risques techniques et des mesures de prévention de risque ;
- Estimé du coût de développement d'une maquette expérimentale.
- Pour l'activité alternative : la conception de boucliers de protection des réservoirs pressurisés d'ergols d'engins spatiaux contre les impacts catastrophiques de MMDO à hypervélocités.

Échéancier pour le NMT

- NMT initial : 1
- NMT visé : 3+

Missions visées

Les missions visées incluent tous les futurs engins spatiaux canadiens afin de se conformer, dans la mesure du possible, aux guides en matière de MMDO définis par l'IADC et l'UNCOPUOS.

Produits à livrer

Les produits à livrer définis ici s'ajoutent à ceux de la section A.6 Réunions et produits à livrer prévus au contrat de l'annexe A.

- Tous les concepts, échantillons d'essais et maquettes d'essais/prototypes de bouclier protecteur
- Une description complète des concepts de boucliers protecteurs contre les MMDO (incluant photos, dessins, etc.), des résultats d'essais et de simulation.
- Un tableau récapitulatif des résultats d'essais et de simulation donnant les caractéristiques de la zone impactée (diamètre du trou de perforation, aire de la zone endommagée).
- Tableau comparatif des caractéristiques de la zone impactée en fonction de la densité surfacique des boucliers afin de mieux comprendre l'influence des paramètres du bouclier sur sa performance protectrice contre les MMDO. L'aire du trou de perforation ou la somme de l'aire des perforations multiples serviront de paramètre pour quantifier l'endommagement de la couche frontispice ainsi que la dernière couche interne du bouclier.
- Pour les boucliers testés, un tableau résumant les caractéristiques qualitatives d'endommagement observé de la couche frontispice et la dernière couche interne en terme de:
 - Cratères
 - Perforations dues à l'impact primaire et aux fragments d'impact
 - Déformation de la dernière couche du bouclier
 - Rupture de la dernière couche du bouclier
 - Décolorations

**Technologie prioritaire 10
(TP 10)**

**Autonomie avancée pour
l'entretien robotique spatial**

TP10 - Autonomie avancée pour l'entretien robotique spatial

Liste des sigles et acronymes

ASC	Agence spatiale canadienne
CAM	Commande autonome du MSS
LCAM	Logiciel de commande autonome du MSS
UCAM	Unité de commande autonome du MSS
UVA	Unité de vision artificielle

Documents applicables

Cette section énumère les documents dont le soumissionnaire aura besoin pour préparer sa proposition.

No de l'AD	Numéro du document	Titre du document	No de rév.	Date
AD-1	CSA-ST-GDL-0001	CSA Technology Readiness Levels and Assessment Guidelines (Lignes directrices de l'ASC sur les niveaux de maturité technologique et leur évaluation) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRL-TRA	Rév. A	Octobre 2010
AD-2	ESTEC TEC-SHS/5574/MG/ap	Technology Readiness Levels Handbook for Space Applications (en anglais seulement) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRL-TRA	Ver. 1 / Rév. 6	Mars 2009
AD-3		Technology Readiness and Risk Assessment Worksheet (Formulaire d'évaluation de la maturité technologique et des risques : TRA Assessment Worksheet FR.pdf) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRL-TRA/		

TP10 - Autonomie avancée pour l'entretien robotique spatial

No de l'AD	Numéro du document	Titre du document	No de rév.	Date
AD-4		Technology Readiness and Risk Assessment Rollup (Tableau-synthèse d'évaluation de la maturité technologique et des risques : TRA_Assessment_Tool FR.xlsm ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRL-TRA/		
AD-5		Roadmap Framework (Document-cadre – Feuille de route technologique de l'étude conceptuelle : ExCore Concept Study TechnologyRoadmappingWorkbook FR.xlsx ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRM/		

Documents de référence

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

No du RD	Numéro du document	Titre du document	No de rév.	Date
RD-1	GEN.26142	AVU Repurposing Feasibility Assessment – Sommaire ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/STDP/pub/	Rév. 1	7 février 2013
RD-2	MACU-ES-0006	MSS Autonomous Control Feasibility Assessment – Sommaire ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/STDP/pub/	Rév. 1	3 mai 2013

Description de la technologie

Pour gérer l'infrastructure dans l'espace lointain où la présence d'un équipage est limitée et où les contraintes des largeurs de bande pour les télécommunications nuisent à la commande en temps opportun depuis le sol, il faut mettre au point des technologies qui permettent de faire fonctionner un manipulateur robotique autonome. La mise en œuvre de ces technologies réduira de façon considérable les coûts associés au soutien au sol ainsi que le risque, puisqu'elles permettront d'inspecter/de surveiller les systèmes régulièrement et de manière autonome et de procéder à des entretiens préventifs ou correctifs.

Récemment, l'ASC a évalué la faisabilité d'ajouter une capacité de commande autonome au Système d'entretien mobile (MSS) de la Station spatiale internationale (ISS). Selon le concept à l'étude, la fonction de commande autonome du MSS (CAM) serait assurée par des unités de vision artificielle (UVA) à bord de l'ISS. On adapterait à ces unités des unités de commande autonome du MSS (UCAM) qui exploiteraient le logiciel de commande autonome du MSS (LCAM) qui permettrait l'exécution de tâches en autonomie. Le LCAM exécuterait les tâches qui seraient définies par des scripts utilisateurs plutôt que par des programmes compilés. Cependant, on pourrait avoir besoin de programmes lorsque des scripts ne peuvent pas mettre en œuvre une fonctionnalité ou lorsque l'utilisateur le juge utile. Les scripts invoqueraient ces programmes.

La syntaxe des scripts devra être définie, mais un langage de script standard sous un format de base comme LUA ou Extensible Markup Language (XML) fournirait rapidement les outils et l'expertise nécessaires.

Les scripts utilisateurs devraient pouvoir communiquer entre eux et définir les aspects suivants d'une tâche autonome :

- • Télémessure d'entrée
- • Sortie (télémessure ou commandes)
- • Algorithmes et fréquence d'exécution
- • Appels aux fonctions des systèmes de l'UCAM

Les scripts utilisateurs devraient appuyer l'élaboration d'automates finis.

A priori, on s'attend à ce que soit fourni un ensemble d'outils qui permettrait d'élaborer des scripts utilisateurs et des programmes avec un niveau minimal de validation. Des analystes des opérations de haut niveau définiraient les tâches d'automatisation robotique en ce qui concerne les conditions de démarrage, les actions requises, les contingences, les dépendances, la sécurité et les objectifs. Les tâches ainsi définies seraient converties de façon à obtenir les algorithmes requis, y compris les données d'entrée (p. ex., liste des paramètres de télémessure) et les données de sortie (commandes du MSS). On devrait vraisemblablement utiliser des outils de haut niveau pour modéliser ces tâches d'automatisation ainsi que les algorithmes, les données d'entrée et de sortie et le comportement des scripts requis.

Cependant, pour ce qui est du concept d'autonomie avancée envisagé dans le présent énoncé de travail, l'entrepreneur doit se pencher sur la mesure dans laquelle le travail de l'analyste des opérations peut être automatisé, simplifié ou réduit relativement à diverses tâches d'entretien robotique ne se limitant pas nécessairement au fonctionnement du MSS.

L'approche proposée devrait principalement se fonder sur l'intégration de technologies existantes. Le système d'autonomie de haut niveau devra connaître l'état de l'infrastructure dans l'espace lointain (base de données) et il devra être en mesure de traiter des commandes de haut niveau et de réagir à ces commandes (moteur réactif), d'ordonnancer les activités en conséquence (ordonnancier et gestion des dépendances), et enfin de transmettre des commandes de bas niveau aux systèmes robotisés pour l'exécution des tâches (génération de scripts/automates finis). Le

défi consistera à définir/atteindre un niveau approprié d'autonomie qui permet de conserver la souplesse et la polyvalence de l'architecture des systèmes tout en assurant la robustesse et la fiabilité.

Portée des travaux

Portée du développement technologique, notamment :

- **Définition des tâches pouvant être exécutées de façon autonome par des systèmes robotisés à l'appui du fonctionnement d'une infrastructure habitée dans l'espace lointain.**
 - Réaliser une analyse de la documentation sur les technologies d'autonomie et choisir les meilleures technologies pour atteindre le niveau d'automatisation requis.
 - Indiquer les tâches automatisables (p. ex., assemblage et construction, saisie de véhicules visiteurs, inspection, entretien). L'objectif consiste à automatiser le plus possible et à atteindre un très haut niveau d'abstraction des tâches, de façon à minimiser ou à éliminer le besoin de recourir à un équipage. Par exemple, connaissant l'état de l'infrastructure et des besoins inhérents, le système autonome pourrait savoir quel objet saisir avec quel outil et saurait où et comment le placer. Pour ce faire, le système doit être doté d'une capacité de prise de décisions de haut niveau et d'une autonomie de bas niveau.
 - Élaborer une feuille de route visant la technologie de télémanipulation robotique autonome comprenant un plan et un calendrier pour atteindre le NMT 4.
- **Détermination et évaluation des principales considérations/contraintes qui sont liées à la mise en œuvre d'un système d'entretien robotique autonome.**
 - Déterminer les principales considérations/contraintes dont il faut tenir compte dans le développement d'un système d'entretien robotique autonome (p. ex., détermination de l'état, les dépendances des tâches, la perception de la situation, les opérations d'urgence, les exigences en matière d'alignement/de tolérance).
 - Déterminer comment ces considérations/contraintes seront abordées et cerner l'impact de ces dernières sur le niveau d'automatisation qui peut être atteint.
 - Déterminer les exigences particulières qui doivent s'appliquer au système d'entretien pour qu'il puisse s'affranchir en autonomie de ces contraintes.
- **Détermination des besoins en matière d'interface.**
 - Déterminer quelles seront les interfaces entre le système d'entretien robotique autonome et les systèmes existants, ou comment il remplacera ces systèmes.

- Définir les impacts opérationnels qui découlent des besoins en matière d'interface.
- **Développement de l'architecture de système.**
 - Définir l'architecture de système qui permet l'automatisation.
 - Répertorier les composantes et leurs fonctions.
 - Définir la nature du flux de données entre les composantes ainsi que les exigences en matière d'interface.
 - Déterminer l'emplacement de chacune des composantes de l'architecture de système.
- **Analyse du déroulement des travaux.**
 - Procéder à une analyse détaillée de l'exécution d'une tâche autonome donnée (à déterminer par l'ASC, à partir d'une liste éventuelle de tâches autonomes générée lors de travaux antérieurs) et comparer comment cette tâche est actuellement réalisée au moyen de la technologie existante. Les sujets abordés lors de cette analyse sont notamment, mais non exclusivement : temps de préparation de la tâche, temps d'exécution de la tâche, incidence sur la sécurité des activités, avantages opérationnels de l'autonomie et évaluation des réductions de coûts. L'entrepreneur examinera également quelles nouvelles capacités l'autonomie avancée permettra de mettre en œuvre.

L'entrepreneur doit évaluer la maturité des technologies clés que l'on compte utiliser dans le système proposé ainsi que les risques connexes, conformément aux exigences qui sont indiquées dans les documents AD-1 et AD-2, tout en utilisant les documents AD-3 et AD-4. Il doit également décrire les caractéristiques de rendement des technologies du concept en fonction des besoins de la mission et de l'environnement visé.

La feuille de route doit également être présentée selon le format du document AD-5.

Caractéristiques fonctionnelles et exigences liées au rendement

S. o.

Échéancier pour le NMT

- NMT actuel : 2
- NMT visé : 3
- Temps alloué pour atteindre le NMT visé : 9 mois

Missions visées

Les systèmes d'entretien robotique autonome en orbite occuperont un rang de premier plan dans les futures architectures internationales d'exploration spatiale. Ils engendreront de nouvelles possibilités dans les architectures, ce qui pourraient faire diminuer les coûts puisqu'il ne serait plus nécessaire de disposer d'une capacité de livraison de charges utiles de masse élevée (p. ex.,

assemblage automatisé) ou qu'il serait possible de maintenir une infrastructure non habitée pendant une longue période. L'ouverture d'un créneau pour la technologie de manipulation robotique est garante de la longévité de cette technologie.

Produits à livrer

Le produit final consistera en un rapport comprenant les éléments suivants :

- **Définition des tâches pouvant être exécutées de façon autonome par des systèmes robotisés, à l'appui du fonctionnement d'une infrastructure habitée dans l'espace lointain.**
 - L'analyse de la documentation sur les technologies d'autonomie et le choix des meilleures technologies pour atteindre le niveau d'automatisation requis.
 - La liste des tâches pouvant être automatisées, y compris la définition des tâches de type prise de décisions de haut niveau et des tâches opérationnelles/fonctionnelles de bas niveau.
 - Une feuille de route visant la technologie de télémanipulation robotique autonome comprenant un plan et un calendrier pour atteindre le NMT 4.
- **Détermination et évaluation des principales considérations/contraintes qui sont liées à la mise en œuvre d'un système d'entretien robotique autonome.**
 - La liste des principales considérations/contraintes dont il faut tenir compte dans le développement d'un système d'entretien robotique autonome.
 - L'analyse des façons d'aborder ces considérations/contraintes et de l'impact de ces dernières sur le niveau d'automatisation qui peut être atteint.
 - La liste des exigences particulières qui doivent s'appliquer au système d'entretien pour qu'il puisse s'affranchir en autonomie de ces contraintes et, dans la mesure du possible, l'approche proposée pour la mise en œuvre afin de respecter les exigences.
- **Détermination des besoins en matière d'interface.**
 - La description des interfaces entre le système d'entretien robotique autonome et les systèmes existants, ou de la façon dont ce nouveau système les remplacera.
 - L'analyse des impacts opérationnels qui découlent des besoins en matière d'interface.
- **Développement de l'architecture de système.**
 - L'architecture de système complète qui permet l'automatisation.
- **Analyse du déroulement des travaux.**
 - L'analyse détaillée du déroulement des travaux pour une tâche en autonomie donnée.

Technologie prioritaire 11 (TP 11)

**Antenne UHF déployable de
grande puissance**

TP11 - Antenne UHF déployable de grande puissance

Liste des sigles et acronymes

AD	Document applicable
ASC	Agence spatiale canadienne
RD	Document de référence
NMT	Niveau de maturité technologique

Documents applicables

Cette section énumère les documents dont le soumissionnaire aura besoin pour préparer sa proposition.

No d'AD	Numéro du document	Titre du document	No de révision	Date
AD-1	CSA-ST-GDL-0001	Lignes directrices de l'ASC sur les niveaux de maturité technologique et leur évaluation ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRL-TRA	Rév. A	Octobre 2010
AD-2	ESTEC TEC-SHS/5574/MG/ap	Technology Readiness Levels Handbook for Space Applications (anglais seulement) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRL-TRA	Iss. 1/ Rev. 6	Mars 2009
AD-3		Fiche d'évaluation de la maturité technologique : TRA Assessment Worksheet FR.pdf ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRL-TRA/		
AD-4		Évaluation de la maturité technologique (TRA) : Outil de consolidation de données TRA_Assessment_Tool FR.xlsm ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRL-TRA/	D	Mai 2013

TP11 - Antenne UHF déployable de grande puissance

No d'AD	Numéro du document	Titre du document	No de révision	Date
AD-5		Roadmap Framework: ExCore Concept Study Technology Roadmapping Workbook FR.x lsx ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRM/		

Documents de référence

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

No de RD	Numéro du document	Titre du document	No de révision	Date
RD-1	MIL-STD-188-181	Interoperability Standard for Access to 5-kHz and 25-kHz UHF Satellite Communications Channels (anglais seulement)	Rev. C	2008
RD-2	MIL-STD-188-182	Interoperability Standard for UHF SATCOM DAMA Orderwire Messages and Protocols (anglais seulement)	Rev. B	2008
RD-3	MIL-STD-188-183	Interoperability Standard for Multiple-Access 5-kHz and 25-kHz UHF Satellite Communications Channels (anglais seulement)	Rev. B	2008

Introduction et description de la technologie

Les antennes UHF non déployables sont utilisées depuis des décennies et elles ont une longue histoire spatiale. Elles offrent un bon rendement et un gain relativement élevé, produisent très peu de signaux brouilleurs de produits d'intermodulation et permettent d'utiliser de bonnes puissances. Les antennes UHF déployables n'ont pas ces avantages : le taux d'émission de produits d'intermodulation de ces antennes est plus élevé et elles ont une tenue en puissance beaucoup plus faible. Elles prennent cependant très peu de place en configuration de stockage, ce qui peut être essentiel lorsque le volume est un facteur important (par exemple si la plateforme comporte plusieurs charges utiles différentes).

L'ASC a cerné le besoin d'une antenne UHF compacte d'usage général dont la taille avant déploiement est petite par rapport aux antennes correspondant à l'état actuel de la technologie (comme les antennes UHF fixes), mais qui offre un rendement RF semblable.

TP11 - Antenne UHF déployable de grande puissance

Ce projet de développement de technologie vise à étudier la faisabilité technique d'une antenne UHF déployable haute puissance capable de supporter 6 canaux simultanément (avec un objectif de 12 canaux) avec une puissance de 100 W par canal.

Le sous-système d'antenne UHF doit comprendre l'élément rayonnant ainsi que le réseau d'adaptation et le câble flexible nécessaire pour raccorder l'antenne au transpondeur, s'il y a lieu.

Portée des travaux

La portée du travail décrite ici s'ajoute à la section A.5 Description générique des tâches de l'annexe A.

L'entrepreneur réalisera les travaux nécessaires pour amener cette technologie au niveau de maturité technologique (NMT) 6 (AD-1 à AD-5), niveau auquel la technologie a un cheminement pour arriver à une version spatioqualifiée et est proche d'un modèle technologique (voir la section sur les caractéristiques fonctionnelles et les exigences relatives au rendement).

L'étendue du présent énoncé des travaux comprend les activités suivantes:

- planification et gestion du projet;
- ingénierie des systèmes;
- définition des exigences techniques et des configurations de référence;
- conception préliminaire et détaillée;
- fabrication, assemblage et vérification d'un modèle technologique de l'antenne UHF déployable (élément rayonnant, réseau d'adaptation, câble raccordant l'antenne aux postes radio ou aux transpondeurs);
- essais en environnement de l'antenne (y compris une démonstration du déploiement de l'antenne dans un environnement pertinent);
 - au minimum, un essai de résistance aux vibrations de l'appareil en configuration de stockage;
- Essais de PIM en température;
- Conformité aux exigences relatives à la décharge auto-entretenue;
- Conformité aux exigences de gain et de rapport axial;
- Fourniture de tous les documents connexes;

L'entrepreneur doit fournir un plan de développement technologique, aussi appelé feuille de route technologique, qui comprend une description des développements technologiques requis pour répondre aux besoins de la mission ainsi qu'un plan et un échéancier pour l'atteinte du 8 (AD-1 à AD-5).

Caractéristiques fonctionnelles et exigences liées au rendement

La technologie devrait fournir une antenne UHF répondant aux exigences suivantes :

- les fréquences de fonctionnement d'émission et de réception doivent être compatibles avec la version la plus récente de RD1, RD2 et RD3;

TP11 - Antenne UHF déployable de grande puissance

- l'antenne doit avoir une polarisation circulaire horaire;
- l'antenne doit avoir un gain en limite de couverture dans une largeur de faisceau de $\pm 3.6^\circ$ supérieur à 14.5dBi;
- l'antenne doit pouvoir supporter au moins 6 canaux avec une largeur de bande de 25 kHz et une puissance de 100 W par canal (objectif de 12 canaux);
- la puissance du produit d'intermodulation de 3e ordre doit être inférieure à -140 dBm pour deux canaux d'une puissance de 60 W par canal (objectif de 100 W par canal) lorsque les antennes d'émission et de réception sont parallèles, mais séparées d'une distance de 1,6 m en visibilité directe (sans ombre créée par le bus de l'engin spatial);
- le volume avant déploiement de l'antenne doit être inférieur à 90 cm x 90 cm x 61 cm;
- le taux d'ellipticité doit être meilleur que 2,5 dB;
- la masse de l'antenne doit être inférieure à 20 kg;
- l'antenne, en incluant le réseau d'adaptation (si l'utilisation d'un tel réseau est nécessaire) doit avoir un affaiblissement de réflexion meilleur que -20 dB;

Le produit technologique qui découle de ce contrat sera une antenne UHF déployable dont le rendement RF est aussi bon ou meilleur que celui des antennes UHF rigides non déployables, mais dont le volume en configuration de stockage est beaucoup plus petit.

Échéancier pour le NMT

- NMT initial : 2 ou 3
- NMT visé : 6
- Délai d'atteinte du NMT visé : 24 mois

Missions visées

Les classes de missions particulières :

- charge utile UHF de la mission PCW ou d'une mission de couverture UHF de l'Arctique;
- communication par satellite de prochaine génération du MDN (Skynet, optus, comsat BW)

Produits à livrer

Les produits à livrer définis ici s'ajoutent à ceux de la section A.6 Réunions et produits à livrer prévus au contrat de l'annexe A.

- Modèle technologique
- Modèles de CAO électromagnétique
- Exigences relatives au système d'antenne
- Rapport détaillé de description de l'antenne

TP11 - Antenne UHF déployable de grande puissance

- Notes techniques au besoin
- Rapport d'essai
- Plan de développement

Jalons et réunions

- Réunion de lancement
- Jalon 1 : Revue des exigences relatives à l'antenne (décision d'aller de l'avant ou non).
- Jalon 2 : Réunion de revue de la conception de l'antenne.
- Jalon 3 : Réunion de revue de la maquette et des activités d'essai
- Réunion de revue finale

Technologie prioritaire 12 (TP 12)

**Mise au point d'un amplificateur
de grande puissance au nitrure
de gallium (GaN) pour les
applications en bande X**

TP12 - Mise au point d'un amplificateur de grande puissance au nitrure de gallium (GaN) pour les applications en bande X

Liste des sigles et acronymes

AD	Document applicable
CAO	Conception assistée par ordinateur
CMOS	Métal-oxyde-semiconducteur complémentaire
ASC	Agence spatiale canadienne
CW	Ondes entretenues
GaAs	Arséniure de gallium
GaN	nitrure de gallium
HPA	amplificateur de grande puissance
ITAR	International Trading in Arms Regulation (États-Unis)
JAXA	Agence spatiale japonaise
MMIC	Circuit intégré monolithique hyperfréquence
PRF	Fréquence de récurrence des impulsions
RD	Document de référence
RCM	Mission de la constellation RADARSAT
AS	Autorité scientifique
SAR	Radar à synthèse d'ouverture
SiGe	Silicium-germanium
AT	Autorité technique
NMT	Niveau de maturité technologique

Documents applicables

Cette section énumère les documents dont le soumissionnaire aura besoin pour préparer sa proposition.

TP12 - Mise au point d'un amplificateur de grande puissance au nitrure de gallium (GaN) pour les applications en bande X

No d'AD	Numéro du document	Titre du document	No de révision	Date
AD-1	CSA-ST-GDL-0001	CSA Technology Readiness Levels and Assessment Guidelines (Lignes directrices de l'ASC sur les niveaux de maturité technologique et leur évaluation) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRL-TRA/CSA-ST-GDL-0001%20Rev%20A%20FR.pdf	Rév. A	Octobre 2010
AD-2	ESTEC TEC-SHS/5574/MG/ap	Technology Readiness Levels Handbook for Space Applications (en anglais seulement) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRL-TRA	Ver. 1 / Rév. 6	Mars 2009

Documents de référence

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

No de RD	Numéro du document	Titre du document	No de révision	Date
RD-1	S.O.	GaN Technologies and Developments: Status and Trends M. Buchta, K. Beilenhoff, H. Blanck, J. Thorpe, R. Behtash, S. Heckmann, H. Jung, Z. Ouarch, M. Camiade IEEE, Microwave and Millimeter Wave Technology (ICMMT), 2010 International Conference (anglais seulement) http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5525238	S.O.	2010

Description de la technologie

Les besoins en constante évolution en matière de communication à grand débit et de satellites d'observation de la Terre par radar à synthèse d'ouverture (RSO) en hyperfréquences à haute résolution repoussent déjà les limites de ce qui est possible au moyen de matériaux semiconducteurs classiques comme le l'arséniure de gallium (GaAs) et le silicium-germanium

TP12 - Mise au point d'un amplificateur de grande puissance au nitrure de gallium (GaN) pour les applications en bande X

(SiGe). Les autres procédés de semiconducteurs, comme le CMOS, ne sont pas très adaptés à une exploitation dans un environnement difficile, particulièrement en rayon du rayonnement.

Les caractéristiques des semiconducteurs à base de GaN, comme leur densité de puissance élevée, leur tension et leur température de fonctionnement élevées ainsi que leur résistance intrinsèque au rayonnement pourraient faire des dispositifs GaN un excellent choix pour les applications dans les milieux difficiles des missions spatiales, qu'il s'agisse de communication, d'observation de la Terre ou même d'exploration planétaire.

De plus, le GaN pourrait améliorer grandement la performance des systèmes de communication et de radar à large bande, car il peut fournir une puissance dix fois plus élevée en hyperfréquences par rapport aux semiconducteurs au silicium et à l'arséniure de gallium actuellement utilisés dans les systèmes de radar et les émetteurs de communication des satellites. Les dispositifs au GaN ont également des applications non spatiales, par exemple dans les industries de l'automobile, de l'aéronautique, de la défense, des mines et du pétrole.

Par rapport aux autres technologies à semiconducteurs, les amplificateurs à base de GaN ont :

- des tensions de fonctionnement supérieures,
- des puissances de sortie supérieures,
- un rendement supérieur,
- une fiabilité accrue.

Les améliorations de la performance des circuits et des systèmes faisant usage de ces amplificateurs sont notamment :

- une plus grande largeur de bande en raison de la meilleure adaptation d'impédance pour une puissance de sortie donnée,
- amélioration du rendement énergétique du système en raison de la réduction des pertes ohmiques dans les réseaux d'alimentation à courant continu,
- la possibilité de mettre à jour les systèmes à tube à ondes progressives (TOP) au moyen d'amplificateurs de puissance au GaN à haute tension
- des amplificateurs de puissance plus fiables et plus petits

Ces avantages sont cependant accompagnés par des inconvénients :

- densité de flux thermique accrue
- tension c.c. de fonctionnement accrue
- manque d'antécédents orbitaux

Remarque : Le satellite d'observation de la Terre par RSO ALOS-2, qui est actuellement à l'essai au JAXA, sera muni de modules émetteurs-récepteurs en bande L au GaN. Ce sera une des premières missions commerciales utilisant des semiconducteurs au GaN. La date de lancement prévue est actuellement de décembre 2013, avec une durée de vie prévue de 5 ans.

Les dispositifs au GaN peuvent être utilisés avec des puissances et des rendements plus grands sur des bandes plus larges que les dispositifs actuels au GaAs, pourvu que les questions de gestion thermique puissent être résolues.

TP12 - Mise au point d'un amplificateur de grande puissance au nitrure de gallium (GaN) pour les applications en bande X

La mise au point de composantes de grande puissance à large bande et à rendement accru pour les applications d'observation de la Terre et de transmission de données au moyen de composantes au GaN avec une bonne gestion thermique sera sans doute un atout pour les missions spatiales futures comme celles qui succéderont à la Mission de la constellation RADARSAT (MCR) actuelle.

Le présent énoncé des travaux porte sur deux problèmes que pose l'utilisation du GaN dans les missions spatiales : la mise au point de blocs fonctionnels pour les futures applications radar et la résolution des difficultés de gestion thermique.

Pour le premier problème, l'énoncé prévoit la mise au point, la fabrication et l'essai d'un amplificateur de grande puissance (HPA) en bande X.

Les difficultés thermiques posées par les dispositifs GaN, surtout pour les composantes qui les entourent, rendent nécessaire la mise au point d'approches novatrices de gestion de la chaleur par l'entremise de l'évaluation de matériaux et de structures qui permettent d'augmenter la densité de puissance sans toutefois réduire la performance des circuits intégrés monolithiques hyperfréquences (MMIC) ni leur fiabilité.

La mise au point de blocs fonctionnels à semiconducteurs au GaN évolués s'inscrit dans les objectifs et la stratégie de l'ASC et permettra d'augmenter la capacité d'une technologie emblématique. Établir la position de chef de file du Canada dans le domaine de la microélectronique au GaN augure des bénéfices scientifiques et commerciaux substantiels et contribue à assurer la participation hautement visible et essentielle du Canada à la prochaine ère d'utilisation de l'espace.

Portée des travaux

La portée du travail décrite ici s'ajoute à la section A.5 Description générique des tâches de l'annexe A.

L'entrepreneur doit faire les travaux nécessaires pour réaliser une première itération du concept d'amplificateur de grande puissance et de l'approche de gestion thermique connexe. Il est grandement préférable que les concepts et les techniques d'amplificateur de grande puissance soient déjà bien compris par l'équipe du soumissionnaire, de façon à ce que le projet puisse effectivement produire un amplificateur répondant aux exigences à la première itération et attendre un niveau de maturité technologique de 3.

L'étendue du présent énoncé des travaux comprend les activités suivantes :

- planification et gestion du projet;
- revue de littérature sur les technologies applicables;
- recherche et sélection d'une usine de fabrication de MMIC au GaN,
- établissement des exigences techniques et des configurations de référence pour les approches de gestion thermique;
- conception préliminaire et détaillée;
- acquisition;
- fabrication, assemblage et vérifications du ou des AGP et de la gestion thermique;

TP12 - Mise au point d'un amplificateur de grande puissance au nitrure de gallium (GaN) pour les applications en bande X

- fourniture de tous les documents connexes;
- fourniture de tous les logiciels connexes.

Les travaux peuvent être divisés en trois parties :

1. Conception et essai du HPA (préférentiellement plus d'une variante)
2. sélection de l'usine de fabrication du MMIC et acquisition/fabrication de plaquette ^{Voir remarque 1}
3. conception, fabrication et essai thermique ^{Voir remarque 2}

L'entrepreneur doit évaluer la maturité des technologies clés que l'on compte utiliser dans le système proposé ainsi que les risques connexes, conformément aux exigences qui sont indiquées dans les documents AD-1 et AD-2, tout en utilisant les documents AD-3 et AD-4. Il doit également décrire les caractéristiques de rendement des technologies du concept en fonction des spécifications indiquées ici.

Remarque 1 : La sélection d'une usine et d'un procédé de fabrication convenables doit répondre aux conditions suivantes :

- a) possibilité d'offrir un gain et une puissance permettant de répondre aux exigences à la fréquence de fonctionnement avec une certaine marge,
- b) spatioqualification ou spatioréalisation en voie d'être obtenue,
- c) l'utilisation des produits de l'usine/procédé dans des applications de mission spatiale comme l'observation de la Terre n'est pas soumise aux règlements ITAR des États-Unis.

En ce qui concerne le budget, le coût d'une plaquette de développement de 100 mm devrait être de 150 000 à 200 000 dollars américains.

Remarque 2 : Il serait hautement désirable que les éléments de gestion thermique soient intégrés à la maquette d'AGP en bande X au GaN et que l'AGP et les éléments de gestion thermique soient mis à l'essai ensemble.

Caractéristiques fonctionnelles et exigences liées au rendement

Cette section indique les spécifications de l'AGP en bande X au GaN. Le circuit devrait répondre aux exigences minimales et viser à satisfaire aux objectifs indiqués dans tableau A.

Tableau A : Spécifications

Paramètre	Spécification			Unité	Notes
	Min.	Max.	Objectif		
Puissance de sortie (P_{out}) ^{Voir remarque 3}	20 (430)			W (dBm)	avec une compression de gain de 2 dB en onde entretenue (CW)

**TP12 - Mise au point d'un amplificateur de grande puissance au nitrure de gallium (GaN)
pour les applications en bande X**

	30 (44,8)		50 (47,0)	W (dBm)	avec une compression de gain de 2 dB en mode d'émission d'impulsions
Fréquence médiane (f_c)	9,6		9,9	GHz	
Largeur de bande	600		1200	MHz	Largeur de bande plus élevée pour la f_c supérieure visée
Gain linéaire	12			dB	avec une réduction de puissance de 10 dB
Uniformité		0,5	0,1	dB _{p-p}	avec une compression de 2 dB
Rendement en puissance ajoutée (PAE)	40		60	%	avec une compression de 2 dB (puce seulement)
Paramètres des impulsions					
Fréquence de répétition des impulsions (PRF)	1	6		kHz	
Facteur d'utilisation	10	25		%	

Remarque 3 : Comme première approximation, le flux thermique de la surface de montage de la puce peut être évalué à entre 200 et 900 W/cm², selon le procédé de fabrication, le tracé du MMIC, la puissance de sortie et le rendement en puissance ajoutée.

Réunions

Cette section fait la revue et la description des réunions à tenir et des produits à livrer selon le contrat. Les réunions définies ici complètent la section A.6 Réunions et produits à livrer prévus au contrat de l'annexe A.

Tableau B : Réunions

Réunion	Date	Endroit
Réunion de lancement	Une semaine après la date de début du contrat	Entrepreneur
Réunion de revue intermédiaire	Deux semaines avant la date d'acquisition de la plaquette Voir remarque 4	Entrepreneur
Réunion de revue finale	Une semaine avant la date de fin du contrat	CSA

TP12 - Mise au point d'un amplificateur de grande puissance au nitrure de gallium (GaN) pour les applications en bande X

Remarque 4 : La réunion de revue intermédiaire et l'acquisition subséquente de la plaquette devraient avoir lieu avant la fin de la première année du contrat (31 mars).

Tous les principaux participants au contrat, y compris au moins un représentant de chacun des sous-traitants, doivent assister à cette réunion. Pour réduire les coûts de déplacement, certains participants peuvent assister à la réunion par téléconférence.

La réunion de revue finale aura pour objet particulier de discuter en détail du circuit d'amplificateur de grande puissance avant qu'il ne soit présenté à l'usine de fabrication pour être produit. La conception du MMIC doit être acceptée comme étant exempte d'erreur, avec une confirmation par le fournisseur, avant la tenue de cette réunion.

La réunion de revue finale aura pour objet particulier de discuter en détail des résultats obtenus. Cette réunion vise à fournir à l'entrepreneur, à l'autorité technique (AT), à l'autorité scientifique (AS), selon le cas, et aux autres participants invités l'occasion d'examiner le projet et d'en discuter. L'ASC se réserve le droit d'inviter d'autres personnes compétentes (fonctionnaires ou autres personnes liées par une entente de non-divulgence) à cette réunion. Les principaux employés de l'entrepreneur participant aux travaux qui font l'objet de la revue devront assister aux réunions. La date et l'heure exactes de la réunion de revue seront convenues par le chargé de projet, l'autorité scientifique ou l'autorité technique et l'entrepreneur.

Échéancier pour le NMT

S.o.

Missions visées

S.o.

Produits à livrer

Les produits à livrer définis ici s'ajoutent à ceux de la section A.6 Réunions et produits à livrer prévus au contrat de l'annexe A.

- Maquette de l'amplificateur et prototype de gestion thermique
- Tous les fichiers de CAO, le code source des logiciels écrits sur mesure (le cas échéant) et les feuilles de calcul
- La plaquette au GaN

Technologie prioritaire 13 (TP 13)

Matériaux de blindage contre le rayonnement spatial

TP13 - Matériaux de blindage contre le rayonnement spatial

Liste des sigles et acronymes

AD	Document applicable
ASC	Agence spatiale canadienne
ISS	Station spatiale internationale
GEO	Orbite géostationnaire, 35 786 km au-dessus de l'équateur de la Terre
L2	Orbite autour du deuxième point de Lagrange (L2) du système Soleil-Terre, à environ 1,5 million de kilomètres de la Terre;
LEO	Orbite basse terrestre, c'est-à-dire une orbite à une altitude inférieure à environ 2000 km
NASA	National Aeronautics and Space Administration
RD	Document de référence
NMT	Niveau de maturité technologique
UV	Ultraviolet

Documents applicables

Cette section énumère les documents dont le soumissionnaire aura besoin pour préparer sa proposition.

N° d'AD	Numéro du document	Titre du document	N° de révision	Date
AD-1	CSA-ST-GDL-0001	CSA Technology Readiness Levels and Assessment Guidelines (Lignes directrices de l'ASC sur les niveaux de maturité technologique et leur évaluation) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRL-TRA	Rév. A	Octobre 2010
AD-2	ESTEC TEC-SHS/5574/M G/ap	Technology Readiness Levels Handbook for Space Applications (en anglais seulement) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRL-TRA	Ver. 1 / Rév. 6	Mars 2009
AD-3		Fiche d'évaluation de la maturité technologique : TRA Assessment Worksheet		

TP13 - Matériaux de blindage contre le rayonnement spatial

N° d'AD	Numéro du document	Titre du document	N° de révision	Date
		FR.pdf ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRL-TRA/		
AD-4		Technology Readiness and Risk Assessment Rollup (Tableau-synthèse d'évaluation de la maturité technologique et des risques : TRA_Assessment_Tool FR.xlsm ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRL-TRA/	D	Mai 2013
AD-5		Roadmap Framework (Document-cadre – feuille de route technologique de l'étude conceptuelle : ExCore Concept Study TechnologyRoadmappingWorkbook FR.xlsx ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRM/		

Documents de référence

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

No de RD	Numéro du document	Titre du document	No de révision	Date
RD-1		Space Station Requirements for Materials and Processes – International Space Station (anglais seulement) http://snebulos.mit.edu/projects/reference/International-Space-Station/SSP30233RF.pdf	Rev. F	Août 2007
RD-2		Reference Guide to the International Space Station (anglais seulement) http://www.nasa.gov/pdf/508318main_ISS_ref_guide_nov2010.pdf		Novembre 2010
RD-3		Research in Space, Facilities on the International Space Station (anglais seulement) http://www.nasa.gov/pdf/393789main_iss_utilization_brochure.pdf		

TP13 - Matériaux de blindage contre le rayonnement spatial

No de RD	Numéro du document	Titre du document	No de révision	Date
RD-4		The Era of International Space Station Utilization, Perspectives on Strategy From International Research Leaders (anglais seulement) http://www.nasa.gov/pdf/506512main_Summary_PSF_ISS_Utilization_2010.pdf		
RD-5		ESA – ISS User Guide (Site Web comportant de nombreux documents) (anglais seulement) http://www.esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/Human_Spaceflight_Research/European_User_Guide_to_Low-Gravity_Platforms		
RD-6	NASA SP-2009-3405	Human Health and Performance Risks of Space Exploration Missions (anglais seulement) http://ston.jsc.nasa.gov/collections/TRS/techrep/SP-2009-3405.pdf		2009
		Page Web de l'ASC sur le rayonnement http://www.asc-csa.gc.ca/fra/astronautes/mso_rayonnements.asp		

Description de la technologie

À l'avenir, l'exploration humaine dépassera probablement l'orbite basse terrestre (LEO), ce qui exposerait les équipages à de dangereux niveaux de rayonnement. La principale préoccupation concerne les rayonnements ionisants : les scénarios de mission actuels prévoient des doses efficaces pour le personnel de 50 à 2000 mSv (millisievert). Il est établi qu'une dose de cette importance augmente le risque de carcinogenèse et d'autres problèmes de santé, comme les cataractes. Dans le milieu au-delà de l'orbite basse, la plus grande partie du rayonnement est constitué de protons et d'ions à nombre atomique (Z) élevé de grande énergie ainsi que de rayonnement secondaire (constitué par exemple de neutrons) produit par les matériaux de l'engin spatial exposés au rayonnement spatial. Le rayonnement spatial comporte également le

TP13 - Matériaux de blindage contre le rayonnement spatial

rayonnement ultraviolet. Toutefois, comme le rayonnement ultraviolet est efficacement bloqué par les matériaux des engins spatiaux, il n'est pas pertinent pour la présente compétition.

Sur Terre, la stratégie utilisée pour limiter l'exposition professionnelle à des niveaux dangereux de rayonnement ionisant est de surveiller étroitement les niveaux de radiation et de limiter le temps pendant lequel les travailleurs sont exposés à de forts rayonnements. Lorsque c'est le milieu lui-même qui est contaminé (comme dans une centrale nucléaire dont s'échappent des substances radioactives dans l'environnement), les travailleurs portent des combinaisons et des appareils respiratoires qui ne protègent pas directement contre les rayonnements, mais qui empêchent que les travailleurs ingèrent ou inhalent des particules radioactives.

Dans des missions de vol spatial de longue durée au-delà de l'orbite basse, ces stratégies utilisées seules ne peuvent suffire. Les agences spatiales ont donc commandité des recherches sur les contremesures nutritionnelles ou pharmaceutiques à l'exposition au rayonnement et étudié la possibilité de protéger l'équipage sur les surfaces planétaires au moyen de matériaux de ces surfaces (comme le régolithe sur la Lune). Des efforts pour mettre au point des méthodes de dépistage permettant de sélectionner des membres d'équipages qui ont une résistance accrue aux effets du rayonnement sont en cours.

Les gouvernements, l'industrie et les universités étudient également la mise au point de nouveaux matériaux qui offriraient une protection directe contre les rayonnements ionisants.

L'objectif de la présente demande de proposition est de sélectionner et de financer des propositions visant la mise au point et la mise à l'essai de matériaux de blindage contre le rayonnement spatial. Il pourrait s'agir de matériaux flexibles ou de textiles pouvant ou non être portés comme vêtements ou encore d'autres matériaux comme des crèmes appliquées directement sur la peau.

Les matériaux actuellement utilisés dans les engins spatiaux, comme l'aluminium, offrent une certaine protection contre les rayonnements, mais pas suffisamment pour protéger l'équipage au-delà de l'orbite basse. Les matériaux de blindage courants, comme l'eau, sont efficaces, mais ils exigent une masse trop grande pour que leur utilisation dans un engin spatial soit pratique. La technologie proposée pour répondre à la présente DP doit nécessiter un volume et une masse relativement faibles et être destinée à être utilisée dans un engin spatial. Le matériau peut nécessiter une alimentation électrique, mais sa consommation doit être réduite. Les exigences de masse, de volume et d'alimentation doivent être compatibles avec l'utilisation proposée (par exemple comme élément d'un vêtement ou comme matériau pouvant être installé sur un mur ou utilisé comme abri).

Portée des travaux

La portée du travail décrite ici s'ajoute à la section A.5 Description générique des tâches de l'annexe A.

L'entrepreneur réalisera les travaux nécessaires pour amener un matériau ou un concept de blindage au niveau de maturité technologique (NMT) 4 (voir AD-2), niveau auquel les éléments technologiques de bases sont intégrés pour établir qu'ils peuvent fonctionner

TP13 - Matériaux de blindage contre le rayonnement spatial

ensemble et répondre aux spécifications et aux exigences (voir la section des caractéristiques fonctionnelles et des exigences de rendement). Ainsi, si la technologie choisie est un vêtement fait d'un textile technique, l'élément à fabriquer doit permettre la mise en oeuvre complète du programme d'essai et la démonstration du respect de toutes les autres exigences du projet.

Il est nettement préférable que le mécanisme de base du blindage contre le rayonnement soit déjà bien compris (NMT d'au moins 2 ou 3) afin que le projet puisse effectivement fournir une technologie de NMT 4.

Des tâches précises ont été définies quant aux travaux du projet, comme suit :

1. Faire une recherche et une analyse comparative des matériaux ou des concepts de blindage contre le rayonnement spatial. Évaluer les matériaux ou les concepts les plus prometteurs pour l'utilisation dans les engins spatiaux en fonction de l'environnement de rayonnement pour diverses orbites (LEO, GEO, point L2 du système Soleil-Terre).
2. Adapter et établir en détail des spécifications fonctionnelles et des exigences de rendement précises pour cette technologie en particulier en fonction des spécifications fonctionnelles et des exigences de rendement ci-dessous ainsi que des normes applicables des agences spatiales.
3. Recenser les fournisseurs des matériaux ou des éléments actuels et les capacités de fabrication.
4. Faire des analyses complémentaires en laboratoire sur les matériaux ou encore des essais et des vérifications conceptuels, au besoin.
5. Choisir la technologie qui doit être amenée au NMT 4 au cours du projet en fonction des spécifications fonctionnelles et des exigences de rendement, de son potentiel d'être spatioqualifiée, des objectifs d'exploration spatiale et des plans futurs des agences spatiales ainsi que de l'expertise de l'entrepreneur et des fournisseurs canadiens.
6. Faire la conception préliminaire de l'élément ou de la maquette.
7. Une fois la conception préliminaire acceptée, faire la conception détaillée de l'élément ou de la maquette.
8. Fabriquer ou acheter les pièces ou les matériaux pour assembler l'élément ou la maquette à mettre à l'essai.
9. Planifier un programme d'essai pour l'élément ou la maquette dans un environnement de laboratoire, y compris l'essai du rendement du blindage contre le rayonnement et une évaluation de la sécurité de l'équipage.
10. Mettre en oeuvre le programme mentionné au point 9.
11. Produire un rapport technique résumant les principaux résultats et décisions découlant des étapes 1 à 10.
12. L'entrepreneur doit réaliser une évaluation du niveau de maturité de la technologie et des risques connexes des technologies essentielles qui devraient être utilisées dans le système proposé, conformément aux exigences indiquées dans les documents AD-1 et AD-2, tout en utilisant les documents AD-3 et AD-4. Il doit également décrire les caractéristiques de rendement de la technologie en fonction des besoins de la mission et de l'environnement visés.
13. L'entrepreneur doit fournir un plan de développement technologique, aussi appelé feuille de route technologique, qui comprend une description des développements technologiques requis pour répondre aux besoins de la mission ainsi qu'un plan et un

TP13 - Matériaux de blindage contre le rayonnement spatial

échancier pour l'atteinte des NMT 6 et 8. La feuille de route doit également être présentée selon le format du document AD-5.

Tableau 1 : Calendrier proposé pour les étapes principales et les lots de travaux

<i>Étapes</i>	<i>Nom de l'étape</i>	<i>Début</i>	<i>Fin</i>
WP0	Début/réunion de lancement	Attribution du contrat	Attribution du contrat plus 2 semaines
WP1	Recherche et analyse comparative. Choix de la technologie.	Attribution du contrat	Attribution du contrat plus 8 mois
WP2	Adaptation et établissement en détail des spécifications fonctionnelles et des exigences de rendement précises pour la technologie choisie	Attribution du contrat	Attribution du contrat plus 8 mois
WP3	Analyses complémentaires en laboratoire sur les matériaux ou encore essais et vérifications conceptuels.	Attribution du contrat	Attribution du contrat plus 8 mois
WP4	Réunion de revue	Attribution du contrat plus 8 mois	Attribution du contrat plus 8 mois
WP5	Recensement les fournisseurs des matériaux ou des éléments actuels et les capacités de fabrication.	Attribution du contrat	Attribution du contrat plus 11 mois
WP6	Conception préliminaire de l'élément ou de la maquette	Attribution du contrat plus 8 mois	Attribution du contrat plus 12 mois
WP7	Réunion de revue	Attribution du contrat plus 12 mois	Attribution du contrat plus 12 mois
WP8	Conception détaillée de l'élément ou de la maquette.	Attribution du contrat plus 12 mois	Attribution du contrat plus 14 mois
WP9	Fabrication ou achat des pièces ou des matériaux pour assembler l'élément ou la maquette	Attribution du contrat plus 12 mois	Attribution du contrat plus 16 mois

TP13 - Matériaux de blindage contre le rayonnement spatial

<i>Étapes</i>	<i>Nom de l'étape</i>	<i>Début</i>	<i>Fin</i>
WP10	Planification d'un programme d'essai pour l'élément ou la maquette dans un environnement de laboratoire ou d'installation à faisceau de rayonnement, y compris une évaluation de la sécurité de l'équipage	Attribution du contrat plus 12 mois	Attribution du contrat plus 18 mois
WP11	Réunion de revue	Attribution du contrat plus 18 mois	Attribution du contrat plus 18 mois
WP12	Mise en oeuvre du programme d'essais.	Attribution du contrat plus 18 mois	Attribution du contrat plus 22 mois
WP13	Préparation des rapports.	Attribution du contrat plus 22 mois	Attribution du contrat plus 24 mois
WP14	Réunion de revue	Attribution du contrat plus 24 mois	Attribution du contrat plus 24 mois

Caractéristiques fonctionnelles et exigences de rendement

Le produit technologique issu du présent contrat sera un élément ou une maquette, selon la technologie choisie précédemment dans le cadre du contrat, qui peut être mis à l'essai dans un laboratoire au moyen d'une ou plusieurs sources de rayonnement appropriées (une installation de faisceau, p. ex.). Cet élément ou maquette doit pouvoir être utilisé pour faire l'essai des ses caractéristiques fonctionnelles et des exigences de rendement, y compris:

- Blindage contre un type de rayonnement particulier caractéristique du rayonnement spatial.
- Si la technologie est un textile pouvant être porté ou un matériau appliqué directement sur la peau, le confort et la durabilité du matériau doivent faire l'objet d'essais, avec une analyse appuyée par des essais sur les besoins de nettoyage et les effets du nettoyage sur le rendement.
- La résistance au rayonnement – dans ce contexte, le mot « résistance » désigne la capacité de la technologie elle-même de résister aux changements de sa structure physique et chimique induits par le rayonnement. Les essais devraient comprendre des mesures de la structure et des caractéristiques physiques et des essais sur les composants volatils rejetés.
- La sécurité pour les membres d'équipage, car la technologie sera utilisée dans un engin spatial fermé propre à une utilisation humaine. Les dangers pour la sécurité peuvent comprendre la toxicité des matériaux,

TP13 - Matériaux de blindage contre le rayonnement spatial

l'inflammabilité, le dégagement de gaz, le rejet de particules, l'abrasion, les arêtes ou les barbuces coupantes et l'allergénicité.

- L'élément ou la maquette doit pouvoir être utilisé pour la mise à l'essai de son respect des normes de sécurité de l'équipage.

Le programme d'essais doit avoir les caractéristiques suivantes :

- La source de rayonnement doit pouvoir produire un rayonnement semblable à l'un des rayonnements qui se retrouvent dans le milieu au-delà de l'orbite basse (comme des ions à masse atomique élevée de grande énergie);
- Il doit permettre de mesurer le rendement de blindage du matériel. Les cibles de rendement de blindage varient selon le type précis de rayonnement utilisé, mais elles doivent au moins déterminer qu'il existe une réduction statistiquement significative de la transmittance du rayonnement.
- L'analyse post-essai doit déterminer si la réduction observée de la transmittance du rayonnement est biologiquement significative, c'est-à-dire que l'analyse doit déterminer si le blindage aura pour effet de réduire significativement la dose cumulée reçue par un membre d'équipage. Les doses dans un équivalent au tissu devraient être calculées. Comme il est actuellement impossible de définir un seuil de dose de rayonnement pour l'exposition cumulative de l'équipage au cours de missions de longue durée au-delà de l'orbite basse, des doses cibles précises ne peuvent pas être établies.
- L'installation d'essai doit être accessible à l'entrepreneur pour la réalisation des essais d'élément ou de maquette durant la période du contrat.

Échéancier pour le NMT

- NMT initial : idéalement 2 ou 3
- NMT visé : 4
- Période pour atteindre le NMT visé : 24 mois

Missions visées

La classe de mission particulière qui pourrait tirer parti directement du matériau ou de la technologie est celle des missions de vol spatial humain qui exigent une exposition prolongée (plus de six mois) à l'environnement au-delà de l'orbite basse. Le matériau peut toutefois avoir des applications dans bien d'autres missions, notamment dans les satellites et la protection des appareils électroniques sensibles aux rayonnements.

Le matériau ou la technologie de blindage contre le rayonnement pourrait servir des façons suivantes :

- système ou vêtement pouvant être porté en vue de protéger l'équipage;
- crème appliquée sur la peau;
- « abri de tempête » déployable qui serait utilisé au cours des tempêtes solaires;

TP13 - Matériaux de blindage contre le rayonnement spatial

- matériau ou technologie pouvant être directement déployé sur le mur intérieur d'un engin spatial.

Produits à livrer

Les produits à livrer définis ici s'ajoutent à ceux de la section A.6 Réunions et produits à livrer prévus au contrat de l'annexe A.

- L'élément ou la maquette assemblé au cours du projet et tous les échantillons de matériaux reçus ou achetés au cours du contrat doivent être livrés à l'ASC au plus tard à la fin du contrat.
- Fiches d'évaluation de la maturité technologique et outil de consolidation.
- Feuille de route technologique.
- Rapport technique qui doit comprendre les résultats détaillés des essais relatifs aux exigences de rendement et aux caractéristiques fonctionnelles ainsi que de l'évaluation de la sécurité de l'équipage.