



**POLYTECHNIQUE
MONTRÉAL**

LE GÉNIE
EN PREMIÈRE CLASSE

Dernière modification: 22 janvier 2021

INF3995: Projet de conception d'un système informatique Hiver2021

Demande de proposition

Système aérien minimal pour exploration

Présenté par :

Samuel Arseneault, chargé de laboratoire
Pierre-Yves Lajoie, chargé de laboratoire
Giovanni Beltrame, professeur

1 Description de la demande

1.1 Aperçu de la demande de proposition

L'approche actuellement privilégiée pour l'exploration planétaire est d'utiliser un robot de grande taille équipé de plusieurs capteurs et instruments. On pense notamment à Curiosity de la NASA sur Mars, ou Chang'E du CNSA. Ces robots sont très limités dans leur capacité de mouvement : même en augmentant leur vitesse d'un facteur 10, ils ne seront pas capables d'explorer plus que quelques dizaines de kilomètres durant une mission.

Une autre option consiste à envoyer plusieurs robots plus simples, qui peuvent couvrir plus de terrain en parallèle afin de trouver les endroits les plus intéressants à explorer. Si nécessaire, ils peuvent ensuite guider un robot plus massif et lent, mais mieux équipé, vers les points d'intérêt.

L'Agence Spatiale veut investir dans une preuve de concept d'exploration avec des robots munis de capteurs minimaux. Elle doit démontrer que l'exploration, la communication et un contrôle à distance des robots sont possibles. Cette preuve de concept doit se matérialiser dans un prototype fonctionnel de NMS 4 (Niveau de maturité de la solution, Solution Readiness Level en anglais).

1.2 Contexte des affaires

L'Agence Spatiale, comme la plupart des organismes du gouvernement, essaie de maximiser l'impact de ses investissements et de stimuler l'industrie. La pression pour réduire les coûts des missions est forte, et l'idée est d'offrir une solution fonctionnelle et innovante pour un coût minimal.

1.3 Description des travaux requis

Un document séparé appelé « Exigences techniques pour la conception d'un système aérien pour exploration » décrit les travaux requis. Les soumissionnaires devront présenter des propositions qui



respectent les exigences techniques décrites dans ce document séparé.

1.4 Remise des livrables

Il y a trois livrables pour ce projet, associés respectivement à trois révisions par l'Agence :

1. Le lundi 8 février 2021 en avant-midi. « Preliminary Design Review ». Remise d'un prototype préliminaire. Son fonctionnement prévu sera à la base de la proposition du soumissionnaire dans sa réponse à l'appel d'offres.
2. Le lundi 8 mars 2021 en avant-midi. « Critical Design Review » Remise d'un système avec fonctionnement partiel tel que décrit dans le document complémentaire « Exigences techniques pour la conception d'un système aérien pour exploration » .
3. Le lundi 12 avril 2021 en avant-midi. « Readiness Review » Le livrable final complet avec toute la fonctionnalité du système tel que décrit dans le même document.

L'ensemble de ce qui doit être livré devra être placé dans un entrepôt Git qui vous est accordé par l'équipe technique du département GIGL. Devra être livré :

1. Tous les fichiers sources du système embarqué utilisé sur les robots correspondant à une conception ou une configuration précise. Au besoin, quelques fichiers produits par les logiciels des langages utilisés peuvent être remis également aux fins de documentation, si jugée nécessaire.
2. Le code source et les fichiers de configuration pour l'application web développée pour le système ainsi que quelques fichiers de documentation. Cette application doit permettre de vérifier et suivre le fonctionnement des opérations du système.
3. Les fichiers de conteneurisation Docker de l'ensemble des éléments et qui permettent de voir le système en fonction en simulation
4. Le rapport technique du projet. Ce rapport documentera le développement du système réalisé.

Une présentation orale devant des membres du personnel enseignant du département GIGL est prévue le 19 avril 2021 en après-midi pour exposer les réalisations du sous-traitant.

1.5 Suivi de projet

L'Agence établira avec le soumissionnaire une période hebdomadaire de réunion pour discuter de l'avancement du projet et durant laquelle le plan de projet fera l'objet de discussion. Un rapport d'avancement des travaux ainsi qu'un plan de projet à jour devront être soumis à l'Agence quelques jours avant la réunion hebdomadaire pour permettre la préparation de cette rencontre.

L'Agence se réserve le droit d'exiger à tout moment une démonstration partielle du fonctionnement du système pour évaluer la progression des travaux de l'entrepreneur en plus des réunions hebdomadaires de suivi de projet.

1.6 Charge de travail

La charge requise en termes d'heures pour la livraison du projet est de 630 heures-personnes¹. Toute proposition dépassant la limite des 630 heures-personnes sera jugée non conforme et sera par conséquent rejetée.

2 Modalités concernant les propositions

Les propositions devront se conformer à des exigences strictes.

2.1 Consortium contractuel

Un consortium est une association de plusieurs partis qui mettent en commun leurs connaissances dans le cas d'une entreprise commune. Il est constitué dans le cadre d'un accord contractuel entre les partis en cause. Les propositions déposées par un consortium contractuel doivent être signées par tous les membres du consortium ou être accompagnées d'une déclaration selon laquelle le signataire représente tous les partis en cause. Ces propositions doivent contenir le nom et l'adresse des membres qui constituent le consortium. Tous les membres du consortium contractuel seront responsables de l'exécution du contrat.

2.2 Budget et proposition d'entente contractuelle

Le prix doit être basé sur un budget ventilé en fonction des lots de travail et des taux suivants :

- développeur-analyste : 130\$/h
- coordonnateur de projet : 145\$/h

Les principes et clauses générales d'une entente contractuelle doivent être fournis. Il faut notamment spécifier quel type de contrat vous préconisez (à terme, fixe, partage de profit) et les clauses qui s'y rattachent. Référez-vous à la mise en contexte d'affaires pour établir cette entente contractuelle.

1. On présume ici que le projet est réalisé par une équipe de 5 personnes dans le cadre du cours INF3995

2.3 Acceptation de clause et des conditions

Le soumissionnaire doit signer sa proposition. Cette signature implique l'acceptation des clauses et l'ensemble des conditions présentes dans cette demande de proposition. Aucune modification ni aucun ajout aux conditions incluses dans la proposition du soumissionnaire ne feront partie du contrat. La proposition du soumissionnaire déposée par un consortium contractuel doit être signée par tous les membres du consortium.

2.4 Exigences en matière d'assurance responsabilité de l'entrepreneur

La couverture d'assurance de Polytechnique Montréal couvre l'entrepreneur lors de la réalisation des travaux à l'intérieur des murs de l'université et l'entrepreneur n'a donc pas à se procurer de couverture d'assurance supplémentaire. Cependant, **il est obligatoire que toute personne à proximité des robots porte des lunettes de sécurité si les hélices sont en mouvement.**

2.5 Les droits de propriété intellectuelle

Selon les lois nationales du Canada, l'autorité contractante a déterminé que le droit de propriété intellectuelle découlant de l'exécution des travaux dans le cadre de ce contrat éventuel sera dévolu à l'entrepreneur. En participant à cette demande de proposition, l'entrepreneur consent toutefois à céder une licence non exclusive d'utilisation des résultats du projet pour des fins d'enseignement et de formation au département de génie informatique et génie logiciel de Polytechnique Montréal.

2.6 Rendement du soumissionnaire

L'Agence peut rejeter une soumission dans l'un ou l'autre des cas suivants :

- Si la charge de travail ne respecte pas 630 heures-personnes.
- Le soumissionnaire ou l'un des employés est reconnu coupable en vertu de l'article 8 de la section Règlements des études du baccalauréat en ingénierie pour l'année 2020-2021 de Polytechnique Montréal

2.7 Soumission des propositions

Date de remise des copies (format PDF électronique) : le lundi 15 février 2021 avant 12h45.

Responsable du projet :

Giovanni Beltrame, ing., PhD
Représentant, Agence Spatiale
Courrier électronique : giovanni.beltrame@polymtl.ca
Téléphone : 514-340-4711, poste 2370
Bureau M-4109, Pavillon Mackay-Lassonde
2900 boul. Édouard-Montpetit
2500, chemin de Polytechnique
Montréal, QC H3C 3A7

2.8 Communication relative à l'invitation à soumissionner

Les questions et demandes de précisions concernant l'appel d'offres doivent être adressées aux autorités par courrier électronique. Si des informations pertinentes doivent être fournies par le demandeur, elles seront communiquées sur le site web principal du cours INF3995 ou par courriel à tous les intéressés.

2.9 Droit des requérants

L'Agence se réserve le droit de :

1. Rejeter la totalité d'une proposition, pour retard à soumettre ou non-conformité aux exigences de l'appel d'offres.
2. Rejeter une partie d'une proposition et demander des précisions sur ce qui apparaît non conforme ou manquant.
3. Accepter plus d'une proposition pour favoriser le développement de plus d'une solution.
4. Soumettre de nouveaux appels d'offres pour le même projet dans le futur.

2.10 Examen de la capacité du soumissionnaire

Pendant la période de l'évaluation des propositions, l'Agence se réserve le droit d'examiner les capacités techniques du soumissionnaire pour la réalisation du travail décrit dans la proposition.

2.11 Revue de la charge de travail

L'Agence pourrait demander une justification de la charge de travail proposée. Elle se réserve le droit d'exiger une réévaluation de la charge de travail.

2.12 Format et contenu

Voir Annexe B – Préparation des propositions

3 Évaluation des propositions

3.1 Critères d'évaluation

Voir Annexe C – Critères d'évaluation des propositions

3.2 Sélection des propositions

L'Agence contactera chaque groupe ayant soumis une proposition pour discuter et pour étudier la possibilité d'une négociation contractuelle.

Annexe A – Énoncé des travaux

Les travaux à réaliser sont décrits dans un document séparé décrivant les exigences du système. Le document se nomme « Exigences techniques pour la conception d'un système aérien minimal pour exploration ».

Annexe B – Préparation des propositions

Les soumissionnaires doivent présenter leurs propositions en deux parties, une proposition technique et de gestion et une proposition de la charge de travail.

Proposition technique et de gestion

La proposition technique doit obligatoirement reprendre, sans s'y limiter, les exigences qualifiées d'obligatoires et qui sont énumérées dans la demande. La proposition sera jugée par la qualité de la solution avancée. Il ne suffit pas de répéter les exigences décrites dans la proposition des travaux. Par cette proposition, le soumissionnaire doit démontrer et expliquer comment il envisage de satisfaire les exigences et de quelle façon il abordera les travaux à effectuer.

Plan de développement

Le soumissionnaire doit fournir un organigramme technique décrivant les lots de travail prévus (cahier de charge) et une estimation de l'effort pour chacun. Un plan de projet comportant les livrables, leurs dépendances, les phases et itérations s'il y a lieu, et un échéancier doit être fourni sous la forme d'un graphique.

Il y aura 3 révisions du projet, selon les standard de l'Agence :

- Preliminary Design Review : il est nécessaire de montrer que le plan de projet est complet et un prototype minimal
- Critical Design Review : la conception détaillée du système doit être complétée, avec toutes les fonctionnalités
- Readiness Review : présentation finale du projet complet

Le plan de projet doit contenir 2, 3 ou 4 livrables maximum, excluant le prototype (le premier livrable). À chaque livrable du plan de projet, une version doit marquer la fin du livrable pour faciliter la mesure (en pourcentage) de l'avancement du projet. Deux de ces livrables doivent correspondre aux deux derniers livrables demandés par le promoteur dans le présent appel d'offres. Il est donc possible d'avoir aucun, un ou deux autres livrables internes à l'équipe si l'entrepreneur le désire. Toutefois, on évitera un travail planifié à la semaine, l'expérience ayant montré qu'il a peu de chance d'être respecté dans un contexte d'une session universitaire.

Annexe C – Critères d'évaluation des propositions

Principe directeur

La réponse à l'appel d'offres est un travail de planification qui demande de faire le lien entre trois axes principaux : le produit à concevoir lui-même, les logiciels à produire ainsi que la gestion de projet.

Il y a de bonnes chances que le plan proposé ne soit pas exactement celui qui sera exécuté. La correction n'est pas basée sur la capacité à prévoir tous les problèmes, mais plutôt sur l'habileté à faire un bon travail de planification et à séparer les problèmes anticipés des aspects connus.

Un document entre 18 et 20 pages maximum est attendu. Ce nombre donne une idée du niveau de détails attendu (voir le gabarit à utiliser pour répondre à l'appel d'offres)

Critères spécifiques de correction :

1. Pouvoir démontrer une bonne compréhension de la réalisation technique du projet.
2. Capacité à suggérer une solution technique appropriée :
 - (a) Solution logicielle du code C (architecture) embarqué
 - (b) Solution logicielle (architecture) du système opérateur
 - (c) Considérations logicielles de l'application de contrôle
3. Bonne évaluation des lots de travail et des tâches :
 - (a) Une répartition équilibrée entre les membres de l'équipe et dans le temps.
 - (b) Identification des dépendances entre les tâches et l'impact sur le chemin critique.
 - (c) Avoir des lots de travail de taille convenable pour faciliter la mesure de la progression.
4. Mesures de contrôle de l'avancement (critères et approbations). Une bonne approche sur ce point facilite la rédaction des rapports d'avancement durant l'exécution du projet.
5. Biens livrables clairs.
6. Organisation d'équipe avec rôles bien identifiés.
7. Quelques tests pour évaluer la progression, surtout pour les interfaces de tout type dans le système.
8. Bases de l'entente contractuelle cohérentes avec le contexte commercial et bien justifiées.
9. Capacité à convaincre le demandeur d'accorder le contrat au consortium.
10. Le document est complété selon les instructions, dans un bon français et des idées exprimées clairement.