



Annexe 5 : Cas pratique exemple de cahier des charges

Développement logiciel embarqué de couches de bas niveau pour protocoles de communications sans fil critiques

Date :		Révision :		
N / Réf. :		V/ Ref. :		
	Nom	Fonction	Date	Signature
Rédacteur(s)		Chef de laboratoire		
Vérificateur(s)		Chef de service		
Approbateur(s)		Chef de département		
Sécurité		Correspondant Sécurité LETI		
Liste de diffusion	Service achat (CEA-Grenoble)			



1 Objet

Les objectifs de la prestation sont de développer et de valider des fonctionnalités avancées de protocole de communications sans fil sur des plateformes de développement IoT à base d'ARM Cortex M4 et de radio commerciale, et de mener des tests de validation en laboratoire.

2 Définition de la prestation

La prestation concernera le développement et le test de fonctionnalités d'accès au canal (MAC) et routage (couche 3), intégrant la fonction de radio localisation dans un réseau IoT critique. Les développements s'effectueront principalement en langage C, dans un environnement Linux, à l'aide d'outils de cross-compilation et de debug de type GCC/GDB. Afin de valider le respect des contraintes de latence et de performance énergétique, un environnement de test spécifique sera mis en place. Le développement de ces tests s'effectuera dans un environnement Linux avec un langage interprété (python).

La prestation proposée est composée de trois tâches dont 2 en tranche ferme et 1 en tranche optionnelle.

- Tâche 1 : Développement de fonctionnalités de protocole d'accès au canal (MAC) pour un réseau de communications sans fils critiques d'objets synchronisés – 6 mois
 - o Identification des fonctions, procédures et primitives MAC à implémenter.
 - o Développement de fonctionnalités protocolaires (couche MAC) de communications critiques,
 - o Développement des tests unitaires et d'intégration associés
 - o Développement des tests systèmes
 - o Validation des développements sur banc de test
 - o Documentation
- Tâche 2 : développement et validation de fonctionnalités protocolaires avancées – 12 mois
 - o Identification des fonctions, procédures et primitives associées aux couches MAC et routage à implémenter, notamment pour permettre l'établissement et le maintien du réseau sous contrainte énergétiques fortes.
 - o Développement de fonctionnalités protocolaires associées aux couches MAC et routage
 - o Mise au point et mesure des performances temps-réel
 - o Développement des tests unitaires associés
 - o Développement des tests systèmes associés
 - o Validation des développements sur banc de test système

- Documentation
- Tâche 3 (OPTION) : Participation à des campagnes de tests – 6 mois
 - Participation à la rédaction du plan de test des campagnes envisagées
 - Développement d'outils et de fonctions logicielles nécessaires au déploiement et à la collecte de données
 - Déploiement et mise en œuvre des tests, conformément au plan de test
 - Traitement et analyse des données au moyen de routines Python
 - Amélioration des développements réalisés dans les tâches 1 et 2
 - Documentation

3 Planning prévisionnel

Tâche 1 (début : T0 ; fin : T0+6 mois)

- Développement de fonctionnalités de protocole d'accès au canal (MAC) pour un réseau de communications sans fils critiques d'objets synchronisés.
- Livrable associé :
 - Dossier de conception du protocole de MAC de déploiement (code C)
 - Documentation du logiciel développé (document word)

Tâche 2 : (début : T0 + 6; fin : T0+18 mois)

- Développement et validation de fonctionnalités protocolaires avancées et validation de fonctionnalités protocolaires avancées
- Livrable associé :
 - Dossier de conception du protocole de MAC avancé et protocole de routage déploiement (code C)
 - Documentation du logiciel développé (document word).

Tâche 3 : (début : T0 + 18 ; fin : T0+24 mois) ; tâche OPTIONNELLE

- Participation à des campagnes de tests
- Livrable associé :
 - Plan de test et rapport de performances à l'issue des campagnes de mesures réalisées (code python, code C).
 - Documentation du logiciel développé (document word).

La documentation du logiciel développée sera faite en français, sur spécification préalable du CEA au démarrage du projet.

Démarrage souhaité de la prestation : 15 avril 2022

4 Compétences requises

La mission requiert des compétences dans le développement de logiciel embarqué temps réel sur des plateformes limitées en ressources matérielles et en énergie (typiquement à base de microcontrôleur et alimentées par batterie).

Les développements s'effectueront en langage C, dans un environnement Linux, à l'aide d'outils de cross-compilation et de debug de type GCC/GDB.

Les actions concernées par les prestations requièrent entre autres les compétences suivantes :

- Excellentes connaissances en systèmes de communication sans fil et en protocoles réseau (couche 2 et 3) pour applications critiques permettant une qualité de service élevée (latence et fiabilité).
- bonne maîtrise des aspects liés à la mise au point d'un système embarqué à base de microcontrôleur ARM cortex-M: modes de programmation, procédure de boot (sans OS), périphériques (Ethernet, USB, SPI, GPIO, UART...), instrumentation de laboratoire associée ;
- maîtrise en développement logiciel de bas niveau pour l'intégration de circuits radio sur une plateforme basée sur un microcontrôleur STM32 ou assimilé
- culture orientée test logiciel, expérience de tests logiciel et intégration continue pour des applications robustes ;
- connaissance souhaitée en langages de script (Shell, Python, ...) afin de faciliter l'automatisation des tests et l'analyse des résultats ;

Mots Clefs : Logiciel Embarqué, langage C, Microcontrôleur (ARM Cortex-M), protocoles de communication Radio, méthodologie de test, gestion de version, intégration continue.

Une expérience significative en logiciel embarqué pour protocoles de communications sans fil avec une connaissance des environnements de développement sous linux est nécessaire et de développement en environnement continu.

5 Conditions d'exécution des prestations

5.1 Mise à disposition de locaux et équipements

La prestation sera effectuée sur le site du CEA Grenoble.

Les modalités de mise à disposition des locaux sont décrites dans le document « PROJET DE MARCHE » joint au dossier de consultation.

5.2 Moyens techniques d'exécution - Mise à disposition de fichiers ou programmes informatiques

Dans le cadre des Prestations confiées au Prestataire et pour leur bonne exécution, le CEA peut mettre à la disposition du Prestataire des fichiers informatiques de données, des programmes informatiques, sous quelque forme que ce soit (codes sources, codes objets, codes exécutables).

Il est de convention expresse que le CEA est et reste propriétaire des ensembles mis à la disposition du Prestataire. Les données contenues dans ces fichiers ou programmes ne peuvent être exploitées par le Prestataire que pour les besoins des Prestations qui lui sont confiées. Toute autre diffusion ou exploitation, sous quelque forme que ce soit, lui est interdite. De même, il lui est interdit d'effectuer des copies de ces fichiers ou programmes.

En conséquence, le Prestataire doit s'obliger à prendre toutes mesures tendant à assurer le secret le plus absolu sur les données communiquées. Il ne peut communiquer les éléments relatifs à celles-ci qu'aux membres de son personnel appelés à travailler pour exécuter les Prestations considérées. A l'issue des Prestations, le Prestataire doit restituer sans délais les fichiers ou programmes au CEA et n'en conserver aucune trace.

Les modalités de mise à disposition des fichiers informatiques sont décrites dans le document « PROJET DE MARCHE » joint au dossier de consultation.

5.3 Suivi

Le suivi de l'avancement des prestations sera réalisé uniquement entre le chef de laboratoire et/ou le responsable projet du CEA et le responsable identifié par le prestataire.

La fréquence sera tous les mois et/ou à chaque livraison de livrable comme spécifié dans la description des tâches.

Ces réunions s'accompagnent de remise de comptes rendus d'activités en se basant sur les livrables. En cas de problème technique, des réunions « projet » pourront être organisées entre les responsables techniques CEA et le prestataire.

Toutes ces activités de suivi (réunions et comptes rendus) sont comprises dans le prix indiqué dans l'offre financière.

5.4 Confidentialité

Les obligations en matière de secret et de confidentialité sont régies par les articles 11 et 12 des Conditions Générales d'Achat (CGA) applicables aux marchés passés par le CEA.

Le prestataire doit préciser quelles sont les informations confidentielles contenues dans son offre. Il précise l'usage qui peut en être fait, la durée de l'obligation de confidentialité, les personnes tenues au secret et les personnes auxquelles l'information ne doit pas être transmise

6 Garanties

Sous réserve de leur acceptation par le CEA, le prestataire explicitera les conditions de garanties de sa prestation.

7 Sécurité

Les règles de sécurité applicables aux entreprises extérieures sont définies dans le document EQ/CS 23-10 indice A, qui est joint au présent cahier des charges.

L'attention du prestataire est attirée sur l'importance d'examiner attentivement ce document, afin de pouvoir répondre point par point à ces règles et s'y conformer dans le cadre du Marché.

Dans sa réponse à l'appel d'offres, le prestataire donnera au CEA les éléments permettant de s'assurer que les exigences en matière de sécurité, définies notamment dans le document EQ CS23-10 indice A, sont bien comprises et appliquées.

Les éléments mentionnés ci-dessous, dans la partie sécurité du cahier des charges ne se substituent pas aux règles définies dans le document EQ/CS 23-10 indice A, qui font référence.

7.1. Dispositions générales

Voir le document **EQ/CS 23-10 indice A**

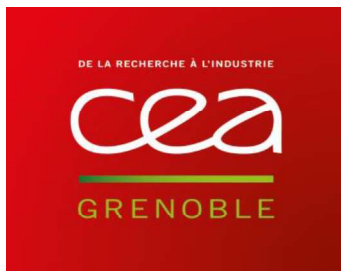
Le PRESTATAIRE conserve l'entière responsabilité des personnels qu'il emploie. Il est donc de sa responsabilité d'appliquer et de faire appliquer les règles de sécurité en vigueur au CEA-Grenoble.

Un Plan de Prévention (ref. page 4 document EC/CS 23-10) sera conjointement établi, entre le CEA, le Prestataire et ses sous-traitants éventuels, préalablement au démarrage du contrat, et à l'issue de la « visite d'inspection commune ».

L'analyse des risques et le plan de prévention seront mis à jour en cas de travaux non définis dans le plan de prévention initial (activités, lieux, changements des risques d'interférence ou de coactivité etc...).

Le personnel du PRESTATAIRE devra assister aux réunions d'accueil sécurité des nouveaux arrivants d'entreprises extérieures (ref. page 2 document EC/CS 23-10).

Certains personnels volontaires du PRESTATAIRE pourront, si besoin, faire partie de l'Equipe Locale de Premier secours (ELPS), mise en place dans les bâtiments concernés par le Marché. En cas d'incident ou accident et sur appel de la Formation Locale de Sécurité (FLS), ces personnes se mettent à disposition du directeur des secours et effectuent un certain nombre de tâches prédéfinies dans la circulaire de sécurité n° 47 du CEA-Grenoble (mise en sécurité des expériences, interdiction d'accès aux locaux, aide aux victimes, aide au regroupement et au recensement des salariés). La formation associée à cette tâche est prise en charge par le CEA-Grenoble.



7.2. Dispositions particulières (réf. pages 5-6-7 et 8 document EQ/CS 23-10)

Le prestataire est responsable de la formation et de la qualification de son personnel (ref. page 8 document EQ/CS 23-10)

Produits chimiques :

Toute introduction de produits chimiques par le prestataire est soumise à l'accord préalable du Chef d'installation et de l'ingénieur sécurité d'Installation, avec à minima la fourniture au CEA de la Fiche de Données de Sécurité des produits concernés, et leurs quantités.

Risque électrique : Le personnel du prestataire doit être formé, habilité et désigné par son employeur. Le travail sous tension et au voisinage de la tension est interdit (ref. page 6 document EC/CS 23-10).

Un état des formations et habilitations du personnel affecté au Marché sera communiqué en début de contrat, cet état sera nominatif (ref. pages 7 et 8 document EC/CS 23-10).

Les attestations des différentes formations et habilitations seront présentées par le prestataire à toute demande du CEA, lors de l'établissement du plan de prévention, et avant tout changement de personnel.

L'attention du prestataire est attirée sur sa responsabilité de fournir l'ensemble des matériels nécessaires à l'exécution du Marché, y compris les équipements de protection individuelle.