CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES

MARCHÉ PUBLIC DE FOURNITURES COURANTES ET DE SERVICES

Marché 907 26 91 –Assemblage de composants spécifiques sur cartes électroniques radiofréquence

---

Université de Limoges
http://www.unilim.fr
Pôle de la commande publique
33 rue François Mitterrand
87032 LIMOGES

Table des matières

1. Contexte 3
2. Description et modalités d'exécution du marché 3
3. Caractéristiques techniques des composants et exigences particulières de report 4
3.1 Circuit intégré de formation de faisceau BFICX 4
3.2 Composant de division de puissance KNOWLES 4
3.3 Autres composants et approvisionnement 5
4. Exigence relative au contrôle qualité et à la traçabilité 5
5. Expérience et compétences techniques requises 5
6. Exigences relatives au système qualité et aux certifications 6
6.1 Modalité d'exécution 6
6.1.1 Planning de réalisation 6
6.1.2 Délais d'exécution 7
6.1.3 Lieu de livraison 8
6.1.4 Prestations inclus 8
7. Contrôle et réception des livraison 8
7.1 Contrôle et Teste des deux prototypes 8
7.2 Contrôle et Test des 18 circuits assemblés du Démonstrateur actif 9
8. Modalité de paiement 9
8.1 Echéancier de paiement 9
8.2 Avance 10
9. Pénalité 10
9.1 Retard de livraison ou d'exécution 10
9.2 En cas non-conformité des 18 circuits après validation des deux prototypes 10
9.3 En cas de non-respect de la charte de confidentialité 11
10. Confidentialité 11

1. Contexte

Le laboratoire XLIM travaille actuellement à l'intégration d'un réseau phasé destiné à des applications de formation de faisceaux (beamforming). Dans ce cadre, un panneau rayonnant ainsi que des circuits intégrés dédiés à la formation de faisceaux ont été conçus et définis afin de répondre à un ensemble de performances électromagnétiques préalablement établies.

Avant de procéder à l'intégration du démonstrateur, une étape préalable d'assemblage de l'ensemble des composants sur les circuits imprimés (PCB) est nécessaire. Cette opération devra tenir compte de certaines contraintes techniques spécifiques, notamment de la présence de composants principaux présentant des empreintes particulières. Par ailleurs, au moins l'un de ces composants ayant été développé spécifiquement dans le cadre du projet, sa mise en œuvre nécessitera une attention particulière et une validation conjointe avec le laboratoire XLIM des différentes étapes du processus de fabrication et d'assemblage.
Le titulaire devra transmette les profils de passage en four à refusion afin que le laboratoire XLIM puisse le valider le processus.

S'agissant d'un projet d'innovation, les fichiers de conception (Gerber et CAO 3D), ainsi que la nomenclature détaillée des composants (BOM), ne pourront être communiqués qu'après signature de l'accord de confidentialité joint au présent dossier.

2. Description et modalités d'exécution du marché

La prestation porte sur le report et l'assemblage d'un ensemble de composants électroniques sur un circuit imprimé multicouche, dont les dimensions sont de 394,85 mm × 341,49 mm (cf. annexe 1).

Le circuit imprimé comporte des bords techniques, tels qu'illustrés sur la figure 1, qui devront être pris en compte dans la définition et la mise en œuvre du processus d'assemblage.

La prestation concerne **20 circuits imprimés pour démonstrateur actifs**. Il est précisé que l'ensemble des composants électroniques doit être reporté exclusivement sur la face arrière des circuits imprimés. Aucun composant n'est à implanter sur la face supérieure.

La prestation inclus aussi **3 circuits imprimés pour démonstrateur passif** de tests, de caractéristiques proches du Démonstrateur actif, mais avec des fonctionnalités de tests qui permettront au laboratoire d'évaluer les performances de l'ensemble des circuits assemblés. Il est précisé que l'ensemble des composants électroniques doit être reporté exclusivement sur la face arrière des circuits imprimés. Aucun composant n'est à implanter sur la face supérieure.

L'ensemble des composants à reporter sur les différents circuits actifs ou passif (montés en surface), sera fourni sous la forme de BoM (bills of materials) et les composants devront être approvisionnés par le prestataire, à l'exception du composant BFICX (transmis par XLIM).
Toute substitution d'une référence devra faire l'objet d'une demande d'accord écrite, et ne s'entend qu'à la marge, sur un composant jugé non critique.
L'ensemble des composants devant être approvisionnés sera communiqué dès validation de la charte de confidentialité.

3. Caractéristiques techniques des composants et exigences particulières de report

3.1 Circuit intégré de formation de faisceau BFICX

La prestation comprend le report d'un circuit intégré spécifique de formation de faisceau, désigné BFICX, développé dans le cadre du projet et non commercialisé. Ce composant sera fourni par le laboratoire XLIM.

Les caractéristiques techniques et les informations nécessaires à son assemblage seront communiquées au prestataire après signature de l'accord de confidentialité.

Ce circuit intégré présente notamment une forte densité de connexions sous son boîtier, nécessitant une maîtrise particulière des procédés de report et de brasage. À titre indicatif, des composants commerciaux présentant des caractéristiques technologiques comparables sont les références AWMF-0197 et AWMF-0198 de la société Qorvo, ainsi que l'ADAR1000 de la société Analog Devices.

Le nombre de composants à reporter est de 64 BFICX par circuit imprimé des démonstrateurs actifs, soit un total de 1 280 composants pour les 20 circuits imprimés.

Le prestataire devra impérativement démontrer sa capacité technique à assurer le report de ce composant, notamment au regard de sa densité de connexions et des contraintes spécifiques liées à son boîtier. Il devra préciser les moyens techniques, les procédés d'assemblage et les méthodes de contrôle envisagés pour garantir la qualité et la fiabilité des connexions réalisées.

Des questions techniques complémentaires relatives à ce composant pourront être soumises au laboratoire XLIM via la plateforme de dématérialisation des marchés publics, afin de permettre aux candidats de disposer des informations nécessaires à l'établissement de leur offre. Les informations techniques complémentaires et les documents associés seront communiqués dans le respect des dispositions de l'accord de confidentialité.

La capacité du prestataire à réaliser le report du composant BFICX constitue une exigence essentielle et conditionne la réalisation de l'ensemble de la prestation. Le candidat devra apporter une réponse explicite et argumentée sur ce point.

3.2 Composant de division de puissance KNOWLES

La prestation comprend également le report d'un composant de la société KNOWLES, de référence PDW05758.

Contrairement au composant BFICX, ce composant devra être approvisionné directement par le prestataire. Le candidat devra donc confirmer explicitement, dans son offre, sa capacité à assurer son approvisionnement ainsi que son report sur le circuit imprimé.

Le prestataire devra notamment préciser :

- Sa capacité à approvisionner la référence exacte PDW05758 ;
- Les délais d'approvisionnement prévisionnels ;
- Les éventuelles contraintes ou difficultés identifiées concernant sa disponibilité ;
- Sa capacité à garantir la traçabilité du composant approvisionné.

Toute difficulté d'approvisionnement devra être signalée dès la remise de l'offre.

La capacité à approvisionner et à reporter le composant KNOWLES PDW05758 constitue également une exigence essentielle et conditionne la réalisation de l'ensemble de la prestation.

3.3 Autres composants et approvisionnement

L'ensemble des autres composants électroniques à monter en surface sur les circuits imprimés sera identifié dans une nomenclature détaillée (BOM – Bill of Materials), communiquée au prestataire **après signature de l'accord de confidentialité.**

À l'exception du circuit intégré BFICX, fourni par le laboratoire XLIM, l'approvisionnement de l'ensemble des composants nécessaires à la réalisation de la prestation incombera au prestataire.

Le prestataire devra garantir la conformité des composants approvisionnés aux références et caractéristiques spécifiées dans la nomenclature.

Toute proposition de substitution d'une référence devra faire l'objet d'une demande préalable et d'un accord écrit du laboratoire XLIM. Ces substitutions ne pourront être envisagées qu'à titre exceptionnel et uniquement pour des composants considérés comme non critiques pour le fonctionnement du dispositif.

Aucune substitution ne pourra être effectuée sans validation écrite préalable du laboratoire, même en cas de difficulté d'approvisionnement ou d'indisponibilité d'une référence.

Le prestataire devra assurer la traçabilité des composants approvisionnés et fournir, sur demande du laboratoire, les justificatifs correspondants (références fabricants, certificats de conformité, attestations d'origine ou tout document permettant de garantir leur authenticité et leur conformité).

4. Exigence relative au contrôle qualité et à la traçabilité

Compte tenu des enjeux techniques du projet, le prestataire devra décrire de manière détaillée l’ensemble de la procédure qualité mise en œuvre tout au long du processus de report et d’assemblage des composants.

Cette description devra notamment préciser :

- Les différentes étapes du processus de fabrication et d’assemblage ;
- Les moyens de contrôle et de vérification mis en œuvre à chaque étape ;
- Les méthodes de contrôle spécifiques aux composants présentant des empreintes particulières ;
- Les critères d’acceptation et de conformité retenus ;
- Les modalités de traçabilité des composants et des opérations réalisées ;
- Les procédures de traitement des éventuelles non-conformités.

Le prestataire devra également identifier l’ensemble des livrables associés à sa prestation (rapports de contrôle, fiches de suivi, comptes rendus d’inspection, certificats de conformité, notices ou tout autre document pertinent), et préciser les modalités de mise à disposition de ces éléments au laboratoire XLIM.

5. Expérience et compétences techniques requises

Compte tenu de la criticité de cette prestation pour le projet, le prestataire devra justifier d'une expérience significative dans le report et l'assemblage de composants dédiés aux applications radiofréquences et hyperfréquences.

Une expérience antérieure dans l'assemblage de composants fonctionnant à des fréquences supérieures à 8 GHz est notamment exigée. Une expérience spécifique concernant le report de circuits intégrés dédiés à la formation de faisceaux (beamforming) constituera un élément particulièrement important dans l'évaluation de la candidature.

Le prestataire devra présenter des références de réalisations antérieures comparables, en précisant, dans la mesure du possible, la nature des composants assemblés, les technologies mises en œuvre et les domaines de fréquences concernés.

6. Exigences relatives au système qualité et aux certifications

Le prestataire devra fournir l'ensemble des certificats et justificatifs attestant de son système de management de la qualité et de ses compétences en matière de maîtrise des processus de fabrication.

Il devra notamment préciser son niveau de conformité et sa capacité à répondre aux exigences des référentiels suivants :

- ISO 9001 : système de management de la qualité ;
- ISO 14001 : système de management environnemental ;
- AQAP 2110 : exigences OTAN en matière d'assurance qualité pour la conception, le développement et la production ;
- EN 9100 / AS 9100 / JISQ 9100 : exigences relatives aux systèmes de management de la qualité dans les secteurs aéronautique, spatial et de la défense.

Le prestataire devra fournir les certificats correspondants, en précisant leur domaine d'application et leur période de validité.

6.1 Modalité d'exécution

6.1.1 Planning de réalisation

La prestation devra être organisée selon les principales étapes successives suivantes :

Tranche ferme – Approvisionnement et préparation

- Approvisionnement des composants nécessaires à la réalisation des circuits pour les démonstrateurs actifs de la prestation, notamment les 1 280 composants KNOWLES de référence PDW05758 (soit 64 composants par circuit imprimé).
- Approvisionnement des composants nécessaires pour la réalisation des circuits de démonstrateurs passifs.
- L'ensemble des composants devant être approvisionnés sera communiqué dès validation de la charte de confidentialité.
- Réception et vérification des composants approvisionnés par le prestataire.
- Mise à disposition par le laboratoire XLIM des circuits intégrés de formation de faisceau BFICX nécessaires à l'assemblage pour les circuits de démonstrateurs actifs.

Tranche optionnelle 1 – Réalisation des deux prototypes des circuits de démonstrateurs actifs et des trois circuits des démonstrateurs passifs

La tranche optionnelle n° 1 sera activée à l'issue de la réalisation de la tranche ferme.

- Assemblage et report des composants sur les deux premiers circuits imprimés de démonstrateurs actifs.
- Réalisation des contrôles qualité et des vérifications de conformité par le prestataire.
- Livraison des deux premiers circuits de démonstrateurs actifs au laboratoire XLIM.
- Assemblage et report des composants sur les 3 circuits des démonstrateurs passifs
- Réalisation des contrôles et essais fonctionnels par le laboratoire XLIM.
- Livraison des 3 circuits passifs
- Validation des prototypes et autorisation écrite de poursuivre la prestation de la tranche optionnelle n°2

Tranche optionnelle 2 – Production du lot restant des circuits des démonstrateurs actif

La tranche optionnelle n° 2 sera activée à l'issue de la réalisation de la tranche optionnelle n°1.

- Assemblage des 18 circuits imprimés des démonstrateur actifs restants.
- Réalisation des contrôles qualité et des vérifications de conformité par le prestataire.
- Livraison des 18 circuits imprimés au laboratoire XLIM.
- Contrôle et réception final.

6.1.2 Délais d'exécution

La date de livraison finale devra impérativement être fixée au plus tard au 15 février 2027.

Le candidat devra proposer un planning détaillé permettant de respecter impérativement cette échéance.

Ce planning devra faire apparaître, pour chacune des étapes de la prestation :

Tranche	Etapes de la prestation	Date de livraison
Ferme	Approvisionnement des composants	
Ferme	Réception et contrôle des composants	
Ferme	Mise à disposition des BFICX par XLIM au titulaire	
Optionnelle 1	Assemblage des 2 premiers prototypes démonstrateurs actifs	
Optionnelle 1	Livraison des deux prototypes démonstrateurs actifs	
Optionnelle 1	Essais et validation par XLIM (5 à 10 jours)	
Optionnelle 1	Assemblage Trois circuits démonstrateurs passifs	
Optionnelle 1	Livraison des trois circuits démonstrateurs passifs	
Optionnelle 1	Contrôles et réception xlim de l'ensemble des circuits	

Optionnelle 2	Assemblage des 18 circuits Actif restants	
Optionnelle 2	Livraison des 18 circuits démonstrateurs actifs	
Optionnelle 2	Essais et validation par XLIM (5 à 10 jours)	
Optionnelle 2	Contrôles et réception des 18 circuits démonstrateurs actifs	

Les éventuelles marges de sécurité prévues pour anticiper les difficultés d'approvisionnement ou les aléas de fabrication devront apparaître.

Le candidat devra notamment démontrer que son organisation permet de réaliser la production des 18 circuits imprimés restants des démonstrateurs actifs, après validation des deux premiers prototypes, tout en respectant la date limite de livraison finale.

Le planning proposé devra également identifier les éventuelles étapes critiques susceptibles d'avoir une incidence sur le respect des délais contractuels.

6.1.3 Lieu de livraison

Les fournitures seront livrées à l'adresse suivante :

Laboratoire XLIM SRF
123 Avenue Albert Thomas
87060 Limoges

6.1.4 Prestations inclus

Les prestations suivantes seront incluses dans la proposition du candidat

- Fabrication
- Test
- Transport
- Assurance transport

7. Contrôle et réception des livraison

7.1 Contrôle et Teste des deux prototypes

À l'issue de la première phase d'assemblage de la tranche optionnelle 1 le titulaire procédera à la livraison des 2 circuits imprimés au laboratoire XLIM.
À réception des circuits, le laboratoire XLIM disposera d'une période de 5 à 10 jours pour réaliser les essais et vérifications nécessaires à l'évaluation de leur fonctionnalité et de leur intégration dans le système.

À l'issue de cette période, le laboratoire XLIM communiquera au titulaire sa décision concernant la poursuite de la prestation.

La poursuite de l'assemblage du des tranches optionnelle 1 et 2 sera conditionnée à l'accord écrit préalable du laboratoire XLIM.

En cas de défaillance majeure identifiée lors des essais, le laboratoire pourra demander la suspension ou l'arrêt définitif de la prestation,

Le Démonstrateur passif est à réaliser en intégralité, quelle que soit l'issue des essais sur le Démonstrateur actif.

7.2 Contrôle et Test des 18 circuits assemblés du Démonstrateur actif

Après validation de la tranche optionnelle 1 par le laboratoire XLIM et réception de son accord écrit, le titulaire pourra procéder à l'assemblage des circuits imprimés restants, soit 18 selon le nombre de circuits assemblés lors de la tranche optionnelle 1.

À l'issue de l'assemblage, le titulaire devra réaliser les contrôles qualité prévus dans son processus de fabrication et fournir l'ensemble des documents justificatifs associés.

La livraison finale fera l'objet d'une vérification par le laboratoire XLIM portant notamment sur :

- La capacité des circuits assemblés à reproduire un fonctionnement similaire entre eux ;
- La capacité des circuits assemblés à pouvoir communiquer avec l'interface de pilotage prévue pour les tests et la mise en œuvre de la démonstration ;

En cas de problèmes identifiés, il est précisé ici que le laboratoire définira des tests complémentaires afin de vérifier l'origine du problème. Le titulaire du marché devra accepter des échanges d'informations avec le laboratoire si elles sont de son ressort, afin de mener ces investigations.

Le laboratoire XLIM procédera ensuite aux vérifications et essais fonctionnels nécessaires à la validation du lot livré.

La réception définitive de la prestation sera prononcée après vérification de la conformité des circuits imprimés aux exigences du présent cahier des charges et remise de l'ensemble des livrables attendus.

Toute non-conformité constatée devra être signalée au titulaire et faire l'objet d'une analyse, d'une proposition d'action corrective et, le cas échéant, d'une remise en conformité selon des modalités convenues avec le laboratoire XLIM.

8. Modalité de paiement

8.1 Echéancier de paiement

Le règlement de la prestation sera effectué selon un échéancier lié aux principales étapes de réalisation du marché, afin de tenir compte de l'avancement effectif des opérations.

Les paiements seront répartis selon les étapes suivantes :

Tranche ferme – **Approvisionnement des composants** : paiement correspondant aux achats de composants nécessaires à la réalisation de la prestation, après justification de leur approvisionnement et de leur réception par le titulaire.

Tranche optionnelle 1 – **Réalisation et livraison du prototype et des trois circuits du démonstrateur passif** : paiement correspondant à la réalisation et à la livraison du premier lot de validation du Démonstrateur actif après réception des pièces par le laboratoire XLIM.

Tranche optionnelle 2 – **Livraison finale des circuits du démonstrateur actif** : paiement du solde correspondant à l'assemblage et à la livraison de l'ensemble des circuits imprimés restants, après vérification de leur conformité aux exigences du présent cahier des charges.

Les montants associés à chacune des tranches devront être précisés dans l'offre financière du candidat.

Les sommes dues au titulaire seront réglées dans un délai global de 30 jours à compter de la date de réception de la demande de paiement, sous réserve de la constatation du service fait et de la conformité des prestations réalisées.

8.2 Avance

Une avance pourra être accordée au titulaire dans les conditions prévues par la réglementation applicable aux marchés publics.

Le montant de cette avance pourra être de **20 %** du montant initial du marché,
Le candidat devra préciser dans son offre s'il sollicite le bénéfice d'une avance.

9. Pénalité

9.1 Retard de livraison ou d'exécution

En cas de non-respect des délais contractuels de réalisation ou de livraison, lorsque ce retard est imputable au titulaire, des pénalités de retard pourront être appliquées.

Le montant de ces pénalités est fixé à 1 % du montant global du marché par jour calendaire de retard, dans la limite d'un plafond de 10 % du montant global du marché.

9.2 En cas non-conformité des 18 circuits après validation des deux prototypes

En cas de non-conformité constatée sur tout ou partie des 18 circuits imprimés livrés suite à la validation des prototypes,

Le titulaire devra alors procéder, à ses frais, à une analyse des causes et proposer un plan d'actions correctives précisant les modalités et délais de remise en conformité.

Les opérations de reprise, de réparation ou de remplacement des circuits imprimés reconnus non conformes du fait d'un défaut imputable au titulaire seront réalisées à ses frais, sans facturation supplémentaire au laboratoire XLIM.

En cas de non-conformité majeure, de défaut récurrent ou d'impossibilité de remise en conformité dans les délais contractuels, lorsque ces défaillances sont imputables au titulaire, le laboratoire XLIM se réserve le droit de suspendre ou d'interrompre définitivement la prestation.

Dans cette éventualité, le titulaire devra procéder à la livraison, en l'état, de l'ensemble des composants approvisionnés ainsi que les assemblages déjà réalisés dans le cadre de ce marché.

9.3 En cas de non-respect de la charte de confidentialité

Le titulaire est tenu de respecter strictement les obligations de confidentialité définies dans l'accord de confidentialité signé avec le laboratoire XLIM, ainsi que dans les pièces contractuelles du marché.

Cette obligation concerne notamment l'ensemble des informations techniques, scientifiques et industrielles communiquées dans le cadre du projet, et **en particulier :**

- L’intégralité des plans CAO et listes de composants fournis
- L’intégralité des schémas et images fournis
- L’intégralité des informations concernant le circuit BFICX
- L’intégralité des informations sur la constitution et assemblage des circuits imprimés fournis pour effectuer la prestation

Le titulaire devra veiller à ce que ses salariés, collaborateurs et éventuels sous-traitants respectent également ces obligations.

Toute divulgation, transmission, reproduction ou utilisation non autorisée des informations confidentielles constituera un manquement aux obligations contractuelles.

En cas de manquement avéré aux obligations de confidentialité, le laboratoire XLIM se réserve le droit d'appliquer une pénalité financière au titulaire, destinée à prendre en compte le préjudice subi, notamment la perte de valeur scientifique, technologique et économique de l'innovation développée dans le cadre du projet.

Toutefois le pouvoir adjudicateur se réserva la possibilité, par décision motivé de ma pas appliquer ou de moduler ces pénalités lorsque le retard sera justifié, minime ou sans incidence sur la bonne exécution du marché.

10. Confidentialité

Le candidat s’engage à garantir la confidentialité absolue de tous les documents, informations et données qui lui sont transmis par le prescripteur dans le cadre de l’exécution du marché.

Ces documents et informations sont communiqués à titre exclusif pour la réalisation de la prestation et ne peuvent en aucun cas être utilisés, reproduits ou communiqués à des tiers en dehors de l’exécution du marché, ni servir à des fins personnelles ou commerciales ultérieures.

Annexe 1 - Vue de dessus du PCB. Les composants seront reportés en face arrière

