

CAHIER DES CLAUSES PARTICULIÈRES

MARCHÉ PUBLIC DE FOURNITURES COURANTES ET DE SERVICES

**Acquisition d'un Générateur AWG et d'un Analyseur
de Spectre pour analyse de communication LiFi**

N° du CCP : M2021-04

**Université de Versailles Saint Quentin en Yvelines
Direction des Achats et Marchés
55 Avenue de Paris
78035 VERSAILLES**

SOMMAIRE

1 - Dispositions générales du contrat.....	3
1.1 - Objet du contrat.....	3
1.2 - Décomposition du contrat	3
2 - Pièces contractuelles.....	3
3 - Confidentialité et mesures de sécurité.....	3
4 - Durée et délais d'exécution.....	3
4.1 - Durée du contrat	3
5 - Prix	4
5.1 - Caractéristiques des prix pratiqués	4
5.2 - Modalités de variation des prix.....	4
6 - Garanties Financières.....	4
7 - Avance.....	4
7.1 - Conditions de versement et de remboursement.....	4
7.2 - Garanties financières de l'avance	5
8 - Modalités de règlement des comptes	5
8.1 - Acomptes et paiements partiels définitifs	5
8.2 - Présentation des demandes de paiement	5
8.3 - Délai global de paiement.....	6
8.4 - Paiement des cotraitants.....	6
8.5 - Paiement des sous-traitants.....	6
9 - Conditions d'exécution des prestations	6
10 - Constatation de l'exécution des prestations.....	7
10.1 - Vérifications.....	7
10.2 - Décision après vérification	8
11 - Garantie des prestations.....	8
12 - Maintenance	9
13 - Pénalités.....	9
13.1 - Pénalités de retard	9
13.2 - Pénalités d'indisponibilité pour les prestations de maintenance.....	9
14 - Assurances.....	9
15 - Résiliation du contrat	9
15.1 - Conditions de résiliation	9
15.2 - Redressement ou liquidation judiciaire.....	9
16 - Règlement des litiges et langues.....	10
17 - Clauses complémentaires	10
18 - Dérogations	10
19 - Clauses techniques particulières	11

1 - Dispositions générales du contrat

1.1 - Objet du contrat

Les stipulations du présent Cahier des clauses particulières (CCP) concernent :
Acquisition d'un Générateur AWG et d'un Analyseur de Spectre pour analyse de communication LiFi

Lieu(x) d'exécution :

Laboratoire d'Ingénierie des Systèmes de Versailles (LISV)
Bâtiment Boucher
Pôle scientifique et technologique de Vélizy
10-12 avenue de l'Europe
78140 Vélizy

1.2 - Décomposition du contrat

Il n'est pas prévu de décomposition en lots.

2 - Pièces contractuelles

Les pièces contractuelles du marché sont les suivantes et, en cas de contradiction entre leurs stipulations, prévalent dans cet ordre de priorité :

- L'acte d'engagement (AE) et ses annexes
- Le cahier des clauses particulières (CCP)
- L'offre technique et financière du titulaire
- Le cahier des clauses administratives générales (CCAG) applicables aux marchés publics de fournitures courantes et de services, approuvé par l'arrêté du 19 janvier 2009

3 - Confidentialité et mesures de sécurité

Le présent marché comporte une obligation de confidentialité telle que prévue à l'article 5.1 du CCAG-FCS.

Les prestations sont soumises à des mesures de sécurité conformément à l'article 5.3 du CCAG-FCS.

Le titulaire doit informer ses sous-traitants des obligations de confidentialité et/ou des mesures de sécurité.

4 - Durée et délais d'exécution

4.1 - Durée du contrat

L'acte d'engagement fixe la durée du contrat.

L'exécution des prestations débute à compter de la date de notification du contrat.

Le marché prendra effet à compter de sa date de notification et se terminera à l'issue de la période de garantie. La notification du présent marché valant commande correspond à la date de début d'exécution des prestations.

Une prolongation du délai d'exécution peut être accordée par le pouvoir adjudicateur dans les conditions de l'article 13.3 du CCAG-FCS.

5 - Prix

5.1 - Caractéristiques des prix pratiqués

Les prestations sont réglées par un prix global forfaitaire selon les stipulations de l'acte d'engagement.

Le marché est conclu à prix forfaitaire déterminé par la proposition financière et technique du Titulaire accompagnant l'acte d'engagement.

Les prix sont fermes et non ajustables pendant la durée du marché.

Dans son offre, le fournisseur mentionne pour chaque article le prix unitaire net hors TVA ainsi que le prix total hors TVA et TVA incluse. Les taux légaux de TVA et les taxes parafiscales éventuelles sont indiqués à part. Dans le cas d'une modification du régime fiscal pendant la durée d'exécution du marché, les nouvelles dispositions réglementaires interviendront dès leur mise en vigueur officielle.

Si le Titulaire est établi dans un autre pays de l'Union Européenne sans avoir d'établissement en France, il facturera ses prestations hors TVA et aura droit à ce que l'administration lui communique un numéro d'identification fiscal.

Pendant la durée du marché, les prix sont réputés franco de port, prenant en compte toutes charges fiscales, parafiscales ou autres frappant les matériels et prestations de service, ainsi que tous les frais afférents au conditionnement, à l'emballage, à la manutention, à l'assurance et au transport jusqu'au lieu d'exécution désigné par l'administration.

Le prestataire est propriétaire de ses emballages et doit procéder à l'enlèvement de ceux-ci.

En cas de contestation, l'avis de la Direction Régionale des Entreprises, de la Concurrence, de la Consommation, du Travail et de l'emploi (DIRECCTE) pourra être sollicité par l'administration.

5.2 - Modalités de variation des prix

Les prix sont fermes et non actualisables.

6 - Garanties Financières

Aucune clause de garantie financière ne sera appliquée.

7 - Avance

7.1 - Conditions de versement et de remboursement

Une avance est accordée au titulaire lorsque le montant initial du marché est supérieur à 50 000 € HT et dans la mesure où le délai d'exécution est supérieur à 2 mois, sauf indication contraire de l'acte d'engagement.

Le montant de l'avance est fixé à 5,0 % du montant initial, toutes taxes comprises, du marché, si sa durée est inférieure ou égale à douze mois ; si cette durée est supérieure à douze mois, l'avance est égale à 5,0 % d'une somme égale à douze fois le montant mentionné ci-dessus divisé par cette durée exprimée en mois.

Le montant de l'avance ne peut être affecté par la mise en œuvre d'une clause de variation de prix.

Le remboursement de l'avance commence lorsque le montant des prestations exécutées par le titulaire atteint ou dépasse 65,0 % du montant toutes taxes comprises du marché. Il doit être terminé lorsque ledit montant atteint 80,0 %.

Ce remboursement s'effectue par précompte sur les sommes dues ultérieurement au titulaire à titre d'acompte ou de solde.

Une avance peut être versée, sur leur demande, aux sous-traitants bénéficiaires du paiement direct suivant les mêmes dispositions que celles applicables au titulaire du marché, avec les particularités

détaillées aux articles R. 2191-6, R. 2193-10 et R. 2193-17 à R. 2193-21 du Code de la commande publique.

7.2 - Garanties financières de l'avance

Aucune garantie financière ne sera demandée au titulaire pour le versement de l'avance.

8 - Modalités de règlement des comptes

8.1 - Acomptes et paiements partiels définitifs

Les modalités de règlement des comptes sont définies dans les conditions de l'article 11 du CCAG-FCS.

Les acomptes versés au Titulaire, après chaque phase technique constatée et au titre des opérations de vérification des matériels, sont les suivants et modifient les conditions figurant sur le devis de l'entreprise :

- 30% du montant total du marché (hors maintenance) à l'issue de livraison, installation et mise en service du matériel sur production d'une facture ;
- 35% du montant du marché (hors maintenance) à la suite de la prononciation positive de la vérification d'aptitude du bon fonctionnement (VABF) sur production d'une facture ;
- le solde du marché (hors maintenance) étant réglé à la réception définitive.

Remarque : dans l'hypothèse d'une prestation de maintenance retenue dans la cadre du marché, celle-ci fera l'objet d'un paiement annuel à terme échu.

8.2 - Présentation des demandes de paiement

Le dépôt, la transmission et la réception des factures électroniques sont effectués exclusivement sur le portail de facturation Chorus Pro. Lorsqu'une facture est transmise en dehors de ce portail, la personne publique peut la rejeter après avoir rappelé cette obligation à l'émetteur et l'avoir invité à s'y conformer.

La date de réception d'une demande de paiement transmise par voie électronique correspond à la date de notification du message électronique informant l'acheteur de la mise à disposition de la facture sur le portail de facturation (ou, le cas échéant, à la date d'horodatage de la facture par le système d'information budgétaire et comptable de l'Etat pour une facture transmise par échange de données informatisé).

Sans préjudice des mentions obligatoires fixées par les dispositions législatives ou réglementaires, les factures électroniques transmises par le titulaire et le(s) sous-traitant(s) admis au paiement direct comportent les mentions suivantes :

- 1° La date d'émission de la facture ;
- 2° La désignation de l'émetteur et du destinataire de la facture ;
- 3° Le numéro unique basé sur une séquence chronologique et continue établie par l'émetteur de la facture, la numérotation pouvant être établie dans ces conditions sur une ou plusieurs séries ;
- 4° En cas de contrat exécuté au moyen de bons de commande, le numéro du bon de commande ou, dans les autres cas, les références du contrat ou le numéro de l'engagement attribué par le système d'information financière et comptable du destinataire de la facture ;
- 5° La désignation du payeur, avec l'indication, pour les personnes publiques, du code d'identification du service chargé du paiement ;
- 6° La date de livraison des fournitures ou d'exécution des services ou des travaux ;
- 7° La quantité et la dénomination précise des produits livrés, des prestations et travaux réalisés ;
- 8° Le prix unitaire hors taxes des produits livrés, des prestations et travaux réalisés ou, lorsqu'il y a lieu, leur prix forfaitaire ;
- 9° Le montant total de la facture, le montant total hors taxes et le montant de la taxe à payer, ainsi que la répartition de ces montants par taux de taxe sur la valeur ajoutée, ou, le cas échéant, le bénéfice d'une exonération ;

- 10° L'identification, le cas échéant, du représentant fiscal de l'émetteur de la facture ;
- 11° Le cas échéant, les modalités de règlement ;
- 12° Le cas échéant, les renseignements relatifs aux déductions ou versements complémentaires.

Les factures comportent en outre les numéros d'identité de l'émetteur et du destinataire de la facture, attribués à chaque établissement concerné ou, à défaut, à chaque personne en application de l'article R. 123-221 du code de commerce.

8.3 - Délai global de paiement

Les sommes dues au(x) titulaire(s) seront payées dans un délai global de 30 jours à compter de la date de réception des demandes de paiement.

En cas de retard de paiement, le titulaire a droit au versement d'intérêts moratoires, ainsi qu'à une indemnité forfaitaire pour frais de recouvrement d'un montant de 40 €. Le taux des intérêts moratoires est égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque centrale européenne à ses opérations principales de refinancement les plus récentes, en vigueur au premier jour du semestre de l'année civile au cours duquel les intérêts moratoires ont commencé à courir, majoré de huit points de pourcentage.

8.4 - Paiement des cotraitants

En cas de groupement conjoint, chaque membre du groupement perçoit directement les sommes se rapportant à l'exécution de ses propres prestations. En cas de groupement solidaire, le paiement est effectué sur un compte unique, ouvert au nom du mandataire, sauf stipulation contraire prévue à l'acte d'engagement.

Les autres dispositions relatives à la cotraitance s'appliquent selon l'article 12.1 du CCAG-FCS.

8.5 - Paiement des sous-traitants

Le sous-traitant adresse sa demande de paiement libellée au nom du pouvoir adjudicateur, dans les conditions des articles L. 2193-10 à L. 2193-14 et R. 2193-10 à R. 2193-16 du Code de la commande publique. Conformément à la réglementation, sans validation du titulaire sous un délai de 15 jours, la demande de paiement est considérée comme validée.

En cas de cotraitance, si le titulaire qui a conclu le contrat de sous-traitance n'est pas le mandataire du groupement, ce dernier doit également valider la demande de paiement.

9 - Conditions d'exécution des prestations

Les prestations devront être conformes aux stipulations du contrat (les normes et spécifications techniques applicables étant celles en vigueur à la date du contrat).

Adresse de livraison :

**LISV
10-12 avenue de l'Europe
78140 Vélizy**

Stockage, emballage et transport :

Le stockage, l'emballage et le transport des fournitures sont effectués dans les conditions de l'article 19 du CCAG-FCS. Les emballages relèvent de la responsabilité du titulaire et restent sa propriété. Le transport s'effectue sous sa responsabilité jusqu'au lieu de livraison.

Les prestations devront être conformes aux stipulations du marché (les normes et spécifications techniques applicables étant celles en vigueur à la date du marché). L'équipement présenté par le titulaire et ses modalités d'utilisation doivent en outre être conformes à toutes les normes en vigueur. L'équipement est muni d'une plaque d'immatriculation portant le nom du fabricant, le type d'appareil et son numéro de fabrication.

Conditions de livraison :

La livraison des fournitures s'effectuera dans les conditions de l'article 20 du CCAG-FCS.

Le Titulaire dispose d'un délai maximum défini dans l'acte d'engagement, ou à défaut dans sa proposition technique et financière, pour effectuer la livraison, le montage, l'installation, la mise en service, à compter de la date de notification du marché. Toutefois, une prolongation de délai sera accordée au Titulaire pour une durée égale à tout retard imputable à l'administration.

Il incombe au Titulaire de prendre toutes les dispositions nécessaires afin d'assurer la livraison dans les meilleures conditions (contact téléphonique avant livraison pour prendre rendez-vous, le cas échéant personne supplémentaire aidant au déchargement et/ou transpalette pour une livraison en étage ou dans un local isolé, etc. ?).

Formation du personnel :

Le titulaire assurera la formation du personnel chargé d'utiliser les prestations.

Concomitamment à la livraison de l'équipement, le titulaire assurera pour les agents du laboratoire la formation en présentiel leur permettant sa prise en main et son utilisation.

Le détail de la formation est à joindre à l'appui de l'offre.

La formation du personnel est réputée incluse dans l'offre du titulaire.

10 - Constatation de l'exécution des prestations

10.1 - Vérifications

Les vérifications seront effectuées dans les conditions suivantes :

Montage, installation et mise en service :

Le Titulaire procède au montage, à l'installation et la mise en service du matériel en présence d'un représentant de l'administration. Il appartient au Titulaire de prendre toutes les mesures nécessaires pour que cette mise en service soit effective immédiatement.

Lors de l'installation du matériel, le Titulaire veillera à ce que celle-ci soit faite conformément aux règles de sécurité, en particulier celles relatives à la prévention des risques d'incendie et de panique (exemple : implantation dans les circulations sous certaines conditions).

Les opérations de vérifications comprennent deux étapes, la vérification d'aptitude au bon fonctionnement et la vérification de service régulier, qui s'effectuent conformément aux modalités ci-après.

Vérification d'aptitude de bon fonctionnement (VABF):

La VABF a pour but de constater que le matériel livré présente les caractéristiques techniques qui le rendent apte à remplir les fonctions exigées par le laboratoire et sont conformes aux spécifications du dossier technique du titulaire.

La durée impartie au pouvoir adjudicateur pour procéder à la VABF est de 15 jours ouvrés à partir de la date de mise en service du matériel.

Si la vérification d'aptitude est négative, le titulaire dispose d'un délai supplémentaire de 15 jours pour mettre sa prestation en conformité. Si cette mise en conformité est concluante, le pouvoir adjudicateur ou son représentant prononcera la VABF correspondante.

Vérification du service régulier (VSR) :

La vérification de service régulier intervient à l'issue de la VABF positive constatée par un procès-verbal signé des deux parties.

La VSR a pour but de constater que le matériel fourni est capable d'assurer un service régulier dans les conditions normales d'exploitation pour remplir les fonctions auxquelles il est destiné.

La VSR s'observe durant une période maximum d'un mois (jours ouvrés) à compter de la date à laquelle le pouvoir adjudicateur a prononcé la VABF.

Tout arrêt dû à un dysfonctionnement du système prolonge d'autant la durée de la vérification de service régulier.

10.2 - Décision après vérification

A l'issue des opérations de vérification, le pouvoir adjudicateur prendra sa décision dans les conditions suivantes :

Si la vérification de service régulier est positive, le pouvoir adjudicateur ou son représentant prononce l'admission des prestations.

L'admission entraîne transfert de propriété des équipements et elle constitue la date d'effet des droits concédés. Elle marque le début de la période de garantie.

Si la vérification de service régulier est négative, le pouvoir adjudicateur ou son représentant prononce soit l'ajournement du matériel avec vérification de la régularité de service pendant une période supplémentaire de même durée que celle définie précédemment à compter de la nouvelle présentation, soit le rejet du matériel. Si à l'issue de cette seconde période, la vérification du service régulier est à nouveau négative, le matériel est rejeté. Dans ce cas, les sommes correspondantes déjà versées au titulaire, à titre d'acompte, avant admission sont restituées à l'Université.

Cette dernière décision peut être prononcée sans préjudice d'une décision de résiliation aux torts du titulaire, et à ses frais et risques.

Cas des prestations de services (formation, maintenance,...)

L'admission des prestations de formation et de maintenance est prononcée au vu de leur réalisation après constat de service fait. Cette admission est constatée d'un point de vue quantitatif et qualitatif.

11 - Garantie des prestations

Les prestations feront l'objet d'une garantie de 1 an dont le point de départ est la date de notification de la décision d'admission. Les modalités de cette garantie sont définies à l'article 28 du CCAG-FCS.

Les matériels livrés et les prestations exécutées doivent disposer au minimum d'une garantie d'un (1) an, pièces, main-d'œuvre et déplacement. Pour certains éléments, des garanties spécifiques supplémentaires peuvent trouver matière à s'appliquer et sont éventuellement détaillées dans la proposition financière et technique du Titulaire.

La garantie légale déterminée par les articles 1641 et suivants du Code Civil contre les vices cachés est sans limitation de durée.

Au titre de la garantie contractuelle de « bon fonctionnement », le Titulaire garantit l'administration contre toutes les revendications des tiers relatives aux brevets, licences, dessins et modèles, marques de commerce et tout autre titre de propriétés intellectuelles ou industrielles des matériels faisant l'objet du présent marché.

Si l'administration est victime d'un trouble dans la jouissance des fournitures livrées, le Titulaire doit prendre immédiatement des mesures propres à le faire cesser.

Il est précisé que le point de départ de la garantie est la date d'admission des matériels par l'administration, c'est-à-dire la date de signature du procès-verbal de réception définitive par le pouvoir adjudicateur ou son représentant. Si à l'expiration du délai de garantie, le Titulaire n'a pas procédé aux remises en état prescrites, le délai de garantie est prolongé jusqu'à l'exécution complète des remises en état.

Les services couverts par la garantie, qui sont précisés par le Titulaire lors de la remise des offres et annexés à l'acte d'engagement, correspondent au minimum à ceux prévus à l'article 28 du CCAG-FCS.

12 - Maintenance

Les prestations feront l'objet d'une maintenance assurée par le titulaire pendant une durée de 1 an à compter de la date d'expiration du délai de garantie. Les conditions de cette maintenance sont définies à l'article 27 du CCAG-FCS.

13 - Pénalités

13.1 - Pénalités de retard

Lorsque le délai contractuel d'exécution ou de livraison est dépassé, par le fait du titulaire, celui-ci encourt, par jour de retard et sans mise en demeure préalable, une pénalité fixée à 400,00 €.

Par dérogation à l'article 14.1 du CCAG-FCS, il n'est prévu aucune exonération à l'application des pénalités de retard.

13.2 - Pénalités d'indisponibilité pour les prestations de maintenance

Une pénalité journalière pour indisponibilité de 1,0/30 du montant mensuel des prestations de maintenance s'applique dans les conditions de l'article 14.2 du CCAG-FCS.

14 - Assurances

Conformément aux dispositions de l'article 9 du CCAG-FCS, tout titulaire (mandataire et cotraitants inclus) doit justifier, dans un délai de 15 jours à compter de la notification du contrat et avant tout commencement d'exécution, qu'il est titulaire des contrats d'assurances, au moyen d'une attestation établissant l'étendue de la responsabilité garantie.

15 - Résiliation du contrat

15.1 - Conditions de résiliation

Les conditions de résiliation du marché sont définies aux articles 29 à 36 du CCAG-FCS.

En cas de résiliation du marché pour motif d'intérêt général par le pouvoir adjudicateur, le titulaire percevra à titre d'indemnisation une somme forfaitaire calculée en appliquant au montant initial hors TVA, diminué du montant hors TVA non révisé des prestations admises, un pourcentage égal à 5,0 %.

En cas d'inexactitude des documents et renseignements mentionnés aux articles R. 2143-3 et R. 2143-6 à R. 2143-10 du Code de la commande publique, ou de refus de produire les pièces prévues aux articles R. 1263-12, D. 8222-5 ou D. 8222-7 ou D. 8254-2 à D. 8254-5 du Code du travail conformément à l'article R. 2143-8 du Code de la commande publique, le contrat sera résilié aux torts du titulaire.

Le pouvoir adjudicateur se réserve la possibilité de faire exécuter par un tiers les prestations aux frais et risques du titulaire.

15.2 - Redressement ou liquidation judiciaire

Le jugement instituant le redressement ou la liquidation judiciaire est notifié immédiatement au pouvoir adjudicateur par le titulaire du marché. Il en va de même de tout jugement ou décision susceptible d'avoir un effet sur l'exécution du marché.

Le pouvoir adjudicateur adresse à l'administrateur ou au liquidateur une mise en demeure lui demandant s'il entend exiger l'exécution du marché. En cas de redressement judiciaire, cette mise en demeure est adressée au titulaire dans le cas d'une procédure simplifiée sans administrateur si, en application de l'article L627-2 du Code de commerce, le juge commissaire a expressément autorisé celui-ci à exercer la faculté ouverte à l'article L622-13 du Code de commerce.

En cas de réponse négative ou de l'absence de réponse dans le délai d'un mois à compter de l'envoi de la mise en demeure, la résiliation du marché est prononcée. Ce délai d'un mois peut être prolongé ou raccourci si, avant l'expiration dudit délai, le juge commissaire a accordé à l'administrateur ou au liquidateur une prolongation, ou lui a imparti un délai plus court.

La résiliation prend effet à la date de décision de l'administrateur, du liquidateur ou du titulaire de renoncer à poursuivre l'exécution du marché, ou à l'expiration du délai d'un mois ci-dessus. Elle n'ouvre droit, pour le titulaire, à aucune indemnité.

16 - Règlement des litiges et langues

En cas de litige, seul le Tribunal Administratif de Versailles est compétent en la matière.

Tous les documents, inscriptions sur matériel, correspondances, demandes de paiement ou modes d'emploi doivent être entièrement rédigés en langue française ou accompagnés d'une traduction en français, certifiée conforme à l'original par un traducteur assermenté.

17 - Clauses complémentaires

En application des articles R2194-2 et R2194-2 du Code de la commande publique, le présent marché public pourra être modifié quel que soit le montant de la modification, dans les circonstances suivantes :

- Révision de la rémunération induite par de nouvelles obligations pesant sur le titulaire qui étaient non prévisibles au moment de la réponse à l'appel d'offres et qui sont devenus indispensables en cours de marché notamment en cas de nouvelles contraintes, normes environnementales... (imprévisibles et extérieures au titulaire) imposées par le droit national ;
- Cession du contrat au profit d'un nouveau titulaire dans le cas d'une restructuration de l'entreprise titulaire à condition que cette modification n'entraîne aucune modification substantielle du contrat que l'opérateur économique présenté remplit les critères de sélection initiaux.
- Acquisition d'équipements, accessoires complémentaires et services qui sont devenues nécessaires dans la mesure où ces prestations supplémentaires n'entraîneraient pas une augmentation du marché à 50% du montant initial et à la double condition qu'un changement de contractant :
- serait impossible pour des raisons économiques ou techniques telles que l'obligation d'interchangeabilité et ou d'interopérabilité avec les équipements, services ou installations existants achetés dans le cadre du marché initial et;
- présenterait un inconvénient majeur ou entraînerait une augmentation substantielle des coûts.

18 - Dérogations

- L'article 10.1 du CCP déroge à l'article 22 du CCAG - Fournitures Courantes et Services
- L'article 10.1 du CCP déroge à l'article 23 du CCAG - Fournitures Courantes et Services
- L'article 10.2 du CCP déroge à l'article 24 du CCAG - Fournitures Courantes et Services
- L'article 10.2 du CCP déroge à l'article 25 du CCAG - Fournitures Courantes et Services
- L'article 13.1 du CCP déroge à l'article 14.1 du CCAG - Fournitures Courantes et Services
- L'article 13.1 du CCP déroge à l'article 14.1.3 du CCAG - Fournitures Courantes et Services

19 - Clauses techniques particulières

1. Contexte et objectifs du projet :

Les communications optiques sans fil (OWC, pour optical wireless communications) constituent depuis quelques années un sujet de recherche actif, notamment pour l'accès réseau indoor de terminaux (LiFi, pour light fidelity). Porté par l'émergence des LED, le LiFi vise à transmettre de l'information par voie optique tout en assurant l'éclairage visible de l'environnement. Cette nouvelle technologie, dont les premiers produits ont récemment été commercialisés, présente de nombreux atouts complémentaires aux liaisons sans fil traditionnelles de type Wi-Fi, 4G/5G ou encore Bluetooth. Par exemple, les caractéristiques physiques de la lumière et notamment son absorption par les obstacles, assurent une sécurité intrinsèque du lien en réduisant les risques d'écoute clandestine (eavesdropping) en dehors de l'environnement direct de propagation du signal.

Les laboratoires de recherches dans le domaine ont développé plusieurs pistes d'études pour tirer plus encore avantage des propriétés de la lumière. Certains travaux étudient le potentiel en débit et portée de nouvelles sources lumineuses visibles ou infrarouges (LED, micro-LED, VSCSEL, points quantiques...) et de nouveaux types de photorécepteurs (photodiode PIN, APD, SPAD...) pour des applications OWC [1-3]. D'autres se focalisent sur le développement de nouvelles techniques de modulation (couche PHY) et d'accès multiple (couche MAC) pour optimiser débit et latence de communication d'un réseau LiFi [4], ou encore la fiabilité d'un lien bas débit pour un usage IoT [5].

Le LISV a lui-même été précurseur dans ce domaine en France et dans le monde par des premières études dès 2007, principalement associées au milieu automobile. Plus récemment, le LISV a conduit des travaux visant à démontrer expérimentalement la possibilité de créer des cellules LiFi d'environ 4 m² et de capacité 300 Mbps partagée entre 20 utilisateurs, à l'aide d'une source blanche d'éclairage standard [6]. Ces travaux ont aussi permis d'explorer des techniques de modulation et d'accès multiple moins usuelles que celles développées pour les ondes radio (modulation m-CAP et accès SCM-SubCarrier Multiplexing par exemple) pour assurer une allocation des ressources plus agile et optimisée pour les besoins des utilisateurs.

Le LISV souhaite maintenant étudier avec plusieurs partenaires de nouvelles thématiques en lien avec les couches logicielles pour le LiFi en : 1) Explorant les performances de nouvelles modulations et mécanismes d'accès multiples ; 2) Explorant les adaptations nécessaires aux standards existants (IEEE 802.11, 5G NR...) pour les rendre compatibles avec une transmission optique sans fil ; 3) Explorant l'ajout de mécanismes de localisation aux couches PHY et MAC pour mettre la communication et le positionnement à partir d'un unique signal.

2. Matériel scientifique souhaité et résultats attendus :

Afin de mener ces différents travaux, il est nécessaire de générer des signaux de données modulés de manière flexible, sur une bande de modulation programmable, seuls ou inclus dans des couches PHY et MAC. Pour cela, le consortium porté par le LISV souhaiterait acquérir un générateur de signal vectoriel Rohde & Schwarz SMCV100B, qui peut générer des signaux de bande passante jusqu'à 240 MHz sur une gamme de fréquence allant jusqu'à 3GHz, et embarque des modules logiciels de génération de signaux selon des protocoles standardisés (IEEE 802.11, 5G NR...) ou de signaux complètement personnalisés.

Afin d'exploiter au maximum les possibilités de ce générateur, le consortium souhaiterait aussi acquérir un analyseur de spectre Rohde & Schwarz FPL1003 permettant d'extraire non seulement les caractéristiques spectrales d'un signal mais aussi ses performances de taux d'erreur, de débit etc. Ces deux équipements seraient connectés selon le schéma de la Figure 1 afin d'extraire les métriques nécessaires à l'évaluation des techniques proposées en réponse aux objectifs de la Section 2.