

**TECHNOPOLE DU MADRILLET
AVENUE GALILEE
76801 SAINT ETIENNE DU ROUVRAY**

**ACQUISITION D'EQUIPEMENTS
SCIENTIFIQUES
dans le cadre de l'opération MOBIACO
financée par la Région Normandie**

**CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES
PARTICULIERES
(CCTP)**

Table des matières

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS	3
1.1) Présentation du groupe ESIGELEC - IRSEEM.....	3
1.2) Caractérisations de composants hautes fréquences.....	3
2. OBJET DU MARCHE.....	5
3. DETAILS DE LA PRESTATION	6
Documentation technique.....	7
Upgrade	7
Garantie	7
Planning et délai de livraison	7
Documentation technique.....	9
Garantie	10
Planning et délai de livraison	10
Documentation technique.....	11
Logiciel.....	11
Garantie	12
Planning et délai de livraison	12
Documentation technique.....	13
Garantie	13
Planning et délai de livraison	13
4. PERSONNE A CONTACTER	14

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS

1.1) Présentation du groupe ESIGELEC - IRSEEM

L'ESIGELEC est une Association loi 1901, labellisée Etablissement d'Enseignement Supérieur Privé d'Intérêt Général (EESPIG). Elle est affiliée à l'Institut Mines Télécom, membre de la Conférence des Grandes Ecoles (CGE), de la Conférence des Directeurs des Ecoles Françaises d'Ingénieurs (CDEFI), et de l'Union des Grandes Ecoles Indépendantes (UGEI).

Son siège social est sis Technopôle du Madrillet, Avenue Galilée, BP 10024, 76801 Saint Etienne du Rouvray.

L'ESIGELEC forme en 5 ans, sous statut étudiant ou en apprentissage, des ingénieurs généralistes recherchés pour leurs compétences en Systèmes Intelligents et Connectés au travers de 15 dominantes dont : énergie développement durable, systèmes médicaux, numérique, électronique aéronautique automobile, télécommunications, robotique, finance, ingénieur d'affaires... Elle a formé plus de 12 000 diplômés depuis sa création en 1901 et accueille 2 000 étudiants dont 35 % d'étudiants internationaux.

Au-delà du programme Ingénieur l'ESIGELEC propose également des programmes Masters, un programme Doctoral et de la formation continue.

Son laboratoire de recherche IRSEEM mène des travaux de recherche théorique et applicative qui portent notamment sur la robotique, la compatibilité électromagnétique, la mobilité autonome, le véhicule électrique, l'énergie, la santé... Il est constitué de trois pôles thématiques (Electronique et Systèmes - Automatique et Systèmes - Instrumentation Informatique et Systèmes) et d'un Service Innovation Recherche et Développement. L'IRSEEM est labellisé Equipe d'Accueil (EA 4353).

1.2) Caractérisations de composants hautes fréquences

Au sein de l'IRSEEM, dans le cadre de leurs recherches, les équipes du pôle Electronique et Systèmes ont des besoins de caractérisation de composants, de circuits passifs et actifs et de systèmes radiofréquences jusqu'aux ondes millimétriques afin de valider le fonctionnement ces systèmes électroniques hautes fréquences embarqués et débarqués tels que les radars, les circuits d'émission-réception, les front-end RF, les antennes, les objets communicants, les capteurs, etc... implantés sur les futurs véhicules et dans l'infrastructure en présence de perturbations électromagnétiques.

Le premier lot de ce cahier des clauses techniques que l'ESIGELEC et son laboratoire IRSEEM souhaitent s'équiper concerne **de nouveaux équipements de mesure hyperfréquence** afin de caractériser dans le domaine des hyperfréquence les nouvelles technologies de composants et de circuits en cours de fonctionnement, destinés aux nouvelles applications microondes

telles que les communications 5G et les objets communicants du véhicule du futur. Ces équipements permettront également d'accroître l'expertise en CEM appliquée à la mobilité dans des conditions réelles de fonctionnement, et de développer des méthodologies de test spécifiques aux composants, circuits, capteurs et autres systèmes microondes et millimétriques répondant aux nouvelles exigences de mobilité (véhicules terrestres et aériens).

1.3) LIDAR 3D

Le second lot concerne plus particulièrement les fonctions de perception du véhicule sur lesquelles travaillent les équipes du pôle Instrumentation et Systèmes. C'est une des fonctions critiques pour le véhicule autonome. Le laboratoire IRSEEM dispose actuellement d'une plateforme « Navigation Autonome » dédiée à l'intégration et au test de nouvelles technologies pour la robotique mobile et le véhicule autonome.

L'ESIGELEC souhaite compléter le moyen de mesure embarqué (coffre de toit) avec un **Lidar 3D plus résolu (128 nappes)**. Avec ce capteur, nous serons en mesure de fournir une représentation plus dense de l'environnement routier et à plus grande distance. Ainsi la perception de l'environnement environnant le véhicule sera améliorée permettant d'obtenir une meilleure détection des objets de la scène routière.

1.3) LIDAR 3D millimétrique pour la simulation

La plateforme « Navigation Autonome » dispose de LiDAR ayant une précision comprise entre 3 cm et 10 cm. L'ESIGELEC souhaite compléter son moyen de mesure embarqué (coffre de toit) avec un **LiDAR plus précis (erreur millimétrique)**.

Cette mise à niveau permettra de disposer d'un capteur de mesure 3D suffisamment dense et précis pour créer des contenus 3D (cartes haute définition) qui va permettre d'alimenter les outils de simulation et fournir **une modélisation numérique du terrain (MNT) fine**. Il pourra aussi être mobilisé pour établir la vérité terrain (ground truth) dans le cadre de tests d'autres capteurs (caméra, GPS-RTK, radar) en fournissant la position précise et temps réel de tous les objets autour du véhicule sous test.

1.4) Mise à niveau d'un système de capture de mouvement pour la simulation

Les équipes du pôle Instrumentation et Systèmes souhaitent mettre à niveau son système de capture du mouvement pour obtenir une meilleure précision et un fonctionnement en extérieur. Cette mise à niveau comprend **l'acquisition de nouvelles caméras compatibles** avec le système en place ainsi que les matériels nécessaires à l'interfaçage. Les suites logicielles devront également être mise à jour. Enfin, une station mobile devra être fournie pour fonctionner spécifiquement avec le système existant. Ce dispositif, couplé au LiDAR millimétrique, devra permettre de réaliser des simulations en rejeu fin dans les outils de simulation.

2. OBJET DU MARCHÉ

L'objet de ce présent marché concerne l'acquisition d'équipements scientifiques

La prestation fait l'objet de 4 lots et consiste :

- Lot 1 : fourniture d'un (1) analyseur de signaux microondes (appelé analyseur de spectre) et d'un (1) générateur de signaux vectoriels.
- Lot 2 : fourniture d'un (1) LiDAR 128 nappes.
- Lot 3 : fourniture d'un (1) LiDAR millimétrique pour la simulation.
- Lot 4 : Mise à niveau d'un système de capture de mouvement pour la simulation.

3. DETAILS DE LA PRESTATION

Lot 1 : Générateur de signaux et Analyseur de Spectre

Partie 1 : Générateur de signaux vectoriels

1.1 – SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES			
N°	Paramètre		Performance attendue (spécifiée)
1		Plage de fréquence minimum	De 1MHz à 32 GHz
2		Bande passante minimale	1GHz
3		Nombre de voies de sortie	1
4		Sorties avec connecteurs standards	2.4 mm (M)
5		Puissance de sortie minimale	Puissance de sortie maximale : à 10 GHz: + 18dBm à 20 GHz : + 18 dBm à 30 GHz : + 18 dBm
6		Balayage en fréquence	Oui
7	a	Balayage en puissance sur toute la gamme de fréquences supérieures à 1GHz	Niveau mini < -120 dBm
	b		Niveau maxi > 10dBm
8		Dynamique système ⁽¹⁾	≥ 130dB
1.2 – FONCTIONNALITÉS			
9		Software	Création et lecture de signaux de forme d'onde de modulation personnalisée
			Création et lecture de signaux de forme d'onde
10		Entrées I/Q externes différentielles à large bande	
11		Modulation large bande	Inférieure à 2 GHz
12		Impédance de sortie	50 Ω

Tableau 1 – Spécifications attendues pour la PARTIE 1 du lot 1

- (1) Dynamique système étant définie ici comme la différence (en dB) entre la puissance maximale générée par l'équipement et le plancher de bruit. Dynamique mesurée au niveau des ports de test.
- (2) Sensibilité des graphes étant ici la variation sur l'amplitude du signal mesuré avec 0 dBm de puissance source, 0 dB de réflexion et 10 kHz d'IF (Intermediate Frequency).
- (3) THD : Taux de Distorsion Harmonique
- (4) IMn : Produit d'Intermodulation d'ordre n

1.2 – FONCTIONNALITÉS (suite)			
N°	Paramètre		Performance attendue (spécifiée)
13		Jeu d'adaptateurs standard	2,4 mm F-F
			2,4 mm F -2,9 mm F
1.3 – ERGONOMIE			

14	a	Ecran couleur intégré	Tactile
	b		Taille \geq 10.5 pouces
1.4 – CONNECTIQUES			
15		Interface Moniteur externe	VGA ou DVI-D ou DP
16	a	Interface réseaux et de control	LAN/RJ45
17	b		GPIB ou micro GPIB

Tableau 1 (suite et fin) – Spécifications attendues pour la PARTIE 1 du lot 1

Documentation technique

L'offre devra comprendre la fourniture d'un manuel d'utilisation en Français et en Anglais.

Upgrade

Les upgrades suivants doivent être disponibles :

- Etendre la fréquence maximale jusqu'à 44 GHz
- Ajout d'une voie supplémentaire allant jusqu'à 44GHz
- Etendre la bande passante jusqu'à 2GHz (sur les deux voies)

Garantie

La garantie sera d'au minimum deux (2) ans à compter de la date de fin d'installation des équipements. Cette garantie porte sur l'ensemble des matériels (pièces, main d'œuvre et déplacements).

Planning et délai de livraison

Une attention particulière sera accordée au délai de livraison qui devra être le plus court possible, et dans tous les cas, inférieur à 20 semaines. Un planning des différentes phases de livraison (fourniture et installation) des équipements devra être fourni.

Autres

- Etat : Neuf
- Assistance au démarrage
- Formation : au minimum 1/2 journée qui pourra être combinée avec la formation de l'analyseur afin de réaliser une journée de formation complète sur le système
- Mise à jour Firmware téléchargeable gratuitement sur le site web

Partie 2 : Analyseur de spectre 50 GHz

Cette PARTIE inclut un analyseur de spectre avec les spécifications suivantes valables à minima sur toute la bande de fréquence d'opération de l'équipement.

2.1 – SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES			
N°	Paramètre		Performance attendue (spécifiée)
1		Plage de de fréquence minimale	2 Hz à 44GHz
2		Bande passante minimale	1GHz
3		Resolution Bandwith (RBW)	De 1Hz à 8MHz
4	a.	Dynamique système ⁽¹⁾	≥ 90 dB en-dessous de 50 MHz
	b.		≥ 115 dB à partir de 50 MHz
		Gain à -1dB de compression	≥ - 30dBm
5		Plancher de bruit: Displayed average noise level without preamplifier ⁽²⁾	17GHz - 22GHz : -152dBm 34GHz - 37GHz : -148dBm 37GHz - 44GHz : -146dBm
6	a	Nombre de points de mesure	Minimum : 1
	b		Maximum > 100 000 points
2.2 – FONCTIONNALITÉS			
7	a	Mesure de distorsion harmonique	Affichage en mode spectral (raie d'entrée/sortie vs fréquence)
	b		Affichage du THD ⁽⁴⁾ sur la bande de fréquence d'opération
8	a	Mesure d'intermodulation (IM)	Affichage en mode spectral (raies d'entrée/sortie vs fréquence)
	b		Affichage des IM3, 5, 7, 9 ⁽⁵⁾ sur la bande de fréquence d'opération

Tableau 2 – Spécifications attendues pour la PARTIE 2

- (1) Dynamique système étant définie ici comme la différence (en dB) entre la puissance maximale générée par l'équipement et le planché de bruit. Dynamique mesurée au niveau des ports de test.
- (2) Plancher de bruit correspondant ici à la puissance minimale détectable par le port, normalisée à 1 Hz
- (3) Sensibilité graphique étant ici la variation sur l'amplitude du signal mesuré avec 0 dBm de puissance source, 0 dB en réflexion et 10 kHz d'IF (Intermediate Frequency).
- (4) THD : Taux de Distorsion Harmonique
- (5) IMn : Produit d'Intermodulation d'ordre n

2.2 – FONCTIONNALITÉS (suite)		
N°	Paramètre	Performance attendue (spécifiée)
9	Préamplificateur pour mesure de facteur de bruit	44 GHz
10	Source de bruit pour mesure de facteur de bruit	1GHz jusqu'à 44GHz minimum
11	Noise Figure Measurement Application	
12	Connecteur	2,4mm (M)
13	Impédance d'entrée	50 Ω
14	VSWR d'entrée RF avec atténuateur de 10dB	≤ 1.55 de 10KHz à 50GHz
15	Niveau Maximum sur l'entrée	+30dBm à 0dB d'atténuation :
16	Maximum de tension d'entrée DC	± 100 Vdc
17	Software	Logiciel complet d'outils de démodulation et d'analyse de signaux vectoriels

Tableau 2 (suite) – Spécifications attendues pour la PARTIE 2

2.3 – ERGONOMIE			
20		Interface USB	Au moins 4 ports dont 2 au moins en face avant
21	a	Interface réseaux et de control	LAN/RJ45
22	b		GPIB ou micro GPIB
23		Ecran couleur intégré	Tactile
			Taille ≥ 14 pouces

2.4 – FONCTIONS PC		
24	Système d'exploitation	Windows 10 ou version plus récente
25	Processeur	Intel Core i7 à 2.7 GHz ou modèle plus performant
26	RAM	≥ 16 Go
27	Disque dur	≥ 80 Go

Documentation technique

L'offre devra comprendre la fourniture d'un manuel d'utilisation en Français et en Anglais.

Garantie

La garantie sera d'au minimum deux (2) ans à compter de la date de fin d'installation des équipements. Cette garantie porte sur l'ensemble des matériels (pièces, main d'œuvre et déplacements).

Planning et délai de livraison

Une attention particulière sera accordée au délai de livraison qui devra être le plus court possible, et dans tous les cas, inférieur à 20 semaines. Un planning des différentes phases de livraison (fourniture et installation) des équipements devra être fourni.

Autres

- Etat : Neuf
- Assistance au démarrage
- Formation : au minimum 1/2 journée qui pourra être combinée avec la formation du générateur afin de réaliser une journée de formation complète sur le système
- Mise à jour Firmware téléchargeable gratuitement sur le site web

Lot 2 : LiDAR 3D 128 nappes

2.1 – SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES			
N°	Paramètre		Performance attendue (spécifiée)
1		Distance maximale de mesure	200m >=
2		Précision de mesure (1 écart type)	4mm <=
3		Résolution angulaire	0.5° <=
4		Champ de vue horizontal	360°
5		Champ de vue vertical	30° >
6		Vitesse de rotation	10 Hz >=
2.2 – FONCTIONNALITÉS			
7		Interface	Gigabit Ethernet
8		Synchronisation GPS	PPS et Trames NMEA
9		Alimentation	12-24V
10		Protection IP	67 minimum

Documentation technique

L'offre devra comprendre la fourniture d'un manuel d'utilisation en Anglais a minima.

Logiciel

Le capteur devra être fourni avec une interface logicielle permettant :

- Le contrôle du LiDAR.

Garantie

La garantie sera d'au minimum deux (2) ans à compter de la date de fin d'installation des équipements. Cette garantie porte sur l'ensemble des matériels (pièces, main d'œuvre et déplacements).

Planning et délai de livraison

Une attention particulière sera accordée au délai de livraison qui devra être le plus court possible, et dans tous les cas, inférieur à 20 semaines. Un planning des différentes phases de livraison (fourniture et installation) des équipements devra être fourni.

Autres

- Etat : Neuf
- Assistance au démarrage
- L'offre doit intégrer une connectique de 5m minimum pour connecter le LiDAR à un PC.
- Mise à jour, firmwares et SDK seront téléchargeables ou mise à jour seront fournis gratuitement sur internet

Lot 3 : LiDAR 3D millimétrique

2.1 – SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES			
N°	Paramètre		Performance attendue (spécifiée)
7		Distance maximale de mesure	100m >=
8		Distance minimale de mesure	0.5 m <=
9		Précision de mesure à 50m (1 écart type)	4mm<=
10		Résolution angulaire	0.01° <=
11		Bruit résolution angulaire (RMS)	0.05°<=
12		Vitesse de rotation	50 Hz>=
2.2 – FONCTIONNALITÉS			
11		Interface	Gigabit Ethernet
12		Synchronisation odomètre de roues	Oui
13		Synchronisation GPS	PPS/UTC
14		Alimentation	12-24V
15		Protection IP	54 minimum

Documentation technique

L'offre devra comprendre la fourniture d'un manuel d'utilisation en Anglais a minima.

Logiciel

Le capteur devra être fourni avec une suite logicielle permettant :

- La visualisation des données.
- Le contrôle du LiDAR.
- Edition et la mesure du nuage de point.
- L'utilisation en mode dynamique.
- Une SDK.

Garantie

La garantie sera d'au minimum deux (2) ans à compter de la date de fin d'installation des équipements. Cette garantie porte sur l'ensemble des matériels (pièces, main d'œuvre et déplacements).

Planning et délai de livraison

Une attention particulière sera accordée au délai de livraison qui devra être le plus court possible, et dans tous les cas, inférieur à 20 semaines. Un planning des différentes phases de livraison (fourniture et installation) des équipements devra être fourni.

Autres

- Etat : Neuf
- Assistance au démarrage
- Formation et installation : la proposition devra comprendre l'installation et la formation à l'utilisation du matériel.
- L'offre doit intégrer une connectique de 5m minimum pour connecter le LiDAR à un PC.
- Mise à jour, firmwares et SDK seront téléchargeables ou mise à jour seront fournis gratuitement sur internet.

Lot 4 : Mise à niveau d'un système de capture de mouvement pour la simulation

Partie 1

Cette partie comprend l'acquisition de 6 caméras supplémentaires compatibles avec les caméras Vicon T-Series ainsi que les câbles et connectiques requis pour l'ajout au système existant.

La liste des matériels attendus est la suivante :

- 6 caméras VICON 5M 420Hz avec strobe compatibles T-Series.
- Câbles et connectiques associés.
- 1 switch POE pour caméras VICON.

Partie 2

Cette partie comprend la mise à jour du logiciel d'acquisition des données VICON nommé NEXUS.

La proposition doit comprendre :

- La mise à jour vers la dernière version de Nexus sous Windows 10 compatible avec l'architecture VICON existante (T-Series) et les caméras de la partie 1.
- 1 licence fixe.
- 2 licences flottantes sous forme de deux (2) dongles.

Partie 3

Cette partie comprend l'acquisition d'une station d'acquisition VICON mobile dédié.

2.1 – SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES

N°	Paramètre	Performance attendue (spécifiée)
1	Processeur	Intel Core i7 de 10 ^{ième} génération
2	Mémoire vive	32 Go >=
3	Disque dur	SSD 1To minimum
4	Carte graphique	Geforce GTX 1650 minimum
5	Carte réseau	10 Go minimum

Documentation technique

L'offre devra comprendre la fourniture d'un manuel d'utilisation en Anglais a minima

Garantie

La garantie sera d'au minimum deux (2) ans à compter de la date de fin d'installation des équipements. Cette garantie porte sur l'ensemble des matériels (pièces, main d'œuvre et déplacements).

Planning et délai de livraison

Une attention particulière sera accordée au délai de livraison qui devra être le plus court possible, et dans tous les cas, inférieur à 20 semaines. Un planning des différentes phases de livraison (fourniture et installation) des équipements devra être fourni.

Autres

- Etat : Neuf
- Assistance au démarrage
- Formation et installation : la proposition devra comprendre l'installation et la formation à l'utilisation du matériel.
- Mise à jour et firmwares seront téléchargeables ou mise à jour seront fournis gratuitement sur internet.

4. PERSONNE A CONTACTER

Pour tout renseignement technique complémentaire, contacter :

M. Philippe DESCAMPS
ESIGELEC
Technopôle du Madrillet
Avenue Galilée – BP 10024
76801 Saint Etienne du ROUVRAY Cedex
Mail : philippe.descamps@esigelec.fr
Tel : 02 32 91 58 26

Pour tout renseignement administratif complémentaire, contacter :

M. David QUENOT
ESIGELEC
Technopôle du Madrillet
Avenue Galilée – BP 10024
76801 Saint Etienne du ROUVRAY Cedex
david.quenot@esigelec.fr
Tel : 02 32 91 58 58

Lu et accepté

Le prestataire
(Date, cachet, signature)