



**FOURNITURE, LIVRAISON, INSTALLATION, MISE EN
SERVICE, FORMATION ET GARANTIE DE DETECTEURS
DE RAYONS X NEUFS POUR LE COMPTE DE
LABORATOIRE D'ANALYSE ET D'ARCHITECTURE DES
SYSTEMES (LAAS) - CNRS**

MARCHE N°24.14.043

**CAHIER DES CLAUSES
TECHNIQUES PARTICULIERES
N°24402**

SOMMAIRE

MARCHE N°24.14.043	1
PREAMBULE – CONTEXTE DE L'ACHAT	3
ARTICLE 1 - OBJET	4
ARTICLE 2 - DESCRIPTIF DU BESOIN A SATISFAIRE – PARTIE GLOBALE ET FORFAITAIRE	4
2.1 Description générale du besoin à satisfaire	4
2.2 Description des détecteurs	4
2.3 Description de l'électronique rapide	5
2.4 Description du logiciel de mesure et d'analyse	5
2.5 Système de pilotage de l'équipement	6
ARTICLE 3 - DESCRIPTIF DU BESOIN A SATISFAIRE – PARTIE A BONS DE COMMANDE	6
ARTICLE 4 - PERFORMANCE TECHNIQUE – NORMES – MARQUAGE	6
ARTICLE 5 - PERFORMANCE ECOLOGIQUE	6
ARTICLE 6 – EMBALLAGE ET TRANSPORT	7
ARTICLE 7 – CONTRAINTES SECURITAIRES	7
ARTICLE 8 – LIVRAISON.....	7
ARTICLE 9 – OPERATIONS DE VERIFICATION	7
9.1 Opération de vérification – partie globale et forfaitaire	7
9.2 Opération de vérification – partie à bons de commande.....	9
ARTICLE 10 – FORMATION	9
ARTICLE 11 - LIVRABLES.....	9
ARTICLE 12 – SUPPORT TECHNIQUE ET SERVICE APRES-VENTE.....	9
12.1 Logiciels de pilotage et de traitement des données	10
12.2 Support technique.....	10
12.3 Délais d'intervention en cas de panne	10
12.4 Délais de mise au point ou de réparation en cas de panne	10
12.5. Obligations relatives aux pièces détachées et consommables captifs	11

PREAMBULE – CONTEXTE DE L'ACHAT

Le laboratoire

Le Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes (LAAS-CNRS) est une unité propre du CNRS rattachée aux instituts CNRS Sciences informatiques et CNRS Ingénierie.

Situé à Toulouse, le LAAS-CNRS est associé par convention à 5 membres fondateurs de la COMUE Université de Toulouse :

- L'Université Toulouse III Paul Sabatier (UPS)
- L'Institut national des sciences appliquées de Toulouse (INSA)
- L'Institut national polytechnique de Toulouse (INPT)
- L'Université Toulouse - Jean Jaurès (UT2J)
- L'Université Toulouse I Capitole (UT1)

Les recherches

Les recherches menées au LAAS-CNRS visent à une compréhension fondamentale des systèmes complexes tout en considérant l'usage qui peut en découler. À l'inverse, de nombreuses problématiques sociétales ou industrielles, par exemple dans les domaines de l'aéronautique, de l'espace, de la santé, de l'énergie ou des réseaux de communication soulèvent des questions fondamentales qui nourrissent à leur tour l'inspiration des chercheurs.

Les applications

Le LAAS-CNRS a tissé un réseau de partenariat dans de nombreux domaines d'application :

- Aéronautique et espace
- Agriculture
- Énergie électrique
- Environnement
- Micro et nanosystèmes
- Santé et Silver économie
- Télécommunications
- Transports automobiles et ferroviaires
- Usine du futur
- Défense

Le cadre du projet technologique

La caractérisation est l'une des étapes clef dans la fabrication de composants électroniques et/ou optiques. Elle permet de vérifier la validité, l'homogénéité et la reproductibilité d'un procédé de fabrication à chaque étape et d'être très réactif vis-à-vis d'une dérive par rapport aux résultats attendus ou pour analyser une défaillance. Le bagage scientifique et technique ainsi que l'expérience des utilisateurs étant variables, cela nécessite une facilité d'utilisation pour rendre la caractérisation de surface accessible rapidement. Elle doit aussi pouvoir s'appliquer sur une grande variété d'échantillons ayant subi de nombreuses étapes technologiques possédant une composition, une nature (isolant/conducteur), des dimensions et des forme variables.

Le LAAS s'est équipé récemment d'un Microscope Electronique à Balayage (MEB) de très haute résolution. L'objectif du présent marché est donc d'équiper ce MEB de moyens avancés de caractérisation élémentaire par spectroscopie des rayons X, répondant à la fois aux besoins actuels et à l'évolution des domaines de recherche académiques et industriels dans les années futures.

Cet investissement a lieu dans le cadre du PEPR Électronique, dont les projets scientifiques portent sur un panel très large de dispositifs déjà étudiés au LAAS : systèmes MEMS/NEMS et MOEMS, RF et micro-ondes, systèmes et dispositifs de gestion de l'énergie, nanophotonique et intégration photonique, BioNEMS et Nanobiosystèmes, nanoélectronique, ... L'ensemble de ces projets ont un besoin croissant de caractérisation de surface pour la vérification et l'analyse de défaillance en cours de fabrication.

Les gains en performances du nouvel équipement porteront essentiellement sur :

- La possibilité de faire de la spectroscopie de rayons X caractéristiques (standard et haute résolution)
- La résolution spatiale à basse énergie,
- La possibilité de détecter les éléments légers avec précision
- La vitesse et la résolution d'acquisition permettant une cartographie sur de grandes surfaces
- Les outils de traitement des données automatiques,
- L'amélioration de la quantification des éléments

ARTICLE 1 - OBJET

Le marché porte sur la fourniture, la livraison, l'installation, la mise en service, la formation et la garantie de **deux systèmes neufs de caractérisation de surface par analyse spectroscopique en dispersion d'énergie des rayons X caractéristiques (EDX)**. Ces deux systèmes doivent être commandés et pilotés par la même électronique et le même logiciel.

Les exigences et caractéristiques techniques minimales requises sont détaillées ci-dessous.

ARTICLE 2 - DESCRIPTIF DU BESOIN A SATISFAIRE – PARTIE GLOBALE ET FORFAITAIRE

2.1 Description générale du besoin à satisfaire

Les deux systèmes doivent être installés sur un Microscopie Electronique à Balayage (MEB) : le Verios 5 UC de la société ThermoFisher. Les deux systèmes doivent être compatibles avec le MEB.

Ils sont composés :

- D'un détecteur avec fenêtre, dit "standard", qui permettra l'analyse jusqu'à 30keV
- D'un détecteur sans fenêtre, dit "WINDOW-LESS", qui permettra l'analyse à basse tension (<5kV) pour le maximum d'éléments du tableau périodique
- Une électronique commune pour l'acquisition et le traitement des mesures
- Un logiciel commun convivial pour la commande du système, le traitement et l'analyse des données

Les systèmes doivent permettre d'analyser les éléments chimiques en surface d'un wafer et assurer la caractérisation de structures multi-matériaux avec une résolution latérale inférieure à 50 nm.

Ils devront permettre l'analyse sur échantillon de 4 pouces (10cm de diamètre) tilté à 45°.

L'ensemble sera garanti 2 ans.

Les étapes d'acquisition des mesures, de traitement et d'analyse des données sont décrites de façon précise dans l'offre du Titulaire. Un synopsis d'acquisition (choix paramètres, acquisition signal, traitement du signal et mise en forme de rapport) doit être proposé.

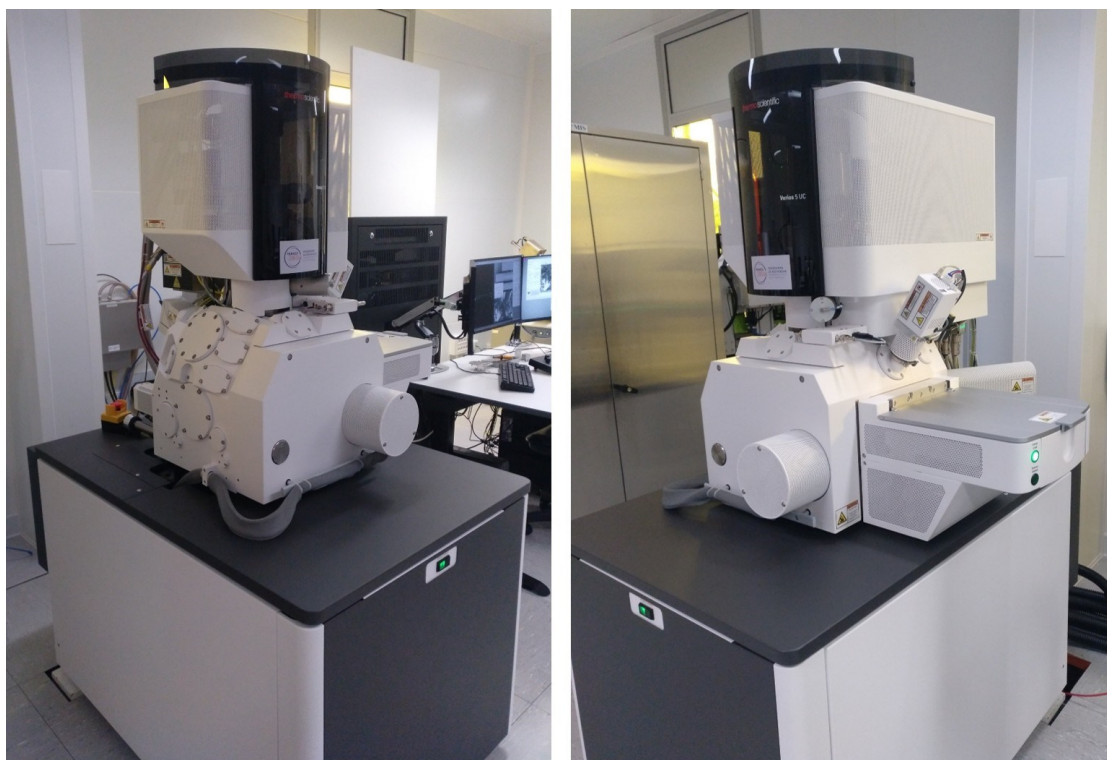
2.2 Description des détecteurs

La taille du capteur pour chaque détecteur ainsi que l'angle solide de collection des rayons X sont décrits dans l'offre du Titulaire.

La gamme d'éléments détectés à 1, 5 et 30keV d'énergie pour le faisceau d'électrons incident ainsi que la résolution pour les raies K α du Manganèse et du Carbone sont précisées dans l'offre du Titulaire pour chacun des détecteurs.

Le système doit permettre l'ouverture de la chambre (rare car sas) et l'utilisation du plasma de nettoyage sans affecter les détecteurs. **La procédure de mise en sécurité des détecteurs lors d'une ouverture ou nettoyage par plasma de la chambre est précisée dans l'offre du Titulaire.**

Le Titulaire décrit les ports du microscope sur lesquels il compte installer les détecteurs et présente si possible une variante de positionnement.



Photos du microscope électronique à balayage sur lequel seront installés les EDX

2.3 Description de l'électronique rapide

L'offre du Titulaire précise :

- Le nombre de coups maximum acceptés par l'électronique,
- Le nombre de détecteurs pouvant être installés sur l'électronique sachant qu'au moins 2 détecteurs doivent pouvoir y être installés. L'offre du Titulaire précise si les 2 détecteurs peuvent fonctionner en même temps.

2.4 Description du logiciel de mesure et d'analyse

Le logiciel de mesure doit permettre le traitement des données issues des détecteurs et de l'électronique rapide.

Il doit permettre également la définition de régions d'intérêt : point sur l'image MEB, ligne ou cartographie (map) afin de réaliser des mesures spatiales.

Les modalités de définition et d'utilisation des régions d'intérêt ainsi les différents modes de mesure possibles sont précisées dans l'offre du Titulaire.

Le logiciel doit permettre de faire des acquisitions automatiques pour faire des cartographies de grandes tailles et grande résolution. **L'offre du Titulaire précise la taille maximale en pixel qui peut être réalisée par cette cartographie ainsi que le fonctionnement de ce mode d'acquisition.**

Le logiciel d'analyse doit permettre de limiter ou d'annuler la dérive des signaux dû aux charges. **L'offre du Titulaire la tolérance au désalignement.**

Le logiciel doit posséder une bibliothèque des matériaux avec leurs raies caractéristiques et pouvoir assurer l'analyse manuelle et automatique de matériaux élémentaires. **L'offre du Titulaire précise le nombre d'éléments présents dans la bibliothèque ainsi que l'énergie des raies couvertes.**

Le logiciel d'analyse doit permettre la quantification des éléments. **L'offre du Titulaire précise la méthode utilisée et s'il y a nécessité d'un étalonnage de l'équipement en indiquant : la fréquence de l'étalonnage, la nature du/des étalons nécessaires et si celui/ceux-ci sont fournis avec l'équipement.**

L'ensemble des données de mesure et d'analyse doit pouvoir être exporté dans un format permettant l'interopérabilité avec d'autres logiciels (pour les mesures : txt, cvs ou xlsx et exportation des analyses : word ou équivalent). Le logiciel permettra d'éditer des rapports de mesure rapidement.

Le format des fichiers de mesure et d'analyse pouvant être exportés sont décrits dans l'offre du Titulaire. Un exemple de rapport est demandé.

2.5 Système de pilotage de l'équipement

L'ensemble de l'équipement doit être piloté à partir d'un ordinateur industriel fourni par le Titulaire et équipé d'au moins une carte réseau disponible pour l'interfaçage avec le réseau du LAAS (indépendant de celui/ceux nécessaire pour le fonctionnement de l'équipement).

L'équipement doit autoriser l'accès à l'extérieur (Internet) ou le contrôle externe par un logiciel de type Virtual Network Control (VNC) et l'utilisation du logiciel BOMGAR ou Meshcentral (seuls logiciels de contrôle à distance autorisés par le laboratoire).

Tous les disques d'installation et les licences du système d'exploitation de l'ordinateur ou des logiciels installés nécessaires à l'exploitation de l'équipement, doivent être fournis.

Le système d'exploitation doit être windows 11 ou s'il est sur windows 10 lors de l'achat. Le Titulaire s'engage à le passer sur windows 11 avant la fin de la garantie du système.

Dans la mesure du possible, l'ordinateur doit pouvoir être reconfiguré par le LAAS afin d'être compatible avec l'administration actuelle de son réseau.

ARTICLE 3 - DESCRIPTIF DU BESOIN A SATISFAIRE – PARTIE A BONS DE COMMANDE

Une prestation de déménagement peut être commandée.

Selon ses besoins et si les EDX acquis au titre du présent marché doivent être déplacés dans le cadre d'un déménagement (d'une salle à une autre au sein des locaux du laboratoire), le LAAS-CNRS peut commander au titre de la partie à bons de commande une prestation globale de préparation, de démontage, de réinstallation et de remise en service des EDX.

Le Titulaire doit démonter les EDX en vue du déplacement du microscope électronique sur lequel les EDX sont installés.

Une fois le MEB déplacé par le LAAS-CNRS, le Titulaire doit remonter les EDX sur le MEB et les remettre en service.

Les prestations comprennent tous les frais nécessaires à l'exécution des prestations (déplacement, hébergement, main d'œuvre, pièces, etc.).

ARTICLE 4 - PERFORMANCE TECHNIQUE – NORMES – MARQUAGE

Les fournitures proposées au titre du marché devront être conformes aux normes européennes en vigueur au moment de la livraison.

L'équipement doit assurer sa compatibilité avec l'environnement (salle de microfabrication de classe 10000 ou ISO5).

Le marquage CE doit être apposé sur l'équipement. Il doit être visible, lisible et indélébile.

Les fournitures doivent être munies d'une plaque portant le nom du fabriquant, le type d'équipement et le n° de fabrication.

ARTICLE 5 - PERFORMANCE ECOLOGIQUE

Le Titulaire fera et décrira les mesures prises pour réduire l'impact écologique des prestations fournies au titre du marché, notamment :

- En traitant les déchets liés à la fabrication et au transport des matériels pour en réduire les impacts écologiques négatifs ;
- En proposant un équipement économe en énergie ;

- En proposant un équipement de matériaux recyclés ou recyclables ;
- En proposant des moyens de transport respectueux de l'environnement.

ARTICLE 6 – EMBALLAGE ET TRANSPORT

Les risques afférents au transport et à la livraison de l'équipement seront à la charge du Titulaire.

La récupération des emballages relatifs aux matériels livrés sera à la charge du Titulaire.

Le Titulaire est incité à utiliser un emballage respectueux de l'environnement.

ARTICLE 7 – CONTRAINTES SECURITAIRES

L'équipement devra respecter les exigences essentielles de santé et de sécurité énumérées dans la directive dite « Machines » 2006/42/CE.

Le matériel fourni par le Titulaire devra être conforme à la directive Européenne 2011/65/UE visant à limiter l'utilisation de substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques.

ARTICLE 8 – LIVRAISON

Les livraisons doivent être effectuées aux heures d'ouverture et au lieu indiqué ci-dessous :

**CNRS – Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes (LAAS)
Salle blanche – Bâtiment G – 1^{er} étage
7, avenue du Colonel Roche
31031 TOULOUSE CEDEX 4**

Pour plus de détails : voir article 6 du CCAP n°24401.

ARTICLE 9 – OPERATIONS DE VERIFICATION

9.1 Opération de vérification – partie globale et forfaitaire

Par dérogation à l'article 28 du CCAG-FCS, l'équipement est admis définitivement sur le site du LAAS après la réalisation et la validation par l'acheteur de l'ensemble des étapes listées ci-dessous.

Le titulaire est responsable de la bonne installation et de la mise en service des EDX sur le MEB. Celui-ci sera responsable de tout problème engendré sur le MEB par l'installation ou la mise en service des EDX. Le cas échéant, les problèmes devront être résolus aux frais du titulaire.

➤ Protocole d'admission 1^{ère} phase : réception provisoire sur le site du LAAS

La 1^{ère} phase comprend les prestations suivantes :

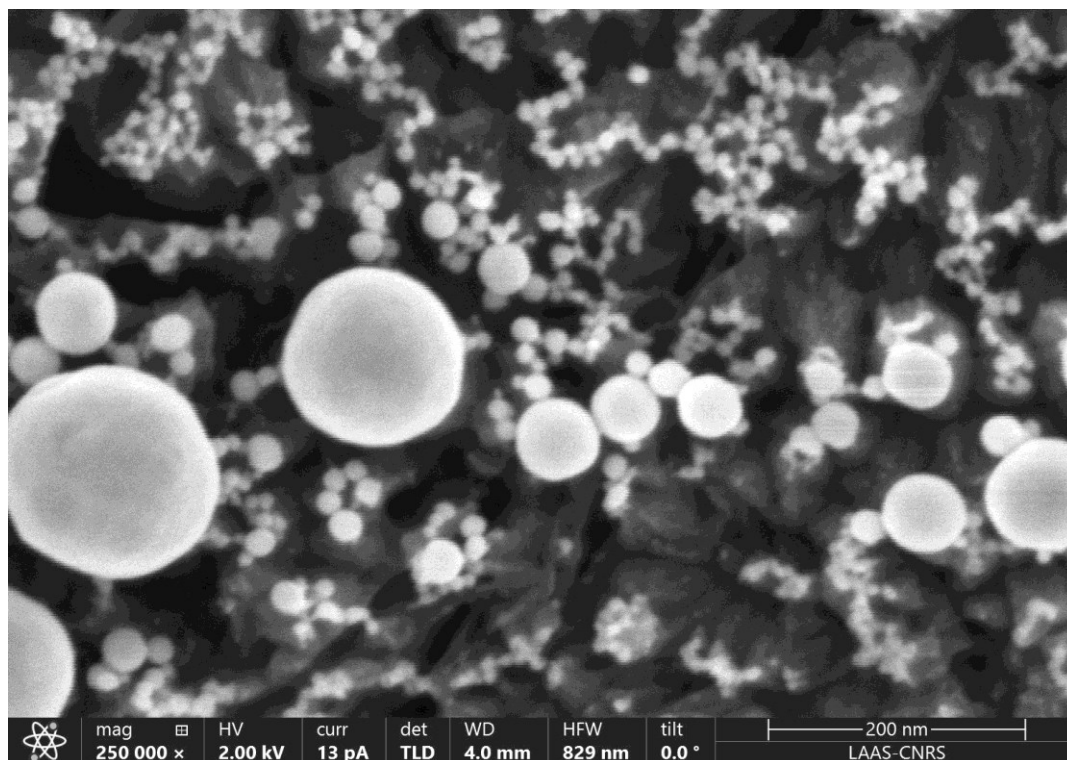
- Livraison,
- Installation,
- Mise en service partielle (électricité).

Un état des lieux du microscope d'accueil est effectué par le LAAS-CNRS avant installation des deux détecteurs. Un PV d'état des lieux est établi.

L'état des lieux consiste à réaliser un protocole de vérification du bon fonctionnement du microscope avant l'installation des détecteurs, afin de démontrer le bon fonctionnement et les performances du microscope avant installation des détecteurs.

Avant l'installation, le LAAS-CNRS réalise le protocole de vérification suivant :

- Acquisition de 2 images haute résolution sur échantillon type billes d'étain sur carbone. Les images sera faite à 2kV, 13pA avec une distance de travail à 4mm, un grandissement supérieur à 150000 et échantillon à plat ou tilté à 45°. Nous mesurerons la résolution avec la procédure décrite par le fabricant du microscope (utilisation du logiciel « image » pour la mesure de la résolution). Ci-joint une photo type de ce qui sera acquis.



⇒ **Protocole d'admission 2^{de} phase : réception définitive sur le site du LAAS**

Les opérations ci-dessous sont effectuées dans un délai maximal de 6 semaines après la réception provisoire de l'équipement.

L'équipement est admis définitivement après réalisation des opérations suivantes :

- Mise en service définitive en conformité avec les performances techniques et fonctionnelles spécifiées dans le marché,
- Réalisation des tests classiques du Titulaire et des procédés d'acceptation décrits ci-dessous,
- Fin de la formation,
- Remise des livrables et du rapport de test.

Description des 2 procédures d'acceptation :

Les procédés d'acceptation correspondent à la réussite des mesures effectuées sur différents échantillons fournis par le LAAS.

⇒ **Procédure n°1 : mesures d'échantillon pur (métaux 5N : 99.999%)**

Vérification des étalonnages (énergies et résolution des pics d'énergies) avec 2 métaux purs fournis par le LAAS : Aluminium et Or

- Configuration d'acquisition : à plat (Tilt=0°)
- Mode de mesure : point ou zone
- Mesures de contrôle : valeurs d'énergie données par avance par le constructeur

⇒ **Procédure n°2 : mesures sur des empilements d'oxyde et de nitrure de Silicium :**

Mesure d'un empilement de couche d'oxyde de silicium (~200nm) et de nitrure de silicium (~200nm d'épaisseur) sur silicium. Les mesures seront faites sur un substrat clivé où les couches auront été déposées. L'échantillon sera fourni par le LAAS.

- 2 configurations d'acquisition : sur la tranche (échantillon mis à 90°) et sur un échantillon incliné (Tilt = 45°)
- 2 modes de mesure : ligne et cartographie
- Mesures de contrôle (réalisées par le LAAS) au moyen d'un ellipsomètre.

Un état des lieux du microscope d'accueil est effectué par le LAAS-CNRS après installation des deux détecteurs. Un PV d'état des lieux est établi.

L'état des lieux consiste à réaliser un protocole de vérification du bon fonctionnement du microscope après l'installation des détecteurs, afin de démontrer le bon fonctionnement et les performances du microscope après installation des détecteurs.

Après l'installation, le LAAS-CNRS réalise le protocole de vérification suivant :

- Cf. protocole de vérification (état des lieux) avant l'installation. Le même protocole est appliqué après installation.

9.2 Opération de vérification – partie à bons de commande

Après les opérations de déménagement, le Titulaire doit s'assurer du bon fonctionnement des EDX remis en service. Pour cela, il doit réaliser à minima les tests effectués au titre de la partie globale et forfaitaire.

Un état des lieux du microscope d'accueil (cf. article 9.1) sera effectué par le LAAS-CNRS avant le démontage des EDX et après la réinstallation des EDX.

Une décision d'admission sera prononcée à l'issue des opérations de vérification si les EDX répondent aux critères de réception.

ARTICLE 10 – FORMATION

Le marché inclut, à la charge du Titulaire, la dispense d'une (1) formation **sur site du LAAS** à l'utilisation de l'équipement, à l'utilisation du logiciel d'acquisition et de mesure et aux principales tâches de maintenance, **pour au moins 3 personnes**. Cette formation est dispensée à l'issue de la mise en service de l'équipement.

Les dates de réalisation des formations sont définies d'un commun accord entre le LAAS-CNRS et le Titulaire après la notification du marché.

ARTICLE 11 - LIVRABLES

À minima, le Titulaire fournira l'ensemble des documents listés ci-dessous :

- Documentation détaillée de l'équipement (en anglais) ;
- Documentation détaillée du logiciel de mesure et d'analyse (en anglais) ;
- Documentation des principales tâches de maintenance (en anglais).

Le Titulaire est vivement incité à produire également ces documents en français.

ARTICLE 12 – SUPPORT TECHNIQUE ET SERVICE APRES-VENTE

Les prestations de service après-vente du Titulaire s'exécuteront durant toute la période de garantie.

Le Titulaire s'engage à assurer dans le cadre du marché, le service après-vente décrit dans son offre technique. Les éléments qui y figurent sont :

- Le contenu de la garantie (nombre de visites préventives, etc.) ;
- Les conditions d'assistance aux utilisateurs ;
- Les horaires et jours d'ouverture du SAV ;
- Le service d'assistance par téléphone (coordonnées, horaires, etc.) ;
- Les modalités d'intervention ;
- Les délais d'interventions en cas de panne ;
- Les moyens mis en œuvre sur les équipements en cas de panne ;
- Le nombre de personnels disponibles et leur qualification.

Le service après-vente pendant la période de garantie peut prévoir des opérations (visites) de maintenance préventive ou d'entretien.

En tout état de cause, le service après-vente prévoit au minimum et sans surcoût pendant la durée de garantie les services décrits aux articles suivants :

12.1 Logiciels de pilotage et de traitement des données

Le service après-vente du Titulaire inclut au minimum et pour une durée de 2 ans :

- Les mises à jour et changements de version des logiciels de pilotage ;
- Les mises à jour des logiciels de traitement des données.

La mise à jour s'entend comme une évolution dans une même version du logiciel (passage d'une version 5.0 à 5.1 par exemple).

Le changement de version s'entend comme le passage d'une version 5.1 à 6.0 par exemple.

Les autres engagements du Titulaire concernant les logiciels figurent dans son offre.

Le Titulaire garantit la conformité des logiciels standards aux spécifications du marché, ainsi qu'à celles que son offre technique.

À ce titre, pendant la durée de garantie, le Titulaire corrige gratuitement toute anomalie de fonctionnement de son logiciel par rapport aux spécifications du marché.

Lorsque l'anomalie est constatée sur un logiciel standard dont le Titulaire n'est pas l'éditeur, le Titulaire met en œuvre les clauses de garantie prévues par l'éditeur du logiciel standard concerné qui sont préalablement portées à la connaissance de l'acheteur. La correction est effectuée gratuitement.

Pour l'application du présent article, l'acheteur établit un compte rendu écrit de ces anomalies en donnant tous les éléments nécessaires à leur identification par le Titulaire. Ce compte rendu doit être porté à la connaissance du Titulaire dès la constatation de l'anomalie par le pouvoir adjudicateur.

12.2 Support technique

Le service après-vente du Titulaire inclut un support technique (y compris sur les logiciels) gratuit et illimité pendant les jours ouvrés pendant toute la période de garantie de l'équipement.

Le support technique est accessible par téléphone (appel non surtaxé) et par courriel.

Le Titulaire s'engage sur un délai de réponse inférieur à 48H.

Les autres engagements du Titulaire concernant le support technique figurent dans son offre.

12.3 Délais d'intervention en cas de panne

Pendant toute la période de garantie, le Titulaire a une obligation de résultat concernant le respect des délais d'intervention sur site en cas de panne de l'équipement acheté en application du présent marché.

Par dérogation aux stipulations de l'article 3.2.2 du CCAG FCS, ce délai s'entend en jours ouvrés à compter de la demande d'intervention. Il prend en compte la localisation du site d'implantation de l'équipement objet du marché. Ce délai est obligatoirement inférieur ou égal à 15 jours ouvrés.

La demande d'intervention par le bénéficiaire peut être effectuée par téléphone, confirmée par voie électronique ou par télécopie. L'enregistrement de la demande d'intervention doit faire l'objet d'une confirmation écrite (courriel ou télécopie) par le Titulaire.

Le délai d'intervention commence dès l'enregistrement de la demande d'intervention du Bénéficiaire par le Titulaire. Par dérogation aux stipulations de l'article 3.2.2 du CCAG/FCS, ce délai s'entend en jours ouvrés à compter de la demande d'intervention.

Dans le cas du non-respect de ce délai, le Titulaire encourt une pénalité telle que décrite à l'article 9.2 du CCAP n°24401.

12.4 Délais de mise au point ou de réparation en cas de panne

Pendant toute la période de garantie, le Titulaire a une obligation de résultat dans le délai imparti concernant la remise en état de fonctionnement opérationnel de l'équipement en conformité avec les performances techniques et fonctionnelles prévues initialement dans le marché.

Conformément aux stipulations de l'article 33.3 du CCAG FCS, le délai dont dispose le Titulaire pour effectuer une mise au point ou une réparation qui lui est demandée est celui qui est fixé par décision du Directeur du LAAS ou son représentant (bénéficiaire), après consultation du Titulaire.

Le point de départ de ce délai de mise au point ou de réparation en cas de panne commence à la date de première intervention sur site du Titulaire ou en cas d'absence d'intervention du Titulaire, à la date de la demande d'intervention du bénéficiaire.

Passé ce délai, le Titulaire encourt des pénalités telles que fixées à l'article 9.2 du CCAP n°24401.

En cas de retour à l'usine de l'équipement pour réparation, les frais d'expédition aller et retour sont à la charge du Titulaire.

12.5. Obligations relatives aux pièces détachées et consommables captifs

Le Titulaire s'engage à remplacer les pièces détachées usagées et à fournir les consommables captifs correspondants, pendant une durée minimale de 10 ans à compter de la date d'admission de l'équipement acheté en application du présent marché.

Dans le cas contraire le Titulaire encourt une pénalité telle que décrite à l'article 9.4 du CCAP n°24401.