



CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES

MARCHÉ PUBLIC DE FOURNITURES COURANTES ET DE SERVICES

Acquisition de deux tubes à rayons X (neufs)

N° du CCTP : 25SFA015

Université Grenoble Alpes
Laboratoire IGE
CS 40700
38058 Grenoble Cedex

SOMMAIRE

1	Présentation du projet.....	3
2	Tube à rayons X haute résolution	3
2.1	Caractéristiques techniques attendues	3
2.1.1	Tube à rayons X	3
2.1.2	Fonctionnement	4
2.1.3	Contrôle	4
2.2	Prestations attendues	4
2.3	Prestations supplémentaires éventuelles (PSE)	5
2.3.1	PSE facultative n° 1 : Extension d'un an de la garantie	5
2.3.2	PSE facultative n° 2 : Extension de trois ans de la garantie	5
3	Tube à rayons X micro-focus.....	5
3.1	Caractéristiques techniques attendues	5
3.1.1	Tube à rayons X	5
3.1.2	Fonctionnement	6
3.1.3	Contrôle	6
3.2	Prestations attendues	6
3.3	Prestations supplémentaires éventuelles (PSE)	6
3.3.1	PSE facultative n° 3 : Extension d'un an de la garantie	6
3.3.2	PSE facultative n° 4 : Extension de trois ans de la garantie	6

1 Présentation du projet

À travers les projets interdisciplinaires MuSiToX (Multi-résolution Simultanée en Tomographie X) et CPER MECASNOW, l'Université Grenoble Alpes (UGA) vise à développer un nouvel instrument d'imagerie 3D. Le projet est porté par un consortium de 10 laboratoires du site grenoblois (3SR, SIMAP, LEPMI, LEGI, LIPHY, IGE, STROBE, TIMC, Institut Néel) ainsi que par des plateformes et laboratoires d'excellence (CMTC, GRICAD, PEI, MIAI, CEMAM, TEC21).

Ce nouvel outil de caractérisation par tomographie à rayons X devra permettre des analyses multi-résolutions simultanées. Il devra aussi offrir la possibilité d'imager des phénomènes dynamiques en temps réel, d'exploiter le contraste de phase et d'imager en volume des échantillons fixes (en utilisant les mouvements des tubes et des détecteurs).

Cet outil sera utilisé par les différents laboratoires pour répondre à des problématiques scientifiques dans des domaines variés, tels que la santé, les matériaux, les procédés et l'environnement. Certaines de ces applications nécessitent la capacité d'observer des structures de quelques micromètres. Ces applications requièrent une haute stabilité du système, notamment pour l'exploitation du contraste de phase par méthode de "speckle". La multi-résolution sera obtenue par le fonctionnement simultané d'au moins deux tubes à rayons X ; un faible encombrement de la tête des tubes est requis pour ces configurations multi-résolutions. L'outil final se veut versatile, nécessitant une bonne maniabilité et un faible encombrement des tubes à rayons X utilisés.

Le tomographe sera construit par l'assemblage d'équipements distincts. La présente offre concerne l'acquisition de deux tubes à rayons X : (1) un tube à rayons X haute résolution, (2) un tube à rayons X microfocus. L'offre comprend les tubes à rayons X ainsi que les accessoires nécessaires à leur fonctionnement et leur contrôle.

2 Tube à rayons X haute résolution

2.1 Caractéristiques techniques attendues

2.1.1 Tube à rayons X

Le tube sera neuf.

Le tube doit être homologué norme NF C 74-100 à la réception de l'offre.

Le tube à rayon X sera un tube ouvert permettant de faire varier la tension d'accélération de 40kV à une tension maximale de 160kV. La puissance maximale de cible doit être comprise entre 4W et 25W. La cible sera en transmission.

Le filament et la cible doivent pouvoir être changés par l'utilisateur. Le tube doit pouvoir être utilisé avec des filaments LaB6. La possibilité d'utiliser d'autres types de filament sera valorisée. Le candidat précisera les types de filaments pouvant être utilisés avec la source et les caractéristiques de la source associées à chaque type de filament (tension, courant, puissance de cible, distance source-échantillon minimale, résolution).

Le tube devra être livré avec une cible en Tungstène sur un support en diamant (cible maximisant le flux). Si nécessaire le tube pourra être livré en plus avec une seconde cible en Tungstène d'épaisseur différente et/ou sur un autre substrat pour maximiser la résolution. Le candidat précisera si des cibles d'autres natures et avec différents substrats sont utilisables avec le tube. La possibilité d'utiliser des cibles de différentes natures sera valorisée.

Le tube doit être refroidi par un système à circulation de liquide. Le candidat précisera le type de liquide, les puissances et débits nécessaires au bon refroidissement du tube. Le refroidisseur ainsi que les tuyaux nécessaires au fonctionnement devront être fournis.

Le titulaire fournira les pompes primaire et secondaire nécessaires à l'établissement du vide dans le tube, ainsi que les connectiques nécessaires à leur utilisation.

Le tube doit permettre d'obtenir une résolution inférieure à 1 μ m (dans les deux directions perpendiculaires à la direction d'émission des rayons X). Le candidat indiquera la meilleure résolution atteignable (horizontale et verticale) à 100kV en précisant le courant de cible. Des petites valeurs de cette résolution à 100kV seront valorisées. Le candidat précisera le courant de cible maximal pouvant être utilisé à 100kV pour maintenir une résolution à 1 μ m. Des grandes valeurs de ce courant maximal seront valorisées. Le candidat indiquera les détails de la méthode de mesure de résolution.

Afin de tirer le meilleur parti de cette haute résolution, la distance minimale entre le point focal et l'échantillon devra être inférieure ou égale à 1mm. Des faibles valeurs de cette distance seront valorisées.

La position du point focal doit être stable : après une chauffe d'une heure, le déplacement du point focal ne doit pas dépasser 5 μ m dans les directions perpendiculaires à la direction d'émission des rayons X et ce pendant au moins 2 heures. La vitesse de dérive du spot ne doit pas dépasser 3 μ m/h pendant au moins 2 heures. Les mesures seront faites à 100kV et à un courant de cible intermédiaire (qui sera précisé par le candidat). Une meilleure stabilité sera valorisée. La mesure de stabilité de la source doit être faite sans utiliser de méthode de refocalisation automatique. Le candidat indiquera les détails de la méthode de mesure de stabilité.

Le tube devra être suffisamment compact et maniable pour être déplacé dans une cabine de 6m par 4,5m et être utilisé de manière simultanée avec d'autres tubes à rayons X. La solution consistant à ne pas avoir de câble haute tension entre le générateur haute tension et la source de rayons X sera valorisée. Toute solution technique équivalente, permettant le déplacement du tube sur plus de 3m, pourra être considérée. Le candidat précisera la masse du tube, les points de fixations, le volume occupé par le tube et l'encombrement du tube dans un rayon de 20cm autour du point focal. Des encombrements plus réduits seront valorisés.

La longueur de câble entre le tube à rayons X et l'unité de contrôle doit être de 7m au minimum. La longueur de câble entre l'unité de contrôle et le PC de contrôle doit être de 5m minimum.

2.1.2 Fonctionnement

Le système ne doit nécessiter pour un fonctionnement optimal que :

- d'une alimentation en 380V triphasé ou 220V monophasé
- d'un circuit de liquide de refroidissement standard
- d'une alimentation en air comprimé
- d'une salle climatisée entre 20 et 24°C.

2.1.3 Contrôle

Le tube doit pouvoir être contrôlé par une interface installée sous Windows. Le candidat listera les OS compatibles avec le contrôle du tube ainsi que la configuration requise pour le contrôle.

L'ordinateur du contrôle ne sera pas fourni par le titulaire dans le cadre de ce marché. Si nécessaire, une licence du logiciel de contrôle sera fournie. Il doit y avoir une aide contextuelle sur les fonctions de programmation accessibles.

Le tube devra pouvoir être contrôlé par une liaison série sans passer par les librairies compilées.

Le logiciel de contrôle devra être également compatible avec le tube à rayons X micro-focus afin que les deux sources puissent être pilotées simultanément à partir du même ordinateur.

La compatibilité du logiciel de contrôle avec les tubes à rayons X déjà présents sur le site (Hamamatsu L12161, Hamamatsu L10711, Hamamatsu L10801) sera valorisée.

La possibilité d'accéder, en langage Python, à l'ensemble des fonctions du tube à travers une API sera valorisée. Des manuels d'utilisation de cette API ainsi que des exemples doivent être fournis le cas échéant.

2.2 Prestations attendues

Le tube doit être livré avec le kit d'entretien nécessaire pour la maintenance courante.

Le tube doit être livré avec des filaments de rechange. En plus du filament LaB6 déjà présent dans le tube, le titulaire devra fournir 1 filament LaB6 et 2 filaments de chaque autre type.

Le candidat listera les pièces de rechange (cible, filament, pompe primaire, pompe secondaire, le cas échéant câble haute tension) et les interventions (telle que le repolissage du tube) pouvant être réalisées sur le tube pour assurer son bon fonctionnement. Le candidat s'engage sur une disponibilité minimale de 5 ans des pièces de rechange et interventions. Le candidat précisera le prix de ces pièces et de ces interventions. Une possibilité d'extension de la disponibilité des pièces et interventions sur 10 ans sera valorisée.

2.3 Prestations supplémentaires éventuelles (PSE)

2.3.1 PSE facultative n°1 : Extension d'un an de la garantie

Une proposition d'extension de garantie d'un an (au-delà des 12 mois prévus au marché) peut être faite.

2.3.2 PSE facultative n°2 : Extension de trois ans de la garantie

Une proposition d'extension de garantie de trois ans (au-delà des 12 mois prévus au marché) peut être faite.

3 Tube à rayons X micro-focus

3.1 Caractéristiques techniques attendues

3.1.1 Tube à rayons X

Le tube sera neuf.

Le tube doit être homologué norme NF C 74-100 à la réception de l'offre.

Le tube à rayon X sera un tube scellé permettant de faire varier la tension d'accélération de 40kV à une tension maximale de 150kV. La puissance maximale du tube doit être comprise entre 50W et 100W. La cible sera en réflexion.

Le filament et la cible seront en Tungstène.

Le tube doit permettre d'obtenir une résolution de 5µm (dans les deux directions perpendiculaires à la direction d'émission des rayons X). Le candidat précisera le courant maximal utilisable à 100kV pour maintenir une résolution de 5µm. Des grandes valeurs de ce courant maximal seront valorisées.

La position point focal doit être stable : après une chauffe d'une heure, le déplacement du point focal ne doit pas dépasser 20µm dans les directions perpendiculaires à la direction d'émission des rayons X et ce pendant au moins 2 heures. La vitesse de dérive du spot ne doit pas dépasser 15µm/h pendant au moins 2 heures. Les mesures seront faites à la tension maximale et à un courant de cible intermédiaire (qui sera précisé par le candidat). Une meilleure stabilité sera valorisée. La mesure de stabilité de la source doit être faite sans utiliser de méthode de refocalisation automatique. Le candidat indiquera les détails de la méthode de mesure de stabilité.

Le candidat précisera la valeur de la distance minimale entre le point focal et l'échantillon. Des faibles valeurs de cette distance seront valorisées.

Le tube devra être suffisamment compact et maniable pour être déplacé dans une cabine de 6m par 4.5m et être utilisé de manière simultanée avec d'autres tubes à rayons X. La solution consistant à ne pas avoir de câble haute tension entre le générateur haute tension et la source de rayons X sera privilégiée. Toute solution technique équivalente, permettant le déplacement du tube sur plus de 3m, pourra être considérée. Afin de garantir sa maniabilité, le tube à rayons X devra peser moins de 15kg. Le candidat précisera les points de fixations, le volume occupé par le tube et l'encombrement du tube dans un rayon de 20cm autour du point focal. Des encombrements plus réduits seront valorisés.

La longueur de câble entre le tube à rayons X et l'unité de contrôle doit être de 7m minimum. La longueur de câble entre l'unité de contrôle et le PC de contrôle doit être de 5m minimum.

3.1.2 Fonctionnement

Le système ne doit nécessiter pour un fonctionnement optimal que :

- d'une alimentation en 380V triphasé ou 220V monophasée
- d'un système de refroidissement
- d'une alimentation en air comprimé
- d'une salle climatisée entre 20 et 24°C.

3.1.3 Contrôle

Le tube doit pouvoir être contrôlé par une interface installée sous Windows. Le candidat listera les OS compatibles avec le contrôle du tube ainsi que la configuration requise pour le contrôle.

L'ordinateur du contrôle ne sera pas fourni par le titulaire dans le cadre de ce marché. Une seule licence du logiciel de contrôle est demandée. Il doit y avoir une aide contextuelle sur les fonctions de programmation accessibles.

Le tube devra pouvoir être contrôlé par une liaison série sans passer par les librairies compilées.

Le logiciel de contrôle devra être également compatible avec le tube à rayons X haute-résolution afin que les deux sources puissent être pilotées simultanément à partir du même ordinateur.

La compatibilité du logiciel de contrôle avec les tubes à rayons X déjà présents sur le site (Hamamatsu L12161, Hamamatsu L10711, Hamamatsu L10801) sera valorisée.

La possibilité d'accéder, en langage Python, à l'ensemble des fonctions du tube à travers une API sera valorisée. Des manuels d'utilisation de cette API ainsi que des exemples doivent être fournis le cas échéant.

3.2 Prestations attendues

Le tube devra pouvoir être reconditionné. Le candidat précisera la durée de vie moyenne du tube (en temps de faisceau) avant reconditionnement. Le candidat précisera le nombre de reconditionnements possibles et le prix unitaire de chaque reconditionnement sur une durée de 5 ans.

Le candidat s'engage sur une disponibilité minimale de 5 ans des pièces de rechange. Le candidat précisera le prix de ces pièces (notamment câble haute tension le cas échéant).

3.3 Prestations supplémentaires éventuelles (PSE)

3.3.1 PSE facultative n°3 : Extension d'un an de la garantie

Une proposition d'extension de garantie d'un an (au-delà des 12 mois prévus au marché) peut être faite.

3.3.2 PSE facultative n°4 : Extension de trois ans de la garantie

Une proposition d'extension de garantie de trois ans (au-delà des 12 mois prévus au marché) peut être faite.