	DES IRESNE DEC SA3E LAMIR	Spécification Technique de Besoin	Page
		DEC/SA3E/DL.2024-114	

Spécification Technique de Besoin

Fourniture d'une caméra thermique rapide à haute résolution

Niveau de protection du marché

Marché de défense ou sécurité (MDS) : ~~oui~~* non
(si oui, le marché doit être soit sensible soit classifié)

Cocher la case :

- ☒ Libre
☐ Sensible* ☐ sans contrôle élémentaire a avec contrôle élémentaire
☐ Classifié* ☐ sans détention ☐ avec détention ☐ CD SD

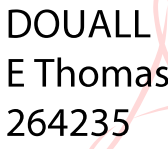

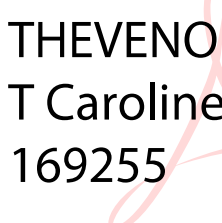
Protection des informations (application de l'arrêté du 30 novembre 2011 - IGI 1300)

Cocher la case :

- ☐ Le présent cahier des charges / DCE ne contient aucune information sensible ; il peut être mis en ligne sur la plateforme dématérialisée du CEA
☐ Le présent cahier des charges / DCE contient des informations sensibles (et non classifiées) : sa mise en ligne sur la plateforme dématérialisée du CEA doit se faire par conteneur crypté.

* Signature Correspondant Sécurité Département
Nom, prénom


Visa

REDACTEUR (nom, fonction, visa)	VERIFICATEUR (nom, fonction, visa)	APPROBATEUR (nom, fonction, visa, date)
Thomas DOUALLE  DOUALLE Thomas 264235 Signature numérique de DOUALLE Thomas 264235 Date : 2025.05.16 09:40:05 +02'00'	Matthieu Reymond  REYMOND Matthieu 261155 Signature numérique de REYMOND Matthieu 261155 Date : 2025.05.16 09:48:22 +02'00'	Caroline THEVENOT  THEVENOT Caroline 169255 Signature numérique de THEVENOT Caroline 169255 Date : 2025.05.16 10:00:45 +02'00'

CEA

Centre CEA CADARACHE | 13115 SAINT PAUL LEZ DURANCE
T. +33 (0)4 42 25 35 06 – secrétariat : +33 (0)4 42 25 45 72
caroline.thevenot@cea.fr – secrétariat : fabienne.kervegant@cea.fr
Etablissement public à caractère industriel et commercial
RCS Paris B 775 685 019

Direction des énergies
Département d'études des combustibles
Service d'analyses, d'élaboration, d'expérimentations et d'examen
des combustibles
Laboratoire de la migration des radioéléments

	DES IRESNE DEC SA3E LAMIR	Spécification Technique de Besoin	Page
		DEC/SA3E/DL.2024-114	

LISTE DE DIFFUSION

Destinataires :


Fournisseurs consultés

Diffusion interne

Dpt/Service/Labo	Nom du destinataire	Nb d'exemplaires	Observations
DSTG/SC			
DEC/SA3E	O. PINET		
DEC/SA3E/LAMIR	C. THEVENOT		
	H. CAPDEVILA		
	C. COLIN		
	L. DESGRANGES		
	A. DEVILLAIRE		
	T. DOUALLE		
	F. FIORITO		
	O. LEROY		
	F. MARTIN		
	M. PONTILLON		
	Y. PONTILLON		
	M. REYMOND		
	J.C. RICHAUD		

Classement GED :

LURS/ZC/SA3E/LAMIR/Equipements : Laboratoire Optique

	DES IRESNE DEC SA3E LAMIR	Spécification Technique de Besoin	Page
		DEC/SA3E/DL.2024-114	

FICHE DE MISES A JOUR

INDICE	DATE	MOTIF DE LA RÉVISION	PARTIE MODIFIÉE
0		Édition originale	
1		Modification de la partie « 1. Objet »	Objet


1. OBJET

Ce document a pour objet de définir les conditions et les exigences pour la fourniture d'une caméra thermique rapide à haute résolution qui servira à la mise en œuvre du programme de recherche décrit ci-dessous.

Le LAMIR, « Laboratoire d'Analyse de la Migration des Radioéléments » est un laboratoire du Département d'Etudes des Combustibles (DEC) du centre CEA de Cadarache. Il est en charge de l'étude du relâchement et du transport des produits de fission contenus dans les éléments combustibles nucléaires en situations normale, incidentelle et accidentelle de cœur des réacteurs nucléaires. Du point de vue expérimental, le laboratoire dispose de moyens d'essais dits de Traitements Thermiques Analytiques (TTA), en cellules de haute activité, en boîte à gants et dans un hall d'expérimentation pour étudier les cinétiques et taux de relâchement des produits de fission hors de céramiques nucléaires irradiées en fonction des historiques de température ou d'atmosphère appliqués.

Le projet général dans lequel s'intégrera l'équipement faisant l'objet du présent document vise à développer un laboratoire d'optique au bâtiment 315, en support aux activités de recherche (actuelles et futures) menées sur le dispositif CHARTREUSE (CHAuffage laser pour TRaitements Expérimentaux sur Uranium en Situations Extrêmes). La plateforme CHARTREUSE permet de soumettre des matériaux et combustibles nucléaires à des températures très élevées (typiquement jusqu'à 2600-2800°C) selon des rampes ultra rapides, avec des gradients thermiques contrôlés, tout en analysant leur comportement au cours de ces essais. Cette plateforme de traitements thermiques vise également, d'une part, à mesurer les propriétés optiques et thermiques d'échantillons à haute température, et d'autre part, à usiner les combustibles nucléaires à des échelles comprises entre quelques dizaines de microns et le millimètre.

Dans le cadre de ce projet, il est nécessaire disposer d'une caméra thermique infrarouge haute vitesse à haute résolution afin de mesurer les champs de température au cours des différentes expériences prévues dans le

	DES IRESNE DEC SA3E LAMIR	Spécification Technique de Besoin	Page
		DEC/SA3E/DL.2024-114	

laboratoire optique, en support aux activités de recherche actuelles et futures sur CHARTREUSE. Pour répondre à l'ensemble des besoins, il est envisagé un système contenant un capteur unique, compatible avec 2 systèmes d'imagerie.

Le LAMIR souhaite donc s'équiper de ce type d'équipement, dont les attendus techniques sont décrits dans le document présent.

2. DELAI

Délai de réalisation souhaité : T0 + 3 mois.

T0 correspondant à la notification du marché.


3. EXIGENCES DE SÛRETÉ

Ce document concerne un ou des Équipements Importants pour la Protection (EIP) Oui ☐ Non ☒


Ce document concerne une ou des Activités Importantes pour la Protection (AIP) : (plusieurs choix possibles)

X	o	sans objet
	1	Conception, Modifications
	2	Contrôles et Essais Périodiques, maintenance
	3	Exploitation
	4	Gestion des Matières Nucléaires, gestion des sources radioactives
	5	Organisation et gestion des compétences
	6	Gestion documentaire
	7	Gestion des non-conformités
	8	Gestion des contrats, prestations, approvisionnement,
	9	Gestion des prélèvements d'eau et gestion des effluents
	10	Gestion des déchets
	11	Gestion des matières dangereuses

La liste complète des AIP et des EIP du LECA/STAR et leurs exigences définies sont indiquées dans les documents suivants:

	DES IRESNE DEC SA3E LAMIR	Spécification Technique de Besoin	Page
		DEC/SA3E/DL.2024-114	

pour le LECA Note LECA-STAR.DT.LECA. 1848, = pour STAR
Note LECA-STAR.DT.STAR. 1849.

	DES IRESNE DEC SA3E LAMIR	Spécification Technique de Besoin	Page
		DEC/SA3E/DL.2024-114	

DOCUMENTS DE REFERENCE

Les documents applicables sont cochés (si nécessaire) dans les paragraphes qui suivent.

3.1. Lois, arrêtés, décrets et normes

- ☐ Arrêté INB du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base
- ☒ Norme qualité NF EN ISO 9001

4.2. Documents spécifiques au CEA


- ☒ Conditions générales d'achat du CEA (CGA)
- ☐ Spécification relative à la déclinaison des exigences générales de l'arrêté du 7 février 2012 par les intervenants extérieurs - DEN/CAD/DIR/SPC/OOI
- ☒ Politique du CEA en matière de protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement - MR/DIR 2015-15
- ☐ Règles générales de radioprotection du CEA - MR DPSN/ SSRP/Ins/4.2/0004 a Accès des travailleurs non classés A ou B en zone réglementé - CAD/D2S/SPR RPI 02 050 PCD 002
- ☐ Autre, précisez :

4. DESCRIPTION DE LA PRESTATION

La prestation consiste en la fourniture d'un système de thermographie infrarouge (caméra thermique et systèmes d'imagerie associés) qui opérera dans les conditions suivantes :

- Températures d'intérêt de 20 à 3000°C
- Emissivité des échantillons de l'ordre de 0.8
- Dimension des échantillons de l'ordre du cm
- Echantillon placé dans une enceinte étanche, sous atmosphère contrôlée : l'observation se fera donc à travers un hublot (en saphir ou BaF₂)
- Distance de travail minimale : 150 mm
- Echantillon exposé à un laser de puissance

Les exigences techniques sont décrites dans ce qui suit.

	DES IRESNE DEC SA3E LAMIR	Spécification Technique de Besoin	Page
		DEC/SA3E/DL.2024-114	

4.1. Caractéristiques techniques

4.1.1. Capteur

- Détecteur refroidi, gamme spectrale 2 – 5 μm
- Définition de 1280 x 1024 pixels
- Pixel pitch de 10 μm
- Codage (gamme dynamique) sur 14 bits minimum
- Température équivalente au bruit (NETD) de 30 mK maximum
- Fréquence d'acquisition Full Frame : 180 Hz
- Possibilité d'augmenter la fréquence d'acquisition à plus de 1000 Hz en subframe
- Précision de mesure : +/- 1 K ou +/- 1 %

4.1.2. Gamme de température et dynamique

La caméra thermique doit pouvoir effectuer des mesures dans la gamme 20 – 2500°C.

Une calibration de l'ensemble « caméra + systèmes d'imagerie » jusqu'à au moins 500°C est souhaitée.

4.1.3. Système d'imagerie n°1

Le champ d'intérêt dans le plan objet est de 1x1 cm² au maximum. Le système d'imagerie proposé doit permettre d'imager cette zone avec la meilleure résolution possible sur le capteur à une distance de travail d'au moins 180 mm.

Résolution souhaitée : 10 μm / pixel. Avec un pitch de la caméra de 10 μm , un objectif 1.0x avec une WD > 180 mm est donc nécessaire.

4.1.4. Système d'imagerie n°2


Le second système d'imagerie doit permettre :

- De mesurer un champ d'intérêt de 1 x 1 cm² au maximum.
- D'imager cette zone avec une résolution souhaitée d'environ 40 μm ,
- à une distance de travail d'au moins 180 mm
- avec une fréquence d'acquisition d'environ 1 kHz

4.1.5. Interfaçage

Communication par port Gigabit Ethernet (transfert rapide des données pour imagerie en temps réel).

Le système doit permettre un mode d'acquisition par détection synchrone (« Lockin mode ») : l'acquisition devra pouvoir être synchronisée avec un laser d'excitation modulé en amplitude afin de fournir une imagerie d'amplitude et de phase d'une onde thermique se propageant à la surface de l'échantillon observé. Le module de contrôle permettant ce mode d'acquisition pourra être interne ou externe à la caméra, et sera naturellement interfacé avec le logiciel de contrôle de la caméra (Cf. ci-dessous).

	DES IRESNE DEC SA3E LAMIR	Spécification Technique de Besoin	Page
		DEC/SA3E/DL.2024-114	

4.1.6. Logiciel

Le système sera fourni avec un PC portable et un PC fixe disposant chacun d'un logiciel de pilotage, contrôle, traitement et analyse des mesures. Ce logiciel devra également assurer l'interfaçage avec le module de synchronisation afin de fournir les images thermiques en amplitude et en phase.

4.2. Livrables documentaires

Le titulaire devra fournir les documents suivants :

- Note de fonctionnement et de support (manuel d'utilisation, modalités associés à la garantie, etc.).
- Rapport rassemblant les caractéristiques mesurées en usine.
- Certificat de conformité électrique CE.

5. LIVRAISON

L'adresse de livraison est la suivante :

CEA Cadarache,

DEC/SA3E/LAMIR, Bat 315

13018 St Paul Lez Durance