

	<p align="center">CAHIER DES CHARGES</p>	<p>Pages : 1 / 7 Indice : A Date : 04/06/2025</p>
<p>Réf : CEA/DES/ISAS/DRMP/SPC/LANIE/CC/2025-2800/A</p>		
<p>Objet : Acquisition d'un spectromètre Echelle pour mesures LIBS</p>		

CAHIER DES CHARGES POUR LA FOURNITURE D'UN SPECTROMETRE ECHELLE POUR MESURES LIBS

DIFFUSION :

DG/CEAPSAC/SMA//BEPII	M. RIOU
	A. JOUSSE
DES/ISAS/DRMP/SPC	C. CAZALA
DES/ISAS/DRMP/SPC/LANIE	W. PACQUENTIN
	A. GUBLIN
	D. L'HERMITE
	J.-B. SIRVEN
	C. QUERE


MOTS CLES : ICCD ; SLRT

<p>23/05/2025</p>	<p align="center">J.-B. Sirven</p> 	<p align="center">D. L'Hermite</p> 	<p align="center">C. Cazala</p>
<p>DATE</p>	<p>REDACTEUR</p>	<p>VERIFICATEUR</p>	<p>EMETTEUR</p>

CEA

Centre CEA Paris-Saclay I 91191 Gif-sur-Yvette Cedex
T. +33 (0)1 69 08 95 62
wilfried.pacquentin@cea.fr
Etablissement public à caractère industriel et commercial I RCS Paris B 775 685 019

Direction des Energies
Institut des Sciences Appliquées et de la Simulation pour les énergies bas carbone
Département de Recherche sur les Matériaux et la Physico-chimie pour les énergies bas carbone
Service de Physico-Chimie
Laboratoire de développement Analytique Nucléaire, Isotopique et Élémentaire

	<p align="center">CAHIER DES CHARGES</p>	<p>Pages : 2 / 7 Indice : A Date : 04/06/2025</p>
<p>Objet : Acquisition d'un spectromètre Echelle pour mesures LIBS</p>		

HISTORIQUE DES VERSIONS

Ind.	Date	Objet de la modification
O	23/05/2025	Version initiale
A		
B		
C		
D		
E		
F		
G		
H		

	<p style="text-align: center;">CAHIER DES CHARGES</p>	<p>Pages : 3 / 7 Indice : A Date : 04/06/2025</p>
<p>Objet : Acquisition d'un spectromètre Echelle pour mesures LIBS</p>		

1 Contexte et expression du besoin

Ce projet d'achat s'inscrit dans l'activité du DRMP/SPC/LANIE sur l'analyse isotopique d'échantillons par la technique LIBS (*laser-induced breakdown spectroscopy*). Plus particulièrement, pour un projet de thèse CIFRE en collaboration avec ORANO, nous souhaitons développer l'analyse isotopique par la méthode dite *calibration-free*.

Cette approche nécessite de pouvoir mesurer simultanément plusieurs raies d'émission. Le choix de ces raies est fonction de différents critères spectroscopiques. En pratique, ce type de mesure requiert un spectromètre permettant à la fois des mesures sur une large bande spectrale (plusieurs centaines de nm) tout en ayant un pouvoir de résolution suffisamment élevé afin de discriminer les raies des différents isotopes.

Nous souhaitons donc faire l'acquisition d'un spectromètre de type Echelle, seule technologie permettant de satisfaire ces deux conditions. Par ailleurs, le LANIE étant déjà équipé d'un spectromètre Echelle répondant à ce besoin dans la bande spectrale 300-620 nm, nous souhaitons étendre nos moyens d'analyse à des régions spectrales au-delà de 620 nm, avec un recouvrement de plusieurs dizaines de nm entre le spectromètre dont nous disposons et celui que nous souhaitons acheter.

L'interlocuteur technique du CEA pour cet achat est :

Jean-Baptiste Sirven
DES/ISAS/DRMP/SPC/LANIE
01 69 08 43 71
jean-baptiste.sirven@cea.fr


2 Spécifications techniques

Un spectromètre Echelle est composé d'un système optique (le spectromètre proprement dit) et d'une caméra intensifiée.

Les caractéristiques techniques nécessaires pour répondre à notre besoin sont les suivantes :

Pour le spectromètre :

1. Bande spectrale de mesure : borne basse comprise entre 540 et 600 nm, largeur minimale 330 nm.
2. Bande spectrale de mesure continue sur toute sa largeur.

	<p style="text-align: center;">CAHIER DES CHARGES</p>	<p>Pages : 4 / 7 Indice : A Date : 04/06/2025</p>
<p>Objet : Acquisition d'un spectromètre Echelle pour mesures LIBS</p>		

Note : critère lié au fait que certains spectromètres Echelle ont par conception des « trous » dans le spectre, c'est-à-dire que certaines bandes spectrales ne sont pas mesurées.

3. Pouvoir de résolution minimal : 30000.

Note : le pouvoir de résolution est défini comme $R = \lambda/\Delta\lambda$ avec λ la longueur d'onde de la raie et $\Delta\lambda$ sa largeur totale à mi-hauteur.

4. Nombre d'ouverture d'entrée minimal : 10.

Note : le nombre d'ouverture N est défini comme $\sin \alpha = 1/2N$ où α est l'ouverture numérique d'entrée du spectromètre.

5. Connecteur de fibre optique en entrée du spectromètre : de type SMA.
6. Lampe spectrale fournie avec le spectromètre pour pouvoir l'étalonner en longueur d'onde, par exemple une lampe mercure/argon basse pression.

Pour la caméra intensifiée :

7. La possibilité de déclencher la caméra par un signal de synchronisation externe de type TTL ou autre.
8. Un intensificateur de type Gen 3 avec une efficacité quantique supérieure ou égale à 20 % entre 600 et 800 nm.
9. La possibilité de générer un délai et une porte temporelle inférieurs à 100 ns au niveau de l'intensificateur.
10. Un écran de phosphore de type P43, plus sensible que le P46.
11. Une numérisation du signal sur 16 bits au moins.

Pour le pilotage :

12. Un PC, de préférence portable, pour contrôler le spectromètre et exploiter les spectres, sur lequel seront installés tous les logiciels nécessaires.

	<p style="text-align: center;">CAHIER DES CHARGES</p>	<p>Pages : 5 / 7 Indice : A Date : 04/06/2025</p>
<p>Objet : Acquisition d'un spectromètre Echelle pour mesures LIBS</p>		

13. Une suite logicielle pour piloter le spectromètre, sous forme d'un exécutable. Ce logiciel doit avoir au minimum les fonctionnalités qui suivent :
14. Ajustement des paramètres suivants : délai de l'acquisition par rapport au signal de synchronisation, largeur de la porte temporelle de mesure, gain de l'intensificateur, temps d'exposition du capteur, nombre d'acquisitions accumulées ou moyennées.
15. La caméra étant synchronisée par un signal externe, affichage en temps réel, du signal obtenu.
16. Zoom à la souris sur une région d'intérêt de l'image ou du spectre.
17. Enregistrement des données (images et spectres) à un format exploitable par d'autres logiciels (format texte par exemple). Dans le cas particulier des spectres, le logiciel devra notamment permettre d'enregistrer en une seule opération, des groupes de spectres acquis à la file. Ceci afin d'éviter de devoir les enregistrer manuellement un à un.
18. Module d'étalonnage des spectres en longueur d'onde à partir de la mesure de raies de longueur d'onde connue. L'étalonnage doit pouvoir être sauvegardé.
19. Module permettant de soustraire automatiquement au spectre acquis, un second spectre acquis par ailleurs (généralement issu du fond ambiant de l'expérience).

3 Option


En option, nous souhaitons pouvoir maintenir le spectromètre à une température définie par l'utilisateur et $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ sur 5 jours consécutifs, afin de limiter au maximum toute dérive thermique.

Une possibilité donnée à titre indicatif (mise en œuvre pour plusieurs spectromètres du LANIE) est d'intégrer le spectromètre dans une enceinte climatisée et asservie en température.

4 Essais usine

Les mesures suivantes doivent être effectuées par le Titulaire :

- La bande spectrale de mesure (spécifications 1 et 2).

	<p style="text-align: center;">CAHIER DES CHARGES</p>	<p>Pages : 6 / 7 Indice : A Date : 04/06/2025</p>
<p>Objet : Acquisition d'un spectromètre Echelle pour mesures LIBS</p>		

- Un spectre réalisé sur une source de référence, par exemple une lampe spectrale à basse pression.
- Le pouvoir de résolution obtenu sur des raies d'une lampe à basse pression mercure/argon à 546.07, 576.96 nm, 696.54 nm, 811.53 nm et 912.30 nm selon les raies mesurables par le spectromètre (spécifications 1 à 3).
- La durée minimale de la porte temporelle d'acquisition (spécification 9).
- Dans le cadre de l'option décrite en section 3 si retenue : la stabilité en longueur d'onde, mesurée sur 5 jours consécutifs, des raies d'une lampe à basse pression mercure/argon à 546.07, 576.96 nm, 696.54 nm, 811.53 nm et 912.30 nm selon les raies mesurables par le spectromètre (spécifications 1 et 2).

Un compte-rendu des résultats des tests usine sera établi par le Titulaire lors de la livraison du spectromètre.

5 Livraison

Le CEA souhaite que le spectromètre soit livré le 21/11/2025 au plus tard à l'adresse suivante :

CEA Saclay
Laboratoire de développement Analytique, Nucléaire, Isotopique et Élémentaire
Bâtiment 467, pièce 112
F-91191 Gif sur Yvette Cedex


Le Titulaire doit assurer :

- L'emballage du matériel, adapté au moyen de transport utilisé et permettant une manutention aisée dans les conditions d'accès existantes.
- La protection de manière à éviter toute détérioration lors du transport et du stockage momentané du matériel, et ce jusqu'au déchargement et à la dépose du matériel dans le local prévu.

6 Réception et essais sur site

Des essais identiques aux essais usine seront réalisés par le Titulaire à l'installation du spectromètre dans les locaux du CEA. Les fonctionnalités souhaitées du logiciel seront également testées sur site (spécifications 13 à 19).

La réception du spectromètre sera prononcée par le CEA à la condition que le résultat de ces mesures soit conforme aux spécifications techniques du présent cahier des charges et donnera lieu à un procès-verbal de réception.

	<p style="text-align: center;">CAHIER DES CHARGES</p>	<p>Pages : 7 / 7 Indice : A Date : 04/06/2025</p>
<p>Objet : Acquisition d'un spectromètre Echelle pour mesures LIBS</p>		

7 Garantie

Le spectromètre doit avoir une garantie de 1 an minimum, pièces, main d'œuvre et déplacements, à compter de la date de réception.

Durant toute la période de garantie, un support technique et scientifique doit être fourni afin d'optimiser l'utilisation du spectromètre. Le délai garanti pour une réponse téléphonique du Titulaire ne doit pas dépasser 72 heures après envoi par le CEA d'un mail ou d'un fax.

8 Documentation

8.1 Documentation à fournir avec l'offre par les Soumissionnaires

- Les spécifications techniques du spectromètre doivent être jointes à l'offre technique.
- Une représentation de la structure du SAV au niveau national est demandée

8.2 Documentation à fournir à la réception du spectromètre par le Titulaire

L'ensemble des documents techniques du spectromètre doit être fourni au plus tard à la livraison du matériel.

La documentation associée à l'ensemble de l'équipement doit comprendre :

- Les manuels de fonctionnement et d'utilisation au format papier et pdf,
- Les fichiers exécutables d'installation des logiciels associés au fonctionnement du spectromètre, fournis sur clef USB,
- Les licences de tous les logiciels fournis,
- Un certificat de conformité aux normes françaises et européennes,

Au minimum 2 exemplaires de chaque documentation devront être fournis.