

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES (CCTP)

Réf. : ASNR/PSE-SANTE/SDOS/2026-00085

Acquisition d'un système complet de détection pour la spectrométrie gamma et réalisation de prestations de service associées pour le compte du SDOS/LEDI

Documents associés :

Annexe 1 : Un plan avec côtes pour un détecteur germanium hyper-pur

Annexe 2 : Fiche de caractéristiques techniques à renseigner par le fournisseur

1 CONTEXTE ET OBJECTIFS DU MARCHÉ

Le Laboratoire d'Evaluation de la Dose Interne (LEDI) de l'ASNR réalise des campagnes de mesures en zooradiamétrie, par spectrométrie gamma. Ces mesures de radionucléides sont réalisées principalement sur des rongeurs vivants (souris ou rats) de différents âges et sexes pour le compte du Service de recherche sur les effets biologiques et sanitaires des rayonnements ionisants (SESANE) de l'ASNR. Elles permettent de répondre au principe 3R (Remplacer, Réduire, Raffiner) pour l'expérimentation animale en limitant les sacrifices.

Le LEDI souhaite remplacer complètement la chaîne de spectrométrie gamma vieillissante utilisée pour ces mesures *in vivo*. Cette chaîne est actuellement composée :

- d'un détecteur gamma bas bruit GR4020 de la marque MIRION Technologies,
- d'un préamplificateur intégré,
- d'une électronique de comptage DSA1000 de la marque MIRION Technologies,
- du logiciel d'acquisition Genie 2k version 3.4 de la marque MIRION Technologies.

2 OBJET ET PERIMETRE DU MARCHÉ

2.1 PRESTATIONS PRINCIPALES

Le présent marché a pour objet l'acquisition d'une chaîne complète de spectrométrie gamma, ainsi que la réalisation de prestations de services associées.

Le système de détection attendu comprend à minima les éléments suivants :

- un détecteur à germanium hyper-pur, présentant une efficacité relative minimale de 40 %,
- les câbles de mesure reliant le détecteur à l'électronique,
- une électronique d'acquisition et de traitement compatible avec le détecteur,
- un logiciel d'acquisition avec communication vers l'ordinateur hôte par bus USB de préférence, si le logiciel d'acquisition Genie 2k version 3.4 n'est pas compatible,
- le câble de liaison entre l'électronique et l'ordinateur.

Les prestations de service associées à la fourniture comprennent obligatoirement :

- L'installation de l'équipement sur site, incluant les raccordements nécessaires et la vérification des compatibilités mécaniques, électroniques ;
- La mise en service, incluant les opérations de réglage, de tests fonctionnels et de démonstration des performances annoncées ;
- La vérification de bon fonctionnement, incluant notamment la résolution, l'efficacité de détection à l'aide des source CERCA certifiées du laboratoire et le contrôle du mouvement propre ;
- La vérification du point test, de la nouvelle valeur de la Haute tension, les paramètres de réglage de la nouvelle électronique, la rédaction d'un CONSTAT DE VERIFICATION associé.

3 SPECIFICATIONS FONCTIONNELLES ET TECHNIQUES DE L'ENSEMBLE DE DETECTION

3.1 – SPECIFICATIONS TECHNIQUES DU DETECTEUR ET DE SON PREAMPLIFICATEUR

Le détecteur gamma devra répondre aux caractéristiques suivantes :

- cristal de germanium hyper-pur,
- gamme d'énergie : $\leq 15 \text{ keV} - 2 \text{ MeV}$,
- efficacité relative nominale $\geq 40\%$ à $1\,332 \text{ keV}$,
- résolution $\leq 0,925 \text{ keV}$ à 122 keV et $\leq 2,0 \text{ keV}$ à $1\,332 \text{ keV}$,
- rapport pic/Compton ≥ 56 ,
- rapport des résolutions (FWTM/ FWHM) $\geq 1,9$,
- diamètre du capot : maximum 76 mm (3.0 pouces) – afin d'être compatible avec la cellule blindée dans laquelle le détecteur sera installé,
- disposition du cryostat équivalente à celle du Vertical Slimline dipstick pour être compatible avec la cellule blindée et le réservoir d'azote de type dewar disponibles à l'ASNR,
- matériaux bas bruit sélectionnés pour leur absence de radioactivité naturelle ou artificielle,
- valeur du bruit de fond, gamma total (portes fermées) : $2 \pm 0,2 \text{ c/sec}$.

Pour information, les performances du détecteur actuel sont, pour une source ponctuelle placée à 88 mm du capot :

Energie (keV) 2026-00085	22	88	122	661	1 332	1 836
Efficacité (% ?)	0,01535	0,01789	0,01581	0,00471	0,00252	0,00191
Résolution (FWHM) keV	0,634	0,789	0,844	1,328	1,684	1,894

Contraintes techniques :

Les dimensions du détecteur doivent être compatibles avec les dimensions de la cellule blindée existante dans laquelle il sera installé. Pour ce faire, l'ensemble détecteur/cryostat devra avoir un diamètre maximal de 76 mm .

Il sera associé à un réservoir d'azote de type dewar de 30L de marque MIRION Technologie et de référence « D30 – Dewar » avec ses connectiques pour le remplissage d'azote liquide. Une collerette caoutchouc neuve est à disposition au laboratoire.

Lors de l'installation du détecteur neuf, le titulaire devra noter la cote de positionnement en hauteur du détecteur actuel avec l'opérateur du laboratoire. Cette cote correspond à la hauteur mesurée entre le fond de la cellule blindée et la partie haute du capot, soit 88 mm .

Ensuite, il devra débranché puis retiré de son installation blindée le détecteur actuel qui aura été réchauffé au préalable par l'ASNR. Une fois installé dans le Dewar avec son collier neuf, sa remise en place dans la cellule blindée sera validée une fois la cote de positionnement en hauteur retrouvée. La procédure de raccordement électrique et de remise en froid du système sera standard, une fois le détecteur mis en place et son raccordement à la nouvelle électronique réalisée. Des essais avec la nouvelle électronique et les courbes d'étalonnage en efficacité seront réalisés sur place.

3.2 SPECIFICATIONS TECHNIQUES DE L'ELECTRONIQUE D'ACQUISITION ET DE TRAITEMENT

L'électronique d'acquisition et de traitement devra répondre aux exigences suivantes :

- être pleinement compatible électriquement et fonctionnellement avec le détecteur, et le logiciel d'acquisition,
- comporter ou être associé à un dispositif de sécurité assurant la coupure automatique de la haute tension en cas de dépassement d'une température de fonctionnement critique du détecteur ;
- comporter un mode de communication vers l'ordinateur hôte par bus USB de préférence. Le câble de liaison devra être fourni.
- être compatible avec notre faisceau de câbles actuels.

3.3 SPECIFICATIONS TECHNIQUES DU LOGICIEL D'ACQUISITION

L'ASNR possède une licence Genie 2K version 3.4. Dans le cas où l'électronique d'acquisition et de traitement ne serait pas compatible avec ce logiciel, le répondant devra fournir un logiciel d'acquisition pleinement compatible fonctionnellement avec l'électronique.

4 MODALITES D'EXECUTION

4.1 LIVRAISON ET INSTALLATION

Le système de détection sera livré, installé et mis en service à l'adresse suivante :

ASNR
Raphaël Bô
PSE-SANTE/SDOS/LEDI
BP 17
92 262 Fontenay-aux-Roses Cedex

4.2 RECEPTION ET ADMISSION DE L'ENSEMBLE DE DETECTION GAMMA

La réception du système de détection sera prononcée par l'ASNR à l'issue d'une phase de vérification des performances annoncées par le titulaire.

Cette réception donnera lieu à la signature d'un procès-verbal de réception.

La vérification sera effectuée dans un délai maximum de trois (3) mois à compter de la date d'installation de l'équipement sur le site de l'ASNR.

Les essais de bon fonctionnement porteront a minima sur les points suivants :

- résolution énergétique du détecteur aux énergies de référence (à minima 122 keV, 1332 keV), conformément aux caractéristiques techniques annoncées dans l'offre (voir 3.1) ;
- efficacité de détection relative, mesurée à l'aide des sources étalon CERCA certifiée détenues au laboratoire, selon une géométrie standard définie en amont entre les parties ;
- mouvement propre du détecteur, par mesure d'un spectre sans source dans l'enceinte blindée existante, avec comparaison aux valeurs limites définies dans le marché.

Les modalités précises des tests, la géométrie de mesure, et les tolérances acceptées pourront faire l'objet d'un document d'accord préalable entre l'ASNR et le titulaire avant la réalisation des essais.

En cas de non-conformité constatée, un rapport sera établi, et le titulaire disposera d'un délai de quinze (15) jours ouvrés pour effectuer les ajustements ou remplacer les composants défectueux. La réception ne sera prononcée qu'à l'issue de cette mise en conformité.

4.3 DELAI D'EXECUTION

Le système de détection devra être livré, installé et mis en service au plus tard trois (3) mois à compter de la notification du marché.

4.4 DOCUMENTATION

Le titulaire remettra à l'ASNR, au plus tard lors de la livraison, la documentation complète en langue française afférente à l'équipement livré, incluant a minima :

- un manuel utilisateur détaillant les procédures de mise en service, d'exploitation et d'arrêt du détecteur ;
- un manuel de maintenance de premier niveau, précisant les opérations d'entretien courant autorisées à l'utilisateur (vérification des connexions, nettoyage, remplissage Dewar...) ;

- une fiche technique précisant les caractéristiques mesurées à la recette usine (résolution, efficacité, etc.) ;
- les plans mécaniques et d'encombrement du détecteur ;
- tout document de conformité réglementaire (certificat CE, fiche de sécurité éventuelle, attestation de non-radioactivité, etc.) ;
- le dessin du détecteur pour calculs Monte Carlo avec côtes détaillées et matériaux ;
- le plan de l'ensemble avec cotes détaillées et tolérances ;
- la fiche de recette usine.

4.5 INTERLOCUTEUR TECHNIQUE

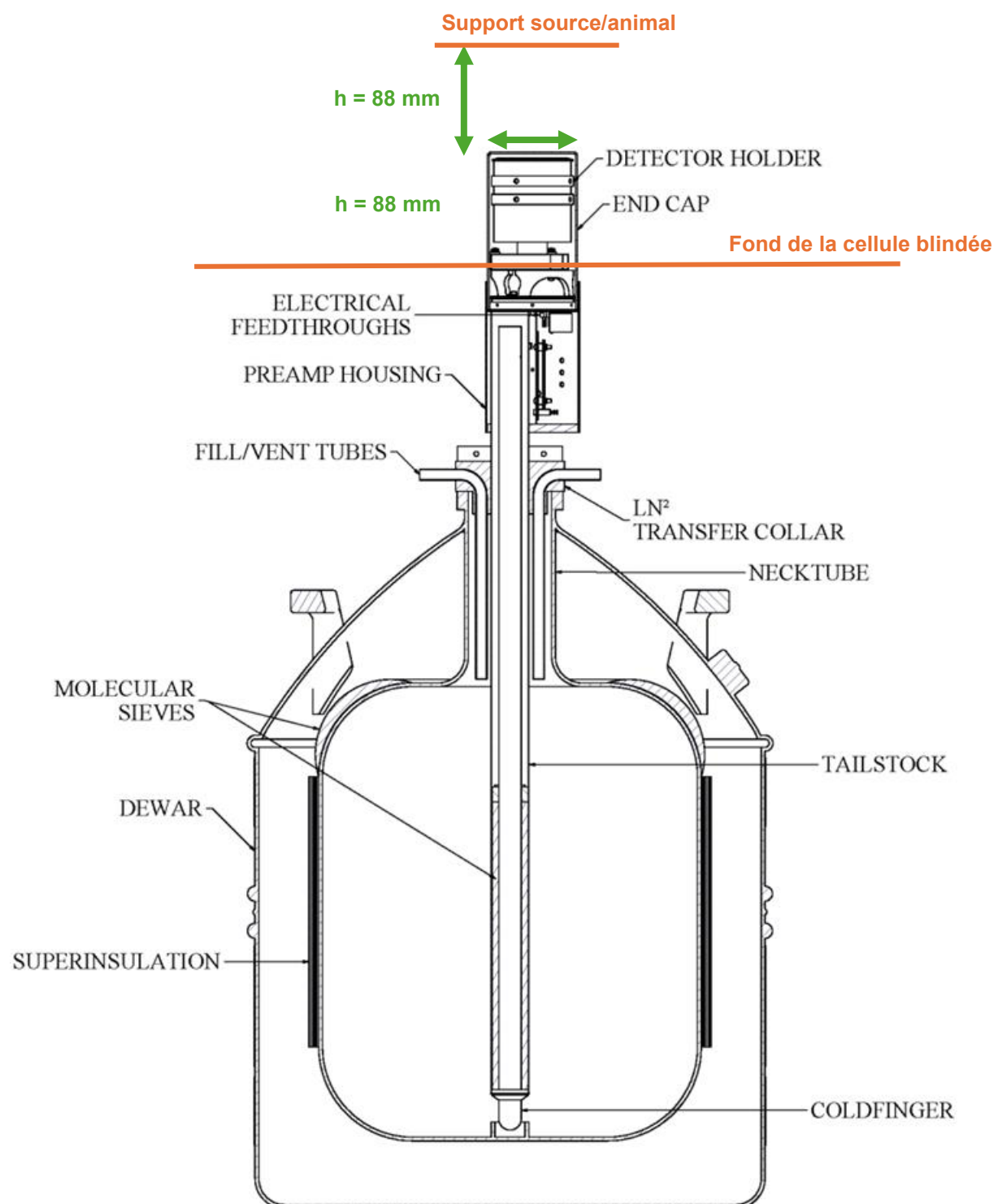
La coordination de cette prestation est assurée pour le site ASNR de Fontenay aux Roses par :

Raphaël Bô
ASNR
PSE-SANTE/SDOS/LEDI
BP 17
92 262 Fontenay-aux-Roses Cedex
Tél. +33 (0)1 58 35 83 34
Sec. +33 (0)1 58 35 87 62
Courriel : raphael.bo@asnr.fr

Annexe 1 : Côtes du détecteur à respecter

Schéma de détecteur provenant de la page 3 du document :

http://www.nuclearphysicslab.com/npl/wp-content/uploads/Germanium_Detectors_Users_Manual_Rev_G_9231358G.pdf



Annexe 2 : Formulaire à rendre lors du dépôt de dossier de réponse à l'appel d'offre

FOURNISSEUR :

Caractéristiques techniques :

- Type de détecteur :

Cristal : Diamètre : Hauteur :
Gamme d'énergie :
Rapport PIC/Compton:
CAPOT : Diamètre : Epaisseur : Matériaux :
Préampli :

Informations diverses :

Performances du détecteur proposé pour une source ponctuelle placée à 88 mm du capot :

Energie (keV)	22	88	122	661	1 332	1 836
Efficacité						
Résolution (fwhm)						

Performances du détecteur livré, à la fin des essais :

Valeur du bruit de fond, gamma total (portes fermées) : c/sec , écart type :

- Type d'électronique d'acquisition et de traitement:

Informations diverses :

Compatible avec le logiciel Genie 2K version 3.4 : oui / non

- Logiciel d'acquisition conseillé

- Offre commerciale :

Tarif détecteur HT :

Tarif électronique d'acquisition et de traitement HT :

Tarif de la licence logiciel en option, HT

Total chaine de spectrométrie gamma HT :

Tarif installation HT :

Remise HT :

Total HT :

Délais de livraison :

Durée de garantie :