

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES

(C.C.T.P.)

Réf. : ASNR/PSN-RES/SEREX/2025-00202

SENSIBLE (voir FDP-010 p.13) : ~~OUI~~ / NON

**Fourniture et réparation de pièces de verrerie en quartz et en verre borosilicaté pour
les sites ASNR de la zone sud**

Table des matières

1	CONTEXTE.....	3
2	OBJET ET PERIMETRE DU MARCHE	4
3	DESCRIPTION DES PRESTATIONS ATTENDUES	5
3.1	Fourniture de pièces de verrerie de laboratoire en verre borosilicaté 3.3 haute résistance.....	5
3.1.1	<i>Caractéristiques du verre borosilicaté haute résistance :</i>	5
3.1.2	<i>Fourniture de pièces standards :</i>	5
3.1.3	<i>Fourniture de pièces à façon :</i>	6
3.2	Fourniture de pièces en quartz optique haute température.....	6
3.2.1	<i>Caractéristiques du quartz optique à haute température :</i>	6
3.2.2	<i>Fourniture de pièces standards :</i>	7
3.2.3	<i>Réalisation d'ampoule à façon sur plan :</i>	7
3.3	Prestation de modification ou de réparation des pièces de verrerie (sur devis) ..	8
4	VOLUMETRIE	8
5	RESPONSABLE TECHNIQUE	8

1 CONTEXTE

L'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR) est une autorité administrative indépendante créée par la loi du 21 mai 2024 relative à l'organisation de la gouvernance de la sûreté nucléaire et de la radioprotection pour répondre au défi de la relance de la filière nucléaire. Elle assure, au nom de l'État, le contrôle des activités nucléaires civiles en France et remplit des missions d'expertise, de recherche, de formation et d'information des publics.

Le Service d'Etude et de Recherche EXpérimentale (SEREX) a pour mission générale de réaliser des études et des recherches visant à améliorer les connaissances utiles aux expertises de sûreté et aux études relatives aux installations et aux matériels et aux systèmes nucléaires. Les domaines expérimentaux relevant de sa compétence sont la chimie et la radiochimie des produits radioactifs, le comportement des matériaux, et plus particulièrement le combustible nucléaire, ainsi que la thermohydraulique notamment lorsqu'elle interagit avec le comportement des matériaux.

Au sein du SEREX, le Laboratoire d'Expérimentation Environnement et Chimie L2EC et le Laboratoire d'Expérimentation en Mécanique et Matériaux LE2M font appel à des composants de type verrerie, souvent à façon, en verre borosilicaté ou en quartz.

2 OBJET ET PERIMETRE DU MARCHÉ

Le présent cahier des charges concerne la création d'un contrat cadre couvrant la période 2025-2028 (4 années) pour la fourniture de pièces de verrerie standard ou à façon ainsi que la réalisation de services de réparations ou de modifications pour les besoins des sites de l'ASNR de la zone sud et notamment du SEREX situé sur le site de Cadarache (13).

Le périmètre du marché comprend les prestations suivantes (détails en section 3) :

- La fourniture de pièces de verrerie de laboratoire standard (en quartz et en verre borosilicaté)
- La fourniture de pièces de verrerie de laboratoire à façon (en quartz et verre borosilicaté).
- Le service de réparation ou de modification de verrerie (en quartz et en verre borosilicaté)
- Le déplacement sur site pour la prise de cote,
- La livraison des pièces de verrerie de laboratoire,
- L'intervention sur site pour la réalisation du scellage d'ampoule en quartz

Une attention particulière sera portée à la réactivité des offres proposées en termes de délai de fourniture des devis et de la réalisation puis livraison des pièces sur site.

3 DESCRIPTION DES PRESTATIONS ATTENDUES

Le SEREX demande principalement des dispositifs sur mesure en lien avec ses expérimentations. Le L2EC est amené à créer ou développer des pièces sur mesure à l'aide de schémas de principe ou plan technique en fonction de ses programmes de recherche. Le titulaire sera donc amené à concevoir de nouvelles pièces ou à modifier, réutiliser et réparer celles-ci.

En outre et à titre d'exemple, un chiffrage sur des réalisations type réacteur double enveloppe et ampoule sous vide devra être proposé dans l'offre. Ce chiffrage devra faire apparaître en détail les coûts des fournitures (ébauches en verre borosilicaté et raccords divers), ainsi que le nombre d'heures nécessaires à sa réalisation. Les prestations sur site devront être également chiffrées et le personnel impliqué devra posséder les habilitations requises et le matériel de verrier nécessaire pour réaliser ces travaux. À cette fin, un taux horaire du travail du verre soufflé à la main et du travail du verre soufflé au tour sur plan devra être fourni

3.1 Fourniture de pièces de verrerie de laboratoire en verre borosilicaté 3.3 haute résistance

Ces pièces de verrerie sont nécessaires à l'exécution des différents programmes expérimentaux menés au SEREX, pour des applications en phase liquide ou gazeuse dans des conditions corrosives et thermo-contrôlées.

La qualité de fabrication de la verrerie proposée par le titulaire durant l'exécution du marché doit être la même que celle relative à la verrerie actuelle de l'ASNR. Les produits de verrerie actuels sont en verre borosilicaté 3.3.

3.1.1 Caractéristiques du verre borosilicaté haute résistance :

Le verre borosilicaté utilisé devra répondre aux normes et caractéristiques suivantes :

1. Composition : verre borosilicaté 3.3, conforme à l'ISO 3585.
2. Résistance hydrolytique : classe 1 selon ISO 720 ou DIN 1211
3. Résistance à l'acide : classe A selon DIN 12116
4. Résistance l'alcalinité : classe A selon ISO 695 ou DIN 52322
5. Résistance au vide
6. Teneur en $\text{SiO}_2 \geq 80,5 \%$
7. Température maximale d'utilisation : 500 °C en continu
8. Température de transition : ~525 °C

Les Matériaux suggérés sont Duran®, Simax®, Ilmasil®, ou encore Pyrex®. Un certificat matière sera demandé pour la fourniture des pièces en verre borosilicaté.

3.1.2 Fourniture de pièces standards :

Par pièce standard sont entendu tout type de verrerie disponible directement dans les catalogues fournisseurs. A titre d'exemple, peuvent être mentionnés du flaconnage de volumétrie variée (flacons à col vissé de type GL, flacons à col rodé), des fioles jaugées, des colonnes réfrigérantes ou condenseurs.

Des pièces de connectiques adaptées à l'utilisation continue à haute température (100-250°C max) et en présence de produits corrosifs (acides, bases) comme des raccords en verre (rodés, boule) ou en plastique, fluoroplastique et polymère ; adaptées au format de rodage standard ou de standard vissant (type GL, DIN, métrique ISO). Des matériaux comme ETFE, PTFE, PFA, EPDM ou PPS peuvent être cités. Les marques BOLHENDER ou SCHOTT peuvent être citées (ou équivalent en termes de matériau et de standard dimensionnel).

3.1.3 Fourniture de pièces à façon :

Le paragraphe ci-dessous en décrit les caractéristiques d'un réacteur type commandé régulièrement et afin de faciliter la description des prestations attendues, des photos sont jointes ci-dessous.

Un besoin type récurrent au L2EC est un réacteur en verre cylindrique à fond plat d'une capacité de 2 L, de diamètre interne nominal de 100 mm pour une hauteur totale externe de 375 mm. Le réacteur possède une double enveloppe permettant l'introduction d'un fluide caloporteur pour l'homogénéité de la température sur la hauteur (sur une hauteur externe de 300 mm). Il sera fermé avec couvercle simple amovible muni d'un rodage plan DN 100 avec une rainure pour accueillir un joint torique DIN 100. Le réacteur dispose aussi d'une connectique de type GL14 traversante de la double paroi sur le bas du réacteur interne afin d'effectuer des prélèvements par aiguille ou de vidanger la solution. Le couvercle simple sera pourvu de trois sorties : 2 sorties de type GL18 et une sortie rodée mâle DIN 29/32 afin d'insérer une colonne réfrigérante ou une tige d'agitation. Le joint d'étanchéité (cœur silicone gainé FEP) ainsi que le collier de serrage métallique (à genouillère) assurant l'étanchéité du réacteur seront compris dans l'offre. Des bouchons percés en GL14, GL 18 et DIN 29/32 seront également chiffrés, dans un matériau permettant une utilisation à 100°C et en présence d'acides.

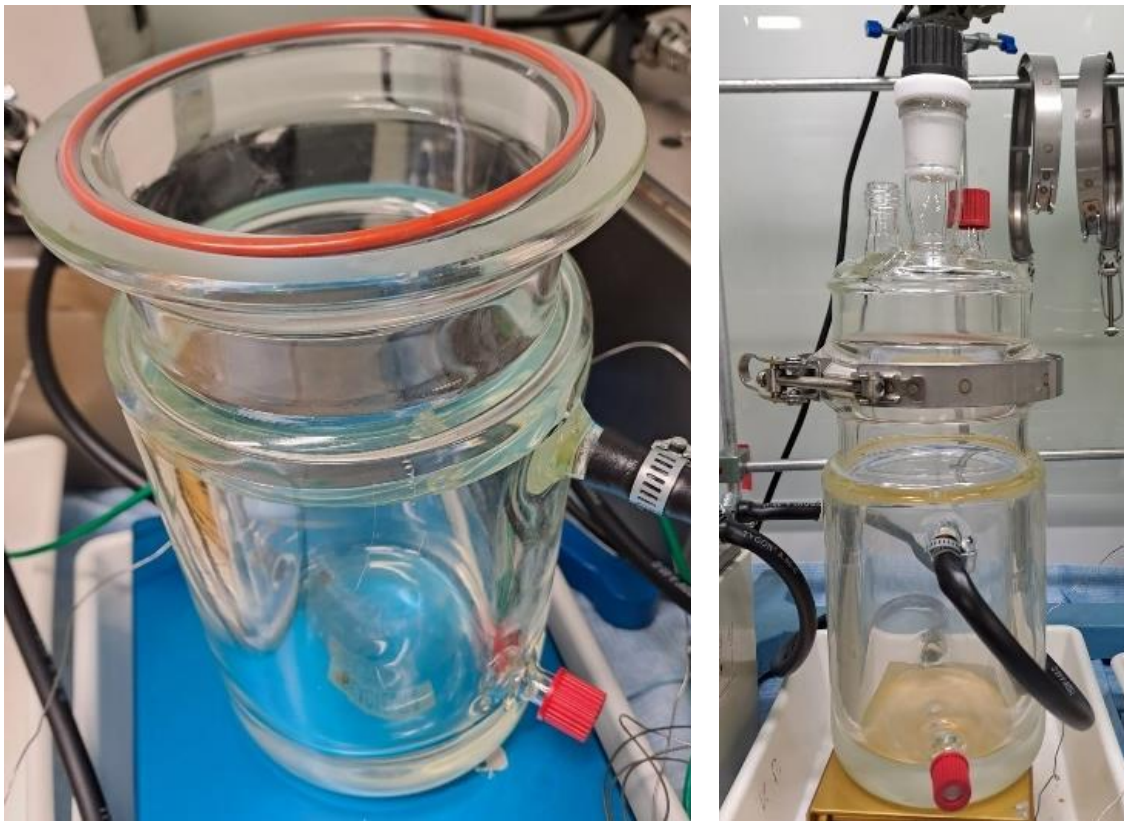


Figure 1 - Photographies du réacteur double enveloppe

3.2 Fourniture de pièces en quartz optique haute température

Toutes ces pièces sont destinées à des applications haute température allant de 500°C à 1300°C et couvrent différentes activités : des tubes pour travailler dans des fours haute température, des lamelles dédiées à la collecte de dépôts et des ampoules scellées sous vide.

La qualité de fabrication de la verrerie proposée par le titulaire durant l'exécution du marché doit être la même que celle relative à la verrerie actuelle de l'ASNR. Les produits de verrerie actuels sont en quartz optique

3.2.1 Caractéristiques du quartz optique à haute température :

Le quartz devra répondre aux propriétés suivantes :

- Pureté $\text{SiO}_2 \geq 99.995 \%$
- Transmission UV (nm) > 90 % dès 200 nm
- Fluorescence résiduelle très faible
- Haute homogénéité optique
- Température maximale de travail sur le long terme (ou en mode continu pour une durée de plusieurs mois) : $\leq 800^\circ\text{C}$
- Température maximale de travail sur le court terme (quelques minutes) $\leq 1300^\circ\text{C}$

Le matériau habituellement utilisé par le laboratoire est le quartz Ilmasil PN®. Nous souhaitons soit le même matériau ou un équivalent correspondant aux propriétés de l'Ilmasil PN®.

3.2.2 Fourniture de pièces standards :

Le LE2M s'approvisionnera ponctuellement :

- Tube en quartz de diamètre 80 à 115 mm sur une longueur de 1000 à 1500 mm. Ces tubes seront utilisés dans des fours résistifs haute température ($\leq 600^\circ\text{C}$)
- Tube en quartz de diamètre 45 mm sur une longueur de 500mm (épaisseur 1.5mm). Ces tubes seront utilisés dans un four à induction pour des expérimentations en atmosphère contrôlée nécessitant de conserver une transparence adaptée à une visée laser (longueur d'onde de 510 à 560 nm). La température maximum auquel sera soumis le tube quartz est 400°C .
- Des plaquettes ou des lames quartz (largeur 5 à 10 mm, longueur 50 à 500 mm, épaisseur standard 2-3 mm) pour la collecte d'échantillons par dépôt dans des zones de températures ($900\text{-}250^\circ\text{C}$).

Les tubes en quartz devront répondre aux critères suivants :

- Les extrémités doivent être rebrulés ou rodés selon l'utilisation
- Les extrémités doivent être perpendiculaires à l'axe central et parallèles entre elles (tolérance $< 2^\circ$)

3.2.3 Réalisation d'ampoule à façon sur plan :

Le besoin principal est la fabrication d'ampoules en quartz réalisés à façon pour des applications haute température ($\leq 800^\circ\text{C}$) sous vide (< 3 mbars).

- Ampoule pour application gaine de diamètre 10 mm sur une longueur variable de 20 à 100 mm
- Ampoule pour application fatigue de diamètre 25 mm sur une longueur de 150mm

Chaque ampoule comportera un anneau permettant de la suspendre pour le traitement thermique ultérieur. (voir plan Figure 2). La longueur totale de l'ampoule (anneau compris) ne doit pas dépasser les 170 mm. Chaque ampoule devra être identifiée par gravure au nom de l'échantillon qu'elle comporte.

Le SEREX dispose en ses locaux d'un banc spécifique permettant un balayage sous gaz inerte (argon) suivi d'une mise au vide de l'ampoule avant son scellement (3 cycles de balayages argon et mise sous vide (< 3 mbars)).

Cette fourniture s'accompagne donc d'une prestation sur site pour effectuer le scellement de ces ampoules. Un déplacement sur site devra être également chiffré pour le scellement de l'ampoule. Le personnel impliqué devra avoir les habilitations requises pour ces travaux et devra amener le matériel nécessaire pour mener à bien cette opération.

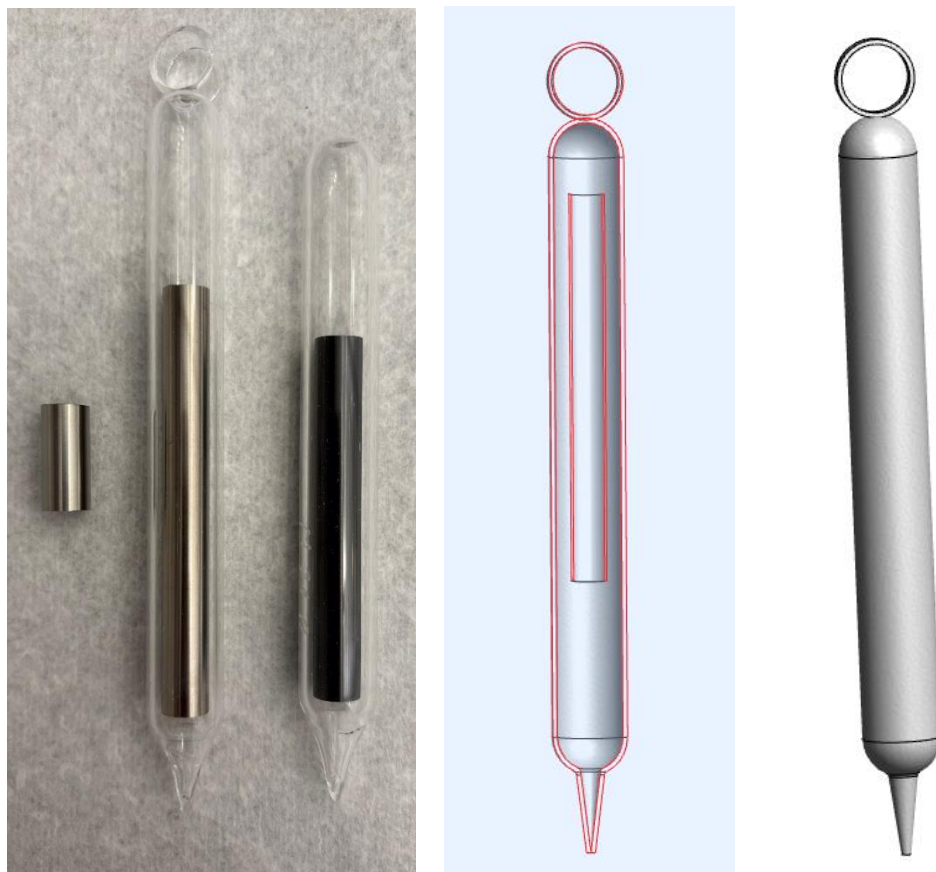


Figure 2: Première photographie : De gauche à droite - échantillon à réception -ampoule sous vide après traitement thermique - ampoule oxydée après traitement thermique. Deuxième et troisième photographies : schémas 2D et 3D d'une ampoule

3.3 Prestation de modification ou de réparation des pièces de verrerie (sur devis)

Le titulaire doit assurer la réparation des pièces de verrerie défectueuses (pas uniquement celles mentionnées dans la section précédente). Les modalités de mise en œuvre de cette prestation est décrite dans le CCAP.

4 VOLUMETRIE

Les volumes annuels estimatifs maximum sont les suivants :

- Verrerie borosilicatée : besoins mensuels de fabrication et de réparation.
- Les pièces en quartz :
 - Les tubes diamètre 45mm – environ 5 tubes par an
 - Les tubes diamètre 80 à 115 mm – environ 3 tubes sur les 4 ans
 - Les ampoules – une vingtaine par an

5 RESPONSABLE TECHNIQUE

Le responsable technique identifié du marché pour l'ASNR à Cadarache est :

- Charlotte MOULIN – charlotte.moulin@asnr.fr – tél. 04.42.19.90.89