

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES

(C.C.T.P.)

Réf. PSN-RES/SA2I/ 2025-00226

Accord-cadre de fourniture portant sur la fabrication de plaques de
matériaux modèles

Référence PLACE : ASNR-2026-006-3000089613-Plaques

Table des matières

1.	OBJET DE LA PRESTATION	3
2.	PRESENTATION DE L'ASNR ET DES UNITES CONCERNEES	3
2.1.	Présentation de l'ASNR	3
2.2.	Présentation de PSN, du SA2I et du LEF	3
3.	DEFINITION DE LA PRESTATION	4
3.1.	Description générale	4
3.2.	Spécification des matériaux modèles de gaines halogénés (PVC)	4
3.3.	Spécification des matériaux modèles de gaines sans halogène (ATH).....	5
3.4.	Spécification de la géométrie des plaques de matériaux modèles	5
3.5.	Usinages spécifiques pour mise en place de capteurs	5
3.6.	Exigences particulières	6
3.7.	Description des unités d'œuvre	7
3.8.	Fonctionnement des commandes	7
3.9.	Volume de fabrication	7
4.	DUREE ET DELAIS DE REALISATION	8
4.1.	Délais de réalisation	8
5.	MODALITES D'EXECUTION DE LA PRESTATION	8
5.1.	Suivi de la prestation	8
5.2.	LIVRABLES DE LA PRESTATION	8
6.	INTERLOCUTEURS ASNR	8

1. OBJET DE LA PRESTATION

Le présent cahier des charges concerne la fabrication de plaques de matériaux modèles afin de couvrir les besoins relatifs à l'étude de la pyrolyse et la propagation du feu pour des plaques de matériaux modèles de gaines de câbles électriques rencontrés fréquemment dans les installations nucléaires.

Il s'agit d'une fabrication sur mesure.

La prestation sera effectuée pour le compte du Laboratoire d'Expérimentation des Feux (LEF) du Service des Agressions Internes et des risques Industriels (SA2I) du Pôle Sûreté des installations et des systèmes Nucléaires (PSN) de l'ASNR.

Le présent document définit les conditions techniques de réalisation de la prestation.

2. PRESENTATION DE L'ASNR ET DES UNITES CONCERNEES

2.1. Présentation de l'ASNR

L'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR) assure le contrôle des activités nucléaires civiles en France et exerce également les missions de recherche, d'expertise, de formation et d'information des publics dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

2.2. Présentation de PSN, du SA2I et du LEF

Le Pôle sûreté des installations et des systèmes nucléaires (PSN) de l'ASNR est chargé des activités d'expertise, de recherche et d'études tournées vers la maîtrise des risques présentés par les réacteurs de puissance, les réacteurs expérimentaux, les laboratoires, les usines et les transports.

Le service des agressions internes et des risques industriels (SA2I) a pour mission :

- de réaliser des expertises de sûreté et des études concernant la maîtrise des risques d'incendie et d'explosion et de dispersion de produits chimiques et toxiques dans les installations nucléaires de base et les installations nucléaires intéressant la défense nationale,
- de réaliser des travaux de recherche et de développement dans les domaines de l'incendie et de l'explosion et plus généralement de la thermique et de la mécanique des fluides réactifs.

Le Laboratoire d'Expérimentation des Feux (LEF) de PSN a pour mission principale de réaliser des essais incendie dans des installations grande échelle représentatives de locaux présents dans les installations nucléaires. Ces essais ont pour objectif d'évaluer le risque incendie dans de telles installations afin de consolider les moyens de prévention et de protection mis en œuvre contre ce risque.

De plus, les essais permettent de fournir des données, issues des mesures réalisées, qui permettront de valider les outils numériques qui sont utilisés pour quantifier le risque incendie sur les installations nucléaires. Les expérimentations du LEF se déroulent sur la plateforme expérimentale GALAXIE de l'ASNR, située à Cadarache (13). Les installations qui la composent sont constituées de locaux en milieu normalement oxygéné mais également confinés et ventilés mécaniquement qui fournissent des données nécessaires à la compréhension du risque incendie. Les installations et dispositifs expérimentaux de la Plateforme GALAXIE, dont le dispositif CISCCO, sont détaillés ici :

<https://www.irsn.fr/recherche/plateforme-experimentale-galaxie>.

3. DEFINITION DE LA PRESTATION

3.1. Description générale

Les matériaux identifiés sont représentatifs de gaines de deux types de câbles électriques rencontrés fréquemment sur les installations nucléaires :

- câbles avec des gaines contenant un polymère halogéné (polychlorure de vinyle (PVC)),
- câbles avec des gaines ne contenant pas de composants halogénés (polyoléfine additivée de trihydroxide d'aluminium, ATH¹).

La prestation consistera à fabriquer des plaques de matériaux modèles de :

- gaines halogénées (PVC),
- gaines sans halogène (ATH).

dont la composition, la géométrie, des usinages spécifiques pour mise en place de capteurs et des exigences particulières sont précisés ci-dessous.

3.2. Spécification des matériaux modèles de gaines halogénés (PVC)

Deux formulations, dites « formulation PVC_1 » et « formulation PVC_2 », seront à réaliser pour les matériaux modèles de gaines halogénées (PVC). Ces deux formulations sont spécifiées dans les deux tableaux ci-après. Ces tableaux indiquent également la tolérance sur la fraction massique des composants qui devra être respectée dans tout le volume des plaques de matériaux modèles. Ces exigences permettront de garantir l'homogénéité des compositions spécifiées et ce, dans tout le volume de la plaque.

Tableau 1 : Composition de la « formulation PVC_1 »

Composant	Fraction massique (wt.%)
Polychlorure de vinyle (PVC)	56 ± 3
Phtalate de diisodécyle (DIPP)	41 ± 2
Stabilisateur calcium-zinc (Ca/Zn)	3 ± 0,2

Tableau 2 : Composition de la « formulation PVC_2 »

Composant	Fraction massique (wt.%)
Polychlorure de vinyle (PVC)	38 ± 2
Phtalate de diisodécyle (DIPP)	28,5 ± 1,5
Carbonate de calcium (CaCO ₃)	31,5 ± 1,5
Stabilisateur calcium-zinc (Ca/Zn)	2 ± 0,1

¹Retardateur de flammes sans halogène.

3.3. Spécification des matériaux modèles de gaines sans halogène (ATH)

Deux formulations, dites « formulation ATH_1 » et « formulation ATH_2 », seront aussi à réaliser pour les matériaux modèles de gaines sans halogène (ATH). Ces deux formulations sont spécifiées dans les deux tableaux ci-après. Ces tableaux indiquent également la tolérance sur la fraction massique des composants qui devra être respectée dans tout le volume des plaques de matériaux modèles. Ces exigences permettront de garantir l'homogénéité des compositions spécifiées et ce, dans tout le volume de la plaque. De plus, **les antioxydants proposés par le soumissionnaire devront être validés préalablement par l'ASNR avant toute fabrication.**

Tableau 3 : Composition de la « formulation ATH_1 »

Composant	Fraction massique (wt.%)
Polyéthylène (PE)	35 ± 2
Trihydroxide d'aluminium (ATH)	65 ± 3

Tableau 4 : Composition de la « formulation ATH_2 »

Composant	Fraction massique (wt.%)
Polyéthylène réticulé (PR)	35 ± 2
Trihydroxide d'aluminium (ATH)	65 ± 3

La forme précise du Polyéthylène Réticulé (XLPE, PR silane, PR chimiquement...) sera précisée ultérieurement.

3.4. Spécification de la géométrie des plaques de matériaux modèles

La longueur, la largeur et l'épaisseur des plaques demandées sont de 1200, 200 et 5 mm, respectivement. Cependant, l'ASNR se réserve la possibilité, dans un deuxième temps (potentiellement après la fabrication d'un certain nombre de plaques d'épaisseur de 5 mm et le REX des essais réalisés avec ces plaques), de demander l'augmentation de l'épaisseur des plaques d'une valeur maximale de 10 millimètres.

3.5. Usinages spécifiques pour mise en place de capteurs

Ce paragraphe spécifie les usinages à réaliser afin de permettre l'implémentation à posteriori par l'ASNR de neuf thermocouples (TC) de diamètre de 1 mm et de deux fluxmètres de chaleur (HF) de diamètre 25 mm.

Dans un premier temps, neuf orifices de diamètre environ 1,5 mm (pour les TCs) seront ainsi réalisés :

- de la position X = 30 cm à X = 110 cm (cf. Figure 1),
- à environ 2 mm de la surface supérieure (cf. Figure 2),
- et à une profondeur variant de 5 à 15 cm du bord, selon la position (cf. Figure 1).

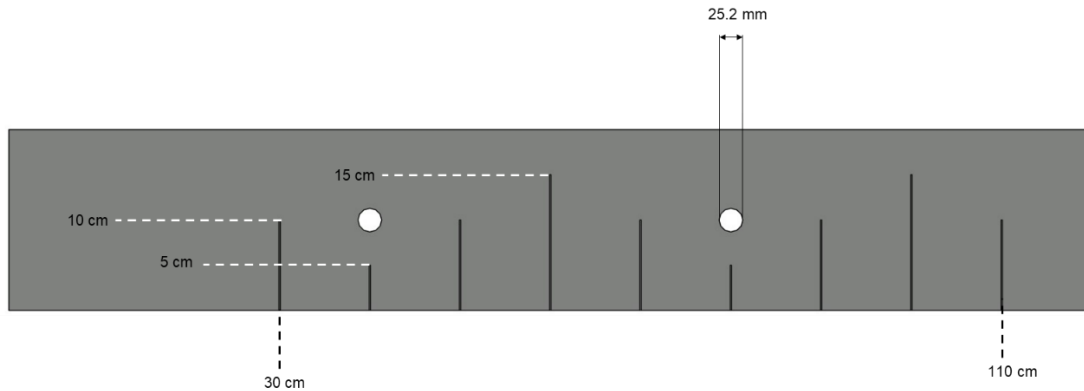


Figure 1 : schémas d'implantation des thermocouples et des fluxmètres au sein des plaques (vue de dessus).

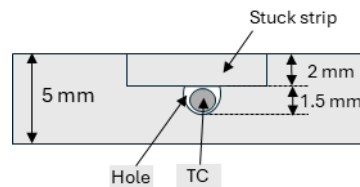


Figure 2 : Implémentation d'un TC au sein d'un orifice d'environ 1,5 mm de diamètre.

La réalisation de l'orifice telle que décrite sur la Figure 2 suppose en premier lieu un usinage en surface avec une profondeur de 3 à 4 mm et une largeur variable de 4 à 10 mm, puis le collage d'une languette d'épaisseur environ de 2 mm afin de recouvrir la rainure.

Enfin, deux orifices de diamètre de 25.2 mm (pour les deux fluxmètres) seront réalisés dans l'axe central des plaques aux positions X = 40 cm et X = 80 cm (cf. Figure 1).

3.6. Exigences particulières

Les exigences particulières suivantes seront prises en compte avec soin :

- tolérance maximale de ± 10 mm pour la longueur de la plaque (1200 mm),
- tolérance maximale de ± 5 mm pour la largeur de la plaque (200 mm),
- tolérance maximale $\pm 0,5$ mm pour l'épaisseur de la plaque (5 mm),
- état de surface soigné².

² Cet état de surface sera validé par des observations réalisées par l'ASNR.

3.7. Description des unités d'œuvre

La prestation est répartie en 4 types pour la fabrication des plaques décrites ci-dessus.

- PVC_1 ; 1 plaque de « formulation PVC_1 »,
- PVC_2 ; 1 plaque de « formulation PVC_2 »,
- ATH_1 ; 1 plaque de « formulation ATH_1 »,
- ATH_2 ; 1 plaque de « formulation ATH_2 ».

3.8. Fonctionnement des commandes

Dans un souci d'optimisation des coûts des plaques (effet du nombre), tout en gardant une certaine souplesse sur le calendrier de la fabrication des plaques selon les formulations indiquées (cf. sections 3.2 et 3.3), à titre indicatif, il devrait être passé au maximum 10 commandes avec un volume minimal de 5 plaques par type (cf. section 3.7), excepté pour la première commande. Cette dernière sera en effet constituée de deux plaques par type afin que l'ASNR puisse vérifier par ses propres moyens :

- les fractions massiques des différents composants, telles que spécifiées (sections 3.2 et 3.3),
- l'homogénéité de la répartition des composants dans les plaques des quatre formulations demandées,
- l'état de surface et la géométrie des plaques,
- la répétabilité de fabrication.

Les autres commandes seront constituées d'un seul type de plaque avec un volume minimal de 5 plaques pour chacune d'entre elles, comme indiqué précédemment. A titre d'exemple, les commandes de l'ASNR pourraient s'échelonner telles que spécifiées ci-après :

- Commande n°1 : 2 x PVC_1, 2 x PVC_2, 2 x ATH_1, 2 x ATH_2 ;
- Commande n°2 : 5 x PVC_1 d'épaisseur de 5 millimètres ;
- Commande n°3 : 5 x PVC_2 d'épaisseur de 5 millimètres ;
- Commande n°4 : 5 x ATH_1 d'épaisseur de 5 millimètres ;
- Commande n°5 : 5 x ATH_2 d'épaisseur de 5 millimètres ;
- Commande n°6 : 5 x PVC_1 d'épaisseur de 10 millimètres ;
- Commande n°7 : 5 x PVC_2 d'épaisseur de 10 millimètres ;
- Commande n°8 : 5 x ATH_1 d'épaisseur de 10 millimètres ;
- Commande n°9 : 5 x ATH_2 d'épaisseur de 10 millimètres.

3.9. Volume de fabrication

Le volume total de plaques devrait être de l'ordre de 50 à 60 pour les quatre formulations spécifiées.

4. DUREE ET DELAIS DE REALISATION

4.1. Délais de réalisation

Le délai attendu pour la fabrication des plaques est au maximum de 3 mois, mais pour la première commande, qui devrait être constituée de deux plaques par type, ce délai pourra être de 4 mois compte tenu de la réalisation pour la première fois des quatre types de plaques spécifiées.

5. MODALITES D'EXECUTION DE LA PRESTATION

5.1. Suivi de la prestation

L'organisation du titulaire pour la réalisation de cette prestation se conformera à un environnement AQ concernant les méthodes de travail mises en œuvre (suivi de la réalisation, validation documentaire, ...).

Lors de la réunion de démarrage, le titulaire présentera son Plan Particulier d'Assurance Qualité (PPAQ) décrivant en particulier les principes de fonctionnement de la prestation (planning, présentation de l'organisation du titulaire, organisation du suivi de la réalisation, proposition d'indicateurs de performance...).

En tant que besoin, des réunions seront éventuellement organisées à la demande de l'ASNR ou de la société retenue, afin d'orienter au mieux le Titulaire dans la réalisation de la prestation.

Dans la mesure du possible, ces réunions feront l'objet d'un compte-rendu à l'initiative du titulaire.

5.2. LIVRABLES DE LA PRESTATION

Les livrables attendus lors de cette prestation sont :

- Les documents spécifiant les produits utilisés pour fabriquer les quatre formulations (certificats matières),
- Des comptes rendus précisant les principales étapes de la fabrication des plaques pour chaque UO et les principales observations relevées lors de cette fabrication,
- PV dimensionnels
- BL.

6. INTERLOCUTEURS ASNR

Le titulaire devra désigner un chargé d'affaire qui sera l'interlocuteur privilégié de l'ASNR. Le rôle du chargé d'affaire est de veiller à la bonne exécution du marché selon les termes du contrat. Il a le devoir de rendre compte à l'ASNR de l'avancement de la prestation ou des difficultés éventuelles rencontrées.