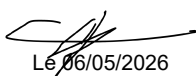





SPECIFICATION DE FABRICATION DU CHAPEAU DE L'ENCEINTE ET DES OUTILLAGES ASSOCIES

	Auteur	Vérificateur	Vérificateur	Approbateur
NOM Prénom	CHARON Patrice	CAZAUX Sandrine	VANDENBROUCKE Maxence	BOONEKAMP Maarten
Fonction	Chargé d'affaires	Ingénieur d'études	Ingénieur chercheur	Ingénieur chercheur
Date et Signature(s)	 Le 06/05/2026	Le 06/05/26 	 07/05/2026	 07/05/2026

CARTOUCHE D'EVOLUTION - DOCUMENT REVISION HISTORY

Éditions	Dates	§ modifiés	Commentaires
2.0	05/05/2026	All	Mise à jour suite à 2 nd Appel d'Offres

LISTE DE DIFFUSION**Interne :**

-

Externe :

-

Copies :

SOMMAIRE

1	GLOSSAIRE	7
2	INTRODUCTION	8
2.1	Présentation du CEA et de l'Irfu	8
2.2	Présentation du projet	8
2.3	Présentation de l'expérience P2 Micromégas	9
3	DESCRIPTIF DE LA FOURNITURE	10
3.1	« Chapeau » de l'enceinte	10
3.1.1	Virole d'entrée	11
3.1.2	Section Cylindrique	12
3.1.3	Fond bombé	13
3.1.4	Tube faisceau et son supportage	14
3.1.5	Blindage et ses outillages de maintien	14
3.2	Insertion du « Chapeau » de l'enceinte	14
3.2.1	Cadre de transport	14
4	TESTS ET CONTROLES EN USINE	16
4.1.1	Contrôle des soudures	16
4.1.2	Contrôle dimensionnel	16
4.1.3	Test d'étanchéité	16
5	DESCRIPTIF DE LA PRESTATION	18
5.1	Etudes	18
5.2	Fabrication	18
5.3	Assemblage	18
5.4	Contrôle et tests	18
5.5	Livraison et réception	18
5.6	Livrables documentaires (récupérés sous forme de fichiers)	19
5.6.1	Études de fabrication	19
5.6.2	Contrôles Qualité	19
5.6.3	Dossier de fabrication	19
5.6.4	Contrôle et configuration	20
6	DOCUMENTS DE REFERENCE	20

6.1	Codes et normes applicables	20
6.2	Fournitures CEA au démarrage du contrat	20
6.3	Jalons et détail du phasage lié au « Chapeau » de l'enceinte	21
6.3.1	Etudes de fabrication liée au « Chapeau » de l'enceinte et ses outillages	21
6.3.2	Fabrication du « Chapeau » de l'enceinte et ses outillages	21
7	EXIGENCES TECHNIQUES	22
7.1	Conditions opératoires	22
7.1.1	Paramètres principaux	22
7.1.2	Champs magnétiques	22
7.1.3	Radiations	22
7.2	Exigences techniques générales	22
7.2.1	Matériaux	22
7.2.2	Soudage	22
7.2.3	Autre procédé nécessaire	22
7.2.4	Nettoyage	23
7.2.5	Outillage	23
7.2.6	Stockage	23
8	ASSURANCE QUALITE	23
8.1	Exigences générales	23
8.2	Non-conformités	24
8.3	Test et qualification	24
9	RECEPTION DE LA FOURNITURE	24
9.1	Emballage et expédition	24
9.2	Réception (SAT)	25
10	CONDITIONS GENERALES	25
10.1	Suivi du contrat	25
10.2	Réunions	25
10.2.1	Réunion de lancement	25
10.2.2	Revue de l'état de la préparation de la fabrication (MRR)	25
10.2.3	Réunions de suivi	26
10.3	Accès au site de fabrication	26
10.4	Sous-traitance	26
10.5	Gestion de la documentation	26

10.6	Contacts	27
11	CONFIDENTIALITÉ	27

Table des figures

Figure 1 : Expérience P2 Micromégas dans son local	9
Figure 2 : Expérience P2 Micromégas dans son local (vue en coupe)	10
Figure 3 : « Chapeau » de l'enceinte assemblé sans fond bombé	10
Figure 4 : « Chapeau » de l'enceinte assemblé avec fond bombé	11
Figure 5 : « Chapeau » de l'enceinte assemblé monté sur l'enceinte à vide	11
Figure 6 : Virole d'entrée du « Chapeau » de l'enceinte	12
Figure 7 : Section cylindrique du « Chapeau » de l'enceinte	13
Figure 8 : Rails internes de guidage et de supportage de la Section cylindrique du « Chapeau » de l'enceinte.....	13
Figure 9 : Local de l'expérience où le « Chapeau » de l'enceinte sera implanté.....	14
Figure 10 : Section cylindrique et fond bombé sur le chariot, recevant la virole fixée au cadre de transport	15
Figure 11 : Section cylindrique, fond bombé et virole d'entrée assemblés pour introduction dans l'enceinte à vide	16
Figure 12 : Enceinte à vide de test.....	17
Figure 13 : Virole d'entrée et section cylindrique du « Chapeau » assemblé pour le test d'étanchéité	17

1 GLOSSAIRE

CEA	Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives
CR	Change Request
FAT	Factory Acceptance Test
LOFC	Liste des Opérations de Fabrication et de Contrôle
MRR	Manufacturing Readiness Review (Réunion d'accord de production)
QA	Quality Assurance
QAP	Quality Assurance Plan
SAT	Site Acceptance test

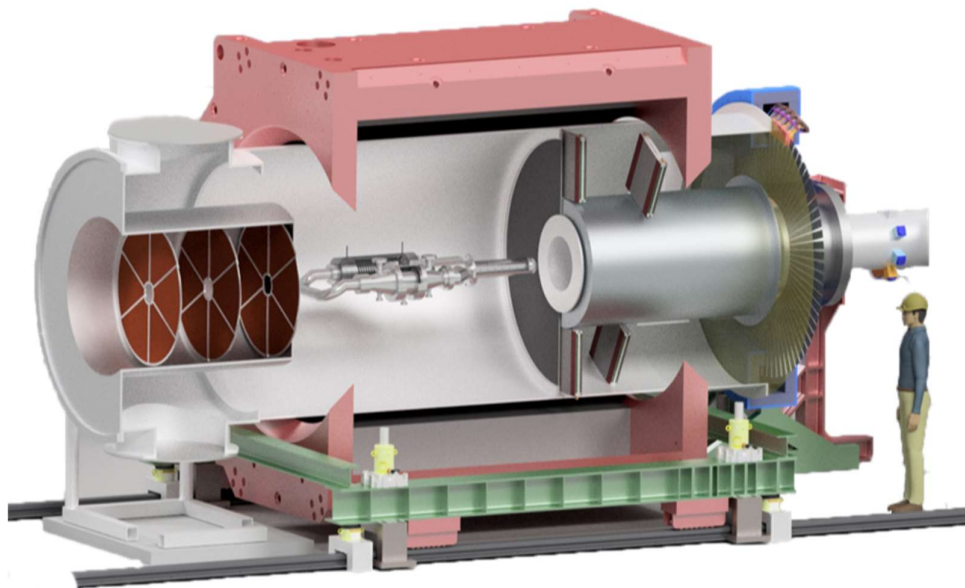
2 INTRODUCTION

2.1 Présentation du CEA et de l'Irfu

Acteur majeur de la recherche, du développement et de l'innovation, le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives intervient dans quatre grands domaines : les énergies bas carbone (nucléaire et renouvelables), les technologies pour l'information et les technologies pour la santé, les infrastructures de recherche (IR), la défense et la sécurité globale. Pour chacun de ces quatre grands domaines, le CEA s'appuie sur une recherche fondamentale d'excellence et assure un rôle de soutien à l'industrie.

L'Irfu (Institut de Recherche des lois Fondamentales de l'Univers) appartient à la Direction de la Recherche Fondamentale du CEA. Ses activités scientifiques relèvent de l'astrophysique, de la physique nucléaire et de la physique des particules. La majeure partie de ses activités est effectuée dans le cadre de programmes internationaux, d'institutions ou de laboratoires extérieurs en collaboration avec des laboratoires français et étrangers.

2.2 Présentation du projet



L'expérience de physique des particules P2, auprès de l'accélérateur MESA à Mayence (Allemagne), est actuellement en construction.

Son objectif principal est la mesure précise d'un paramètre du Modèle Standard de la physique des particules. Le détecteur Basket, basé sur la technologie de détection de particules MicroMegas, est un sous-détecteur essentiel de l'expérience, permettant d'atteindre la précision désirée. Basket est composé de trois disques de détection, constitués chacun de six modules couvrant 60°.

L'ensemble du système de détection est installé dans une enceinte, le "Chapeau". Le chapeau est assemblé sur une chambre à vide préexistante, avec des contraintes d'étanchéité. Le fond du chapeau est constitué d'une membrane fine, dont le but est d'être la plus transparente possible au passage de particules de basse énergie.

2.3 Présentation de l'expérience P2 Micromégas

Une vue générale de l'expérience P2 Micromégas implantée à Mayence figure ci-dessous.

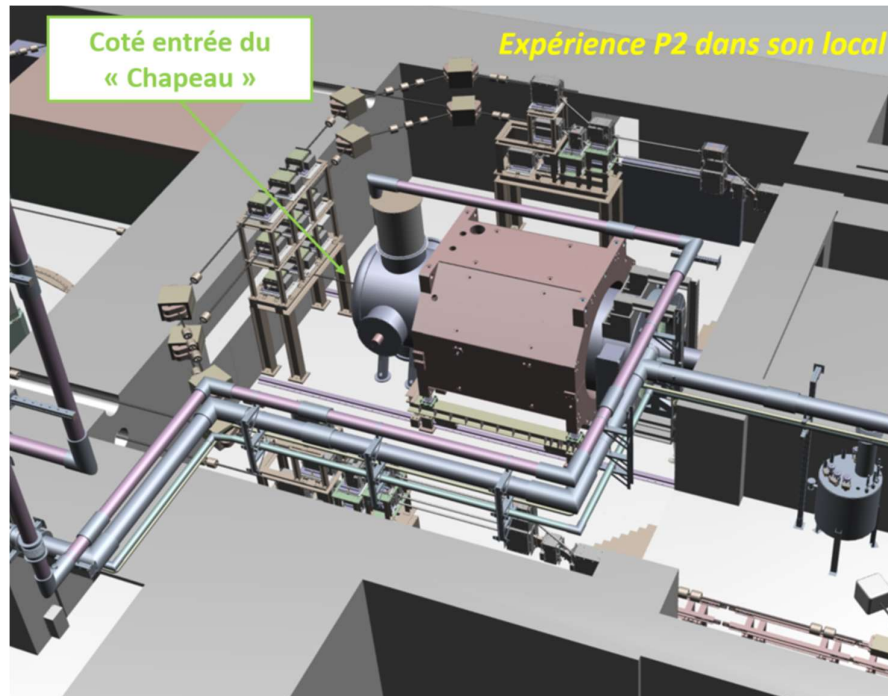


Figure 1 : Expérience P2 Micromégas dans son local

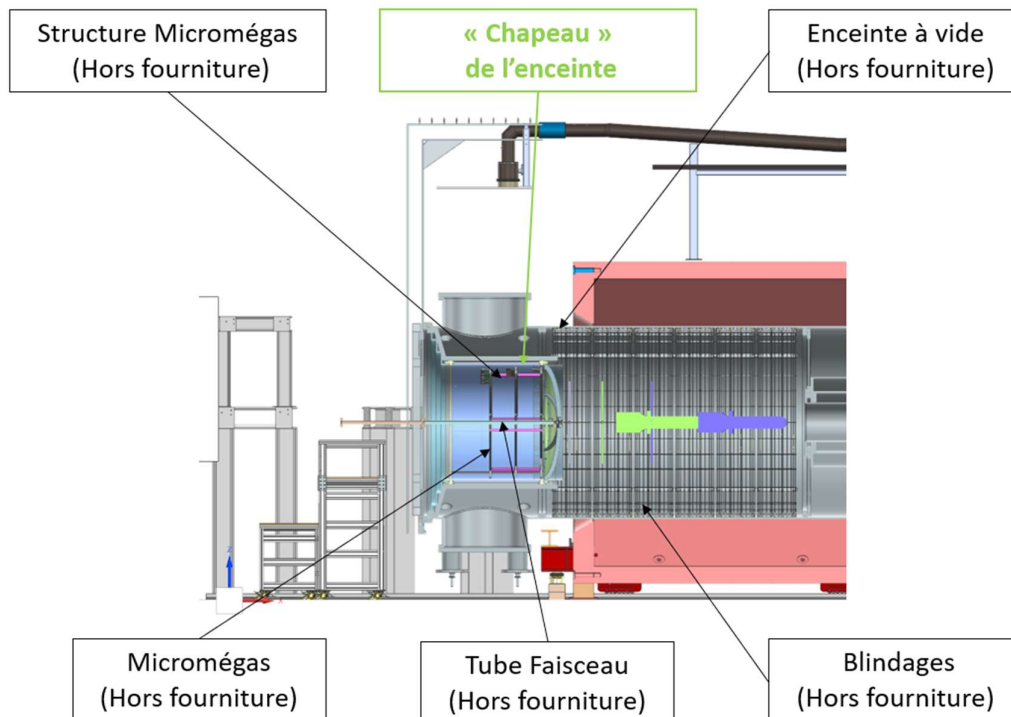


Figure 2 : Expérience P2 Micromégas dans son local (vue en coupe)

Les prestations décrites dans ces spécifications techniques concernent la fourniture de la virole d'entrée et de la section cylindrique du « Chapeau » de l'enceinte, ainsi que du cadre de transport (option n°1), permettant leur insertion dans le local d'expérience implanté à Mayence.

Ces spécifications techniques concernent aussi les moyens d'essais à mettre en œuvre, notamment l'enceinte à vide de test et le « faux » fond de test, destinés à la réalisation du test d'étanchéité en usine.

Ces équipements sont décrits dans les paragraphes à suivre.

3 DESCRIPTIF DE LA FOURNITURE

3.1 « Chapeau » de l'enceinte

L'ensemble « Chapeau » de l'enceinte est constitué des 4 parties principales mentionnées ci-après :

- La virole d'entrée
- La section cylindrique
- Le fond bombé
- Le tube faisceau avec son supportage.

Vous pouvez voir ces éléments assemblés dans les vues ci-dessous.

Le fond bombé, en carbone, n'est pas inclus dans la fourniture de la présente prestation.

Le tube faisceau et son supportage, en acier inox, ne sont pas inclus dans la fourniture de la présente prestation.

Seules sont inclus dans la présente fourniture la virole d'entrée et la section cylindrique.

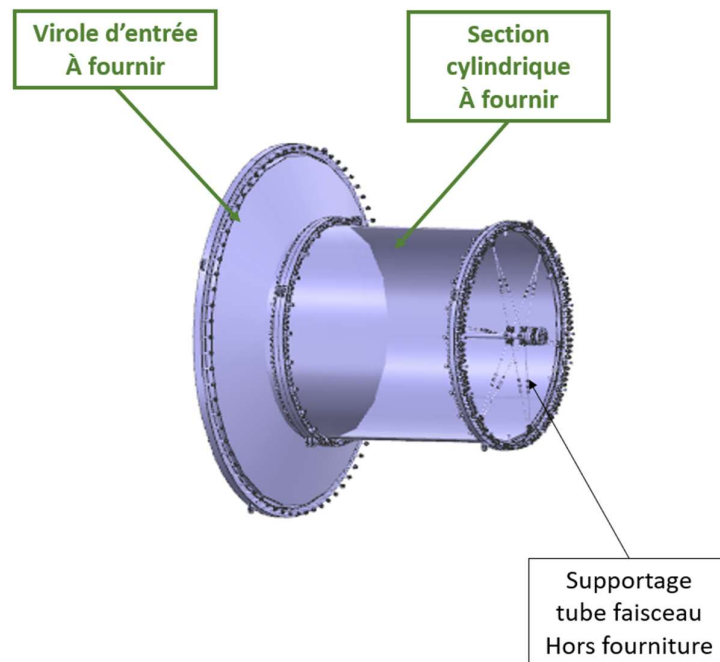


Figure 3 : « Chapeau » de l'enceinte assemblé sans fond bombé

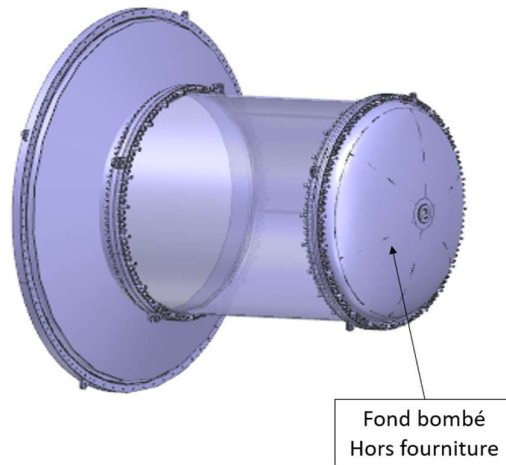


Figure 4 : « Chapeau » de l'enceinte assemblé avec fond bombé

Une fois monté, le « Chapeau » de l'enceinte assemblé viendra fermer l'enceinte à vide déjà présente sur le lieu de l'expérience (et hors fourniture de cette présente prestation).

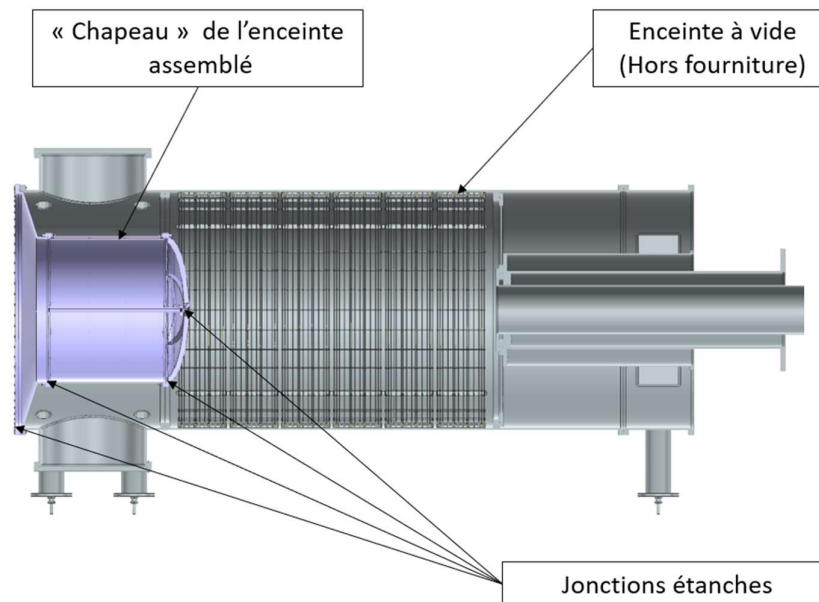


Figure 5 : « Chapeau » de l'enceinte assemblé monté sur l'enceinte à vide

Pour ces raisons, les assemblages des éléments composant le « Chapeau » de l'enceinte devront être étanches au vide, ainsi que la fixation du « Chapeau » de l'enceinte assemblé sur l'enceinte à vide.

3.1.1 Virole d'entrée

La virole d'entrée est la pièce de jonction se raccordant d'un côté sur la bride de l'enceinte à vide présente sur le lieu de l'expérience, et de l'autre sur la partie cylindrique de du « Chapeau », qui est la pièce destinée à recevoir les éléments fonctionnels de l'expérience.

Cette pièce est caractérisée par ses interfaces, 2 brides, d'environ 2 450 mm de diamètre pour l'une et 1 500 mm de diamètre pour l'autre, espacées d'une longueur d'environ 300 mm. Le design de la paroi les reliant n'est pas soumis à des impératifs fonctionnels, hormis la tenue au vide et la matière. Cette dernière sera de l'inox 316L.

Ainsi les Soumissionnaires pourront proposer un design remplissant les contraintes ci-dessus et le plus adapté à leurs moyens de fabrication pour la partie reliant les deux brides.

La représentation de la zone entre brides dans les vues ci-dessous n'est en conséquence qu'indicative.

Pour assurer l'étanchéité des assemblages vissés, la bride de grand diamètre comportera 72 trous diamètre 13,5 H 13, celle de petit diamètre 120 trous diamètre 17,5 H 13.

L'étanchéité au niveau des brides sera assurée à l'aide de joints toriques élastomère / Viton®.

La masse de la virole d'entrée constituée sera d'environ 750 kg, suivant le design adopté. 2x4 anneaux de levage soudés sur la périphérie des deux brides devront permettre la manutention de la virole d'entrée.

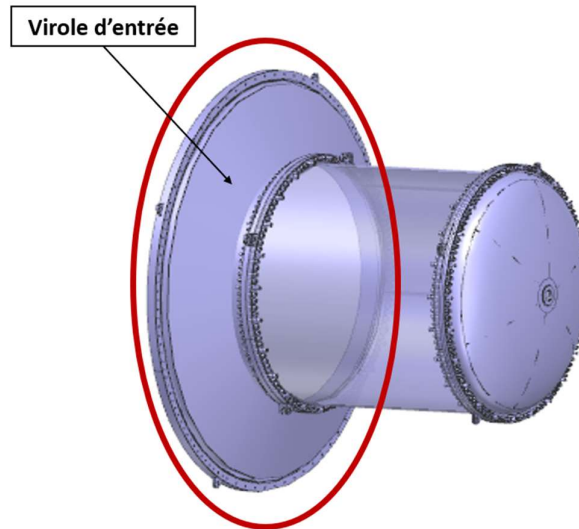


Figure 6 : Virole d'entrée du « Chapeau » de l'enceinte

3.1.2 Section Cylindrique

La section cylindrique est un tube de diamètre extérieur d'environ 1450 mm et d'épaisseur 8 mm en aluminium AW-5083 reliant entre elles deux brides de diamètres 1500 mm et d'épaisseur 30 mm. Le tube et les deux brides auront une longueur assemblée d'environ 1150 mm. Les jonctions du tube et des brides seront soudées étanches.

Pour assurer l'étanchéité des assemblages vissés, les brides auront 120 trous diamètre 17,5 H 13 chacune.

L'étanchéité au niveau des brides sera assurée à l'aide de joints toriques élastomère / Viton®. La gorge sera uniquement sur une seule des brides pour cet élément.

La masse de la section cylindrique constituée sera d'environ 150 kg.

2x4 anneaux de levage soudés sur la périphérie des deux brides permettront la manutention de la section cylindrique.

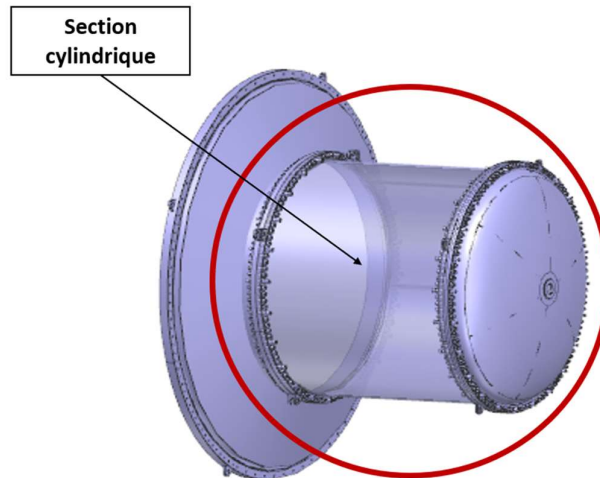


Figure 7 : Section cylindrique du « Chapeau » de l'enceinte

La partie interne de la section cylindrique comportera en partie basse deux rails destinés à permettre l'introduction de la structure Micro Mégas lors de son montage.

Ces rails ne seront pas identiques : un rail permettra le guidage, l'autre le supportage uniquement.

Leur positionnement, leur forme et leurs dimensions sont essentiels pour assurer une insertion correcte du détecteur et doivent être attentivement contrôlés.

Ces rails sont détaillés sur le plan CEA référence 71 P2MM DM-1110 001.

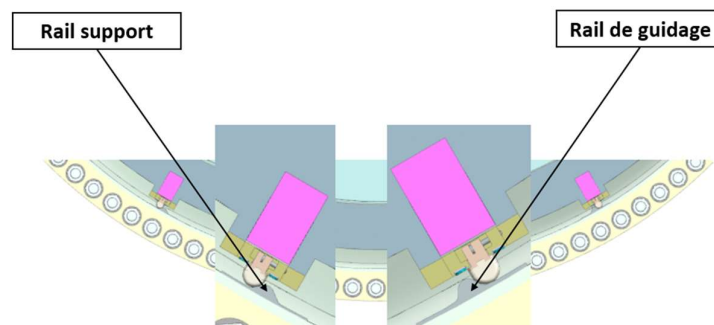


Figure 8 : Rails internes de guidage et de supportage de la Section cylindrique du « Chapeau » de l'enceinte

3.1.3 Fond bombé

En raison de contraintes de « transparence » aux particules, le fond bombé définitif, de très faible épaisseur, sera réalisé en carbone et **n'est pas inclus dans la présente prestation.**

En revanche, la fourniture d'un outillage de substitution (« faux » fond de test), destiné à permettre la réalisation de tests d'étanchéité est incluse dans le périmètre de la prestation. Ce « faux » fond de test est à réaliser selon le plan CEA 6010 001.

Le faux fond de test étant prévu partiellement en acier carbone, celui-ci devra être protégé contre la corrosion pour ces parties par un traitement type brunissage.

Des tests utilisant le « faux » fond étant prévus ultérieurement, celui-ci sera propriété du CEA.

La vérification du dimensionnement du « faux » fond de test, notamment vis-à-vis de la tenue au vide, a été effectuée par le CEA.

Il est à noter que le design particulier du « faux » fond de test est dû à l'utilisation de ce dernier pour le test d'étanchéité du fond bombé carbone (hors fourniture de la présente prestation).

3.1.4 Tube faisceau et son supportage

Le tube faisceau et son supportage sont destinés à maintenir le vide autour du faisceau lors du passage de ce dernier à l'intérieur du « Chapeau » de l'enceinte. **Cet équipement, en acier inox (316LN), n'est pas inclus dans la présente prestation.**

3.1.5 Blindage et ses outillages de maintien

De par les contraintes de rayonnements, il est nécessaire d'entourer la partie cylindrique extérieure du « Chapeau » de l'enceinte de plaques de carbure de bore (B4C) et de feuilles de plomb. **La fourniture, la fixation et le maintien en position de ce blindage ne sont pas inclus dans la présente prestation.**

3.2 Insertion du « Chapeau » de l'enceinte

Le « chapeau » de l'enceinte sera assemblé et testé en usine, puis il sera démonté et conditionné pour son transport sur le lieu de l'expérience, où il sera réassemblé.

Le réassemblage n'est pas compris dans la présente prestation, mais la bonne compréhension des contraintes qui y sont liées est nécessaire pour une réalisation correcte des pièces.

Le local d'expérience recevant de nombreux équipements, l'introduction du « Chapeau » de l'enceinte à l'intérieur de celui-ci devra s'effectuer à l'aide d'un scénario préétabli. Ce scénario ne sera pas détaillé ici, mais les éléments principaux nécessaires à sa réalisation le sont.

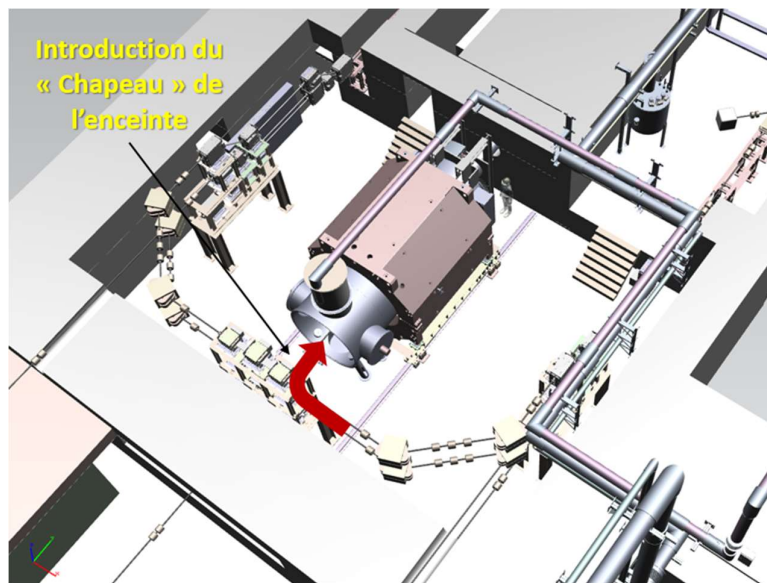


Figure 9 : Local de l'expérience où le « Chapeau » de l'enceinte sera implanté

3.2.1 Cadre de transport

⇒ Option N° 1 : Fourniture du cadre de transport

Ce cadre de transport est nécessaire à la manutention de la virole d'entrée et de la section cylindrique assemblée, mais aussi à la manutention du « Chapeau » de l'enceinte assemblé dans sa totalité, c'est-à-dire avec :

- Le fond bombé carbone,

Spécifications de fabrication Du Chapeau de l'enceinte et des outillages associés

- Le tube faisceau inox et son supportage,
- Les différents blindages et leurs fixations.

Une fois transféré dans le local de l'expérience, la virole d'entrée sera vissée à la section cylindrique et au fond bombé sur le chariot. A cette fin, la virole d'entrée aura été préalablement fixée au cadre de transport pour sa manutention.

Le fond bombé carbone et le tube faisceau inox et son supportage n'étant pas fabriqués aujourd'hui ont une masse respective estimée de 60 kg et 10 kg. Ces valeurs seront affinées ultérieurement.

Les différents blindages et leurs fixations ont une masse estimée de 200 kg.

La fourniture du cadre de transport est sous forme optionnelle, car ce cadre en acier S355 peint n'est pas dans le même périmètre de fourniture que le « Chapeau » de l'enceinte.

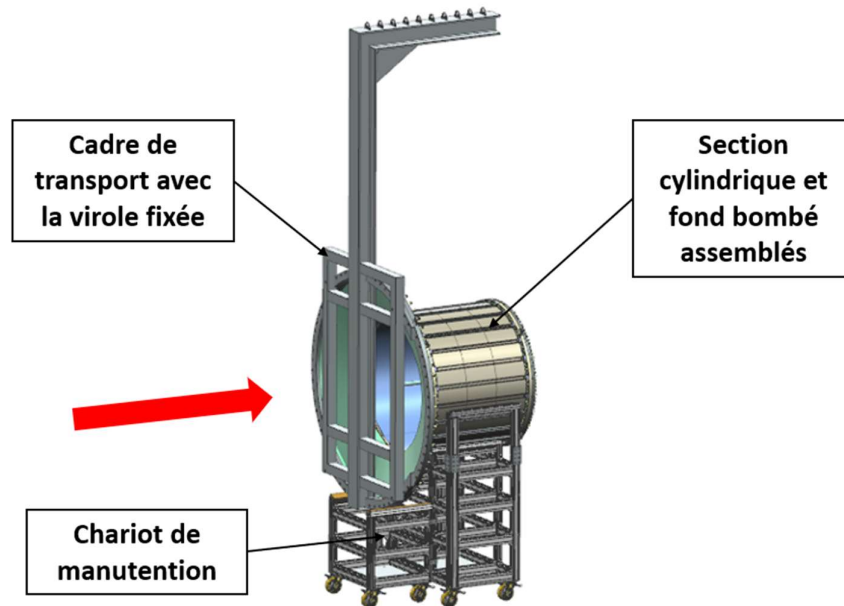


Figure 10 : Section cylindrique et fond bombé sur le chariot, recevant la virole fixée au cadre de transport

Ce cadre de transport a non seulement pour fonction la manutention de la virole d'entrée pour permettre son assemblage avec la section cylindrique et le fond bombé, mais il devra aussi permettre l'introduction de cet ensemble constitué dans l'enceinte à vide, déjà présente dans le local de l'expérience, et hors fourniture de la présente prestation.

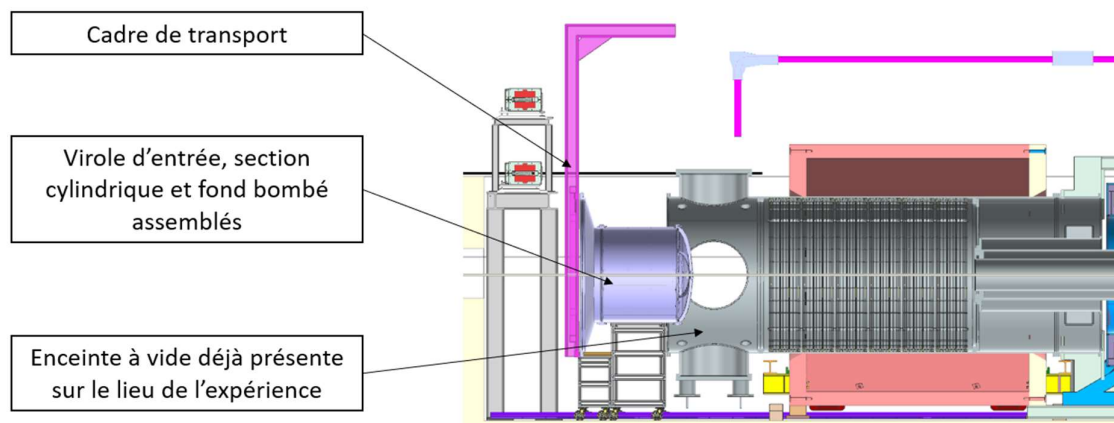


Figure 11 : Section cylindrique, fond bombé et virole d'entrée assemblés pour introduction dans l'enceinte à vide

Ce cadre de transport devra posséder un système de réglage permettant d'adapter le Centre de Gravité (CDG) du cadre et de la masse transportée, variable suivant les configurations, pour permettre à la fois l'assemblage de la virole d'entrée sur la section cylindrique posée sur le chariot, et l'introduction de l'ensemble virole d'entrée, section cylindrique, fond bombé, blindages et leurs outillages de maintien dans l'enceinte à vide.

4 TESTS ET CONTROLES EN USINE

Il incombe au Titulaire d'effectuer tous les contrôles intermédiaires s'il le juge nécessaire pour satisfaire aux exigences de la spécification technique.

En particulier, le Titulaire est fortement encouragé à effectuer des inspections intermédiaires aux différentes étapes de la fabrication. Dans tous les cas, tous les tests décrits dans cette spécification technique sont obligatoires.

Le CEA se réserve le droit d'être présente et/ou représentée ou accompagnée par un organisme de son choix pour assister à tout essai effectué dans les locaux du Titulaire ou de ses sous-traitants. Le Titulaire doit donner un avis au moins cinq jours ouvrables avant la date prévue de tout essai.

4.1.1 Contrôle des soudures

Chaque soudure doit être soumise à une inspection visuelle à 100 % selon les normes applicables. Le rapport d'inspection doit être inclus dans le dossier de fabrication.

Un contrôle visuel de l'aspect des soudures sera effectué.

4.1.2 Contrôle dimensionnel

Les contrôles de dimension doivent être effectués à l'aide de tous les outils nécessaires adaptés aux exigences définies sur les dessins.

Le contrôle doit être effectué à la pression atmosphérique et à une température égale à $22\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

Ces contrôles doivent être documentés dans le dossier de fabrication.

Ce document doit comprendre le contrôle de toutes les dimensions spécifiées avec une tolérance non générale ou une propriété géométrique (cylindricité, concentricité, parallélisme, etc.) mentionnées dans les dessins associés, et d'autres dimensions seront définies en accord avec le CEA.

4.1.3 Test d'étanchéité

Le test d'étanchéité de la virole d'entrée et la section cylindrique se déroulera dans les locaux du Titulaire.

Le fond bombé définitif en carbone, et le tube faisceau et son supportage, hors fourniture de cette présente prestation, ne seront pas utilisés pour ce test.

Afin d'être représentatif des conditions de fonctionnement du Chapeau de l'enceinte, ce test devra s'effectuer avec l'intérieur de la virole d'entrée et la section cylindrique à la Pression atmosphérique, et l'extérieur soumis au vide (voir Figure 13).

Cette enceinte, nécessaire uniquement à la réalisation des essais et utilisée dans les locaux du Titulaire, ne fait pas partie des fournitures livrées au titre de la présente prestation et demeure la propriété du Titulaire. À ce titre, le Titulaire pourra recourir à un équipement existant lui appartenant ou en assurer l'approvisionnement, les coûts correspondants étant réputés inclus dans son offre, sauf stipulation contraire.

Il est précisé que l'exigence essentielle porte sur la réalisation du test d'étanchéité dans les conditions définies dans ce cahier des charges. À ce titre, le recours à une enceinte à vide constitue un moyen

proposé pour atteindre cet objectif ; il pourra toutefois être remplacé par toute solution alternative proposée par les soumissionnaires, sous réserve qu'elle permette de respecter strictement l'ensemble des spécifications techniques et des conditions d'essais requises.

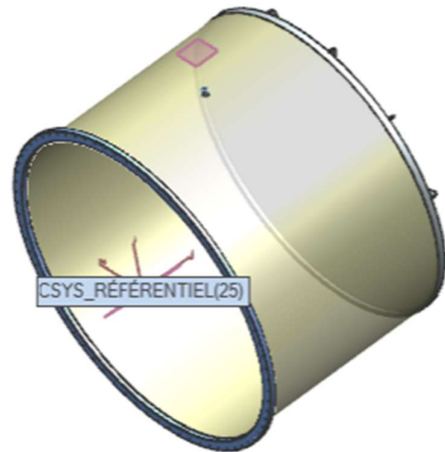


Figure 12 : Enceinte à vide de test

A titre indicatif, une solution reposant sur une enceinte à vide est décrite sur le plan d'ensemble CEA 6010 000 joint au DCE. Cette description est fournie à titre d'exemple afin d'illustrer un moyen permettant de répondre aux exigences du test.

Le fond bombé carbone n'étant pas utilisé, un « faux » fond sera à approvisionner par le Titulaire pour ce test. Ce « faux » fond de test est aussi décrit sur le plan d'ensemble CEA 6010 000.

L'enceinte à vide de test étant prévue pour partie en acier carbone, celle-ci devra être protégée contre la corrosion par un traitement type brunissage.

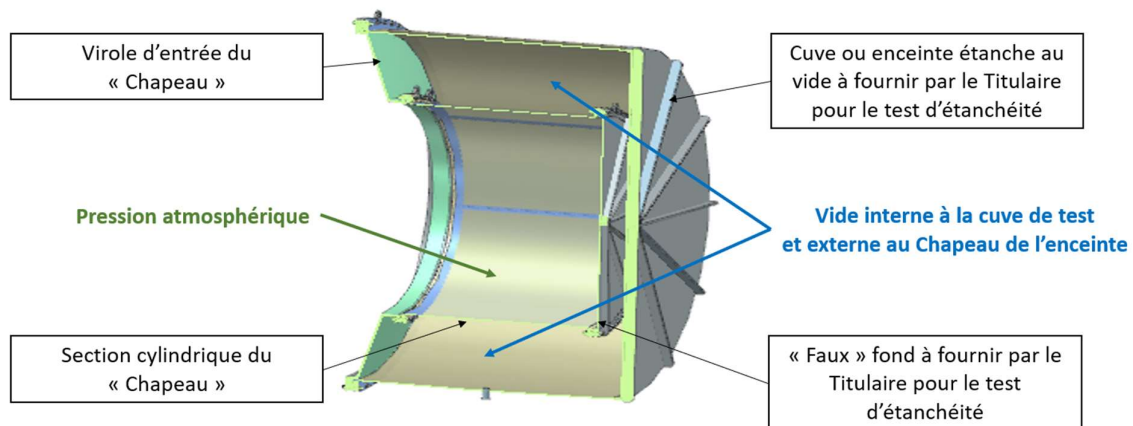


Figure 13 : Virole d'entrée et section cylindrique du « Chapeau » assemblé pour le test d'étanchéité

Le Titulaire devra fournir autant de jeux de joints supplémentaires (joints élastomères) que nécessaire pour les essais, les quantités de joints mentionnées sur la nomenclature étant celles des nouveaux joints à livrer avec la livraison.

Le supportage du « Chapeau » de l'enceinte pour la réalisation de ce test est à charge du Titulaire.

Le taux de fuite sera inférieur à $< 10^{-8}$ mbar.l.s-1. Le rapport d'inspection doit être inclus dans le dossier de fabrication.

5 DESCRIPTIF DE LA PRESTATION

Sont compris dans la prestation :

5.1 Etudes

- Les études de fabrication de la virole d'entrée, de la partie cylindrique, et des outillages associés.
- Les études de conception et de fabrication du cadre de transport du « Chapeau » de l'enceinte assemblé, y compris le dimensionnement mécanique conformes suivant les obligations réglementaires (Option N°1),

5.2 Fabrication

- La fabrication de la virole d'entrée et de la section cylindrique avec ses rails, selon plans CEA,
- La fabrication du cadre de transport du « Chapeau » de l'enceinte assemblé (Option N°1),

Pour les besoins de la réalisation des essais, le Titulaire devra mettre en œuvre les moyens suivants :

- La fabrication ou la mise à disposition d'une enceinte à vide de test, sauf en cas d'utilisation d'un équipement existant lui appartenant ;
- La fabrication d'un « faux » fond bombé destiné aux essais.

L'éventuelle enceinte à vide de test nécessaire à l'exécution des prestations, ne constitue pas un livrable au titre du présent marché et demeure la propriété du Titulaire. En revanche, le « faux » fond bombé est un livrable du présent marché.

5.3 Assemblage

- L'assemblage de la virole d'entrée et de la section cylindrique en usine. Le Titulaire devra prévoir dans ses locaux le supportage provisoire de cet assemblage.

5.4 Contrôle et tests

- Le test en étanchéité du « Chapeau » de l'enceinte assemblé en usine (voir paragraphe 4.1.3),
- La certification du cadre de transport du « Chapeau » de l'enceinte (Option N°1),
- La vérification des interfaces entre le cadre de transport et la virole d'entrée (Option N°1),
- Le test de levage (en complément du test de charge de certification) en usine du cadre fixé sur la virole d'entrée et la section cylindrique (Option N°1),

5.5 Livraison et réception

- La livraison et la réception des équipements se dérouleront sur le lieu de l'expérience à Mayence.

Ne sont pas compris dans la prestation :

- La vérification du dimensionnement mécanique conformes suivant les obligations réglementaires (tenue au vide) de l'enceinte à vide de test proposé par le CEA. Celle-ci a été effectuée par le CEA.

- La vérification du dimensionnement mécanique conformes suivant les obligations réglementaires (tenue au vide) du « faux » fond de test. Celle-ci a été effectuée par le CEA.
- La fourniture du fond bombé carbone,
- La fourniture du tube faisceau et de son supportage,
- La fourniture du blindage et de ses outillages de maintien,
- La fourniture du chariot de manutention,
- Les essais et la manutention des équipements à l'intérieur du local d'expérience à Mayence,
- L'assemblage du « Chapeau » de l'enceinte sur le site de l'expérience à Mayence.

5.6 Livrables documentaires (récupérés sous forme de fichiers)

En plus des éléments indiqués au paragraphe précédent, des livrables documentaires sont demandés. Ils seront récupérés sous forme de dossier informatique individualisé, avec un sommaire.

5.6.1 Études de fabrication

Livrables documentaires associés aux études réalisées avant le démarrage de la production :

- La description des procédés de fabrication envisagés pour les différentes pièces,
- Les modifications ou aménagements éventuels nécessaires
- Une gamme de fabrication,
- Tous les plans de détail des objets réalisés, avec identification des jonctions et le détail des matériaux,
- La liste des outillages nécessaires et leur description,
- Les nomenclatures,
- La liste des sous-traitants et des tâches envisagées pour les prestations non réalisées en interne,
- Le planning,
- Le plan Qualité,

5.6.2 Contrôles Qualité

Livrables documentaires associés au contrôle de la qualité :

- La liste des documents incluant l'état de chacun (version, état d'approbation par le CEA...),
- La liste des fournisseurs et des sous-traitants,
- La liste des non-conformités,
- Les rapports de non-conformité,
- Les demandes de modifications éventuelles,
- Les procès-verbaux de conformité,
 - La vérification du nettoyage,
 - Le contrôle dimensionnel,
- La liste des constats d'inspection.

5.6.3 Dossier de fabrication

Livrables documentaires associés à la fabrication des pièces :

- Les procédures de fabrication comprenant à minima :
 - La procédure de fabrication,
 - La procédure de soudage,
 - Les procédures de test et de contrôles,
 - La procédure de marquage,
 - La procédure d'emballage,
- La documentation liée aux procédés de fabrication nécessaires pour la réalisation de la fourniture, définis dans les exigences techniques :
 - Les rapports d'inspection du nettoyage et de l'identification,

- Le rapport ou procès-verbal d'inspection non-destructif,
- Le certificat matériaux de tous les matériaux utilisés dans le processus de fabrication.
- Le livret suiveur de chaque élément avec toutes les opérations effectuées durant la fabrication. Ce livret devra inclure :
 - L'identifiant de tous les sous-composants de l'élément à fournir,
 - Pour chaque opération, la référence complète de la procédure appliquée pour l'opération (avec la version),
 - L'identification des machines et des équipements de test utilisés,
 - Les résultats de tous les tests,
 - La date de réalisation de chaque opération avec le nom et la signature du ou des responsables,
 - Le nom et signature du chef d'atelier responsable du suivi de la réalisation des opérations de fabrication.
- Le rapport d'inspection des sous-composants,
- Les photographies illustrant les étapes de fabrication,
- La liste des tâches effectuées par un sous-traitant associées au nom de la société sous-traitante.

5.6.4 Contrôle et configuration

Livrables documentaires associés au contrôle et à la configuration finale des éléments à fournir :

- Certificats et fiches de contrôle,
- Certificat de calibration des appareils de contrôle,
- Rapports de test incluant les résultats de mesures effectués durant la fabrication,

6 DOCUMENTS DE REFERENCE

6.1 Codes et normes applicables

Pendant l'exécution des travaux, les codes et normes suivants sont appliqués dans leur révision actuelle. En particulier, les normes suivantes doivent être appliquées :

NF EN 10088	Aciers inoxydables
NF EN 573	Aluminium et alliages d'aluminium - Composition chimique et forme des produits corroyés
NF EN ISO 9606-4	Épreuve de qualification des soudeurs - Soudage par fusion - Partie 4 : nickel et ses alliages.
NF EN ISO 9606-2	Épreuve de qualification des soudeurs - Soudage par fusion - Partie 2 : aluminium et alliages d'aluminium.
NF EN 10204	Produits métalliques – Types de documents de contrôle
ISO 9001	Système de management de la Qualité – Exigences
FD ISO 10005	Systèmes de management de la Qualité – Lignes directrices pour les plans qualité

6.2 Fournitures CEA au démarrage du contrat

- Les spécifications techniques et les performances attendues données dans ce document,
- Les plans en format informatique (fichier .dxf / .pdf). Ils seront fournis au contractant en fonction du planning prévisionnel présenté au §4.4.
- Le CEA fournira une ou des maquettes CAO de la fourniture lors de la réunion de lancement.

Les plans d'ensemble, qui seront utilisés pour les études de fabrication, sont ceux fournis par le CEA avec la mention "Approuvé" (ou équivalent).

Si des changements mineurs étaient nécessaires suite à la réunion de lancement, ceux-ci seraient pris en compte dans une nouvelle version des plans CEA et transmis au Titulaire dans un délai de 10 jours ouvrés suite à ladite réunion.

Remarque : le CEA sera en charge de l'organisation de la réunion de lancement qui se tiendra soit au CEA à Saclay, soit dans les locaux du titulaire.

6.3 Jalons et détail du phasage lié au « Chapeau » de l'enceinte

6.3.1 Etudes de fabrication liée au « Chapeau » de l'enceinte et ses outillages

ACTIVITES	DATES SOUHAITEES
Signature du contrat	T0
Réunion de lancement CEA : Fourniture au titulaire des plans et fichiers 3D au statut « Approuvé » si nécessaire	T0 + 2 semaines
Titulaire : Mise à jour et envoi du plan d'assurance qualité et du planning incluant les jalons	T0 + 3 semaines
Etudes de fabrication	
Titulaire : Envoi des livrables documentaires tels que décrits à la section 5.6.1	T0 + 5 semaines
Revue de lancement en fabrication du « Chapeau » de l'enceinte et de ses outillages (MRR) – Point de validation N° 1	T0 + 7 semaines = T1

6.3.2 Fabrication du « Chapeau » de l'enceinte et ses outillages

L'étape 2 commence seulement avec l'approbation de l'examen de l'état de préparation de la fabrication (MRR), qui clôt également l'étape 1. La clôture de l'étape 1 et le début de l'étape 2 seront communiqués par écrit au Titulaire par le CEA.

ACTIVITES	DATES SOUHAITEES
Fabrication du « Chapeau » de l'enceinte et de ses outillages	
Envoi des livrables documentaires tels que décrits à la section 5.6.3.	T1 + 10 semaines
Contrôles usine du « Chapeau » de l'enceinte et de ses outillages	T1 + 12 semaines
Autorisation de livraison	T2
Livraison du « Chapeau » de l'enceinte et de ses outillages sur le lieu de l'expérience à Mayence	T2 + 2 semaines
Réception suite à essais sur site (SAT) satisfaisants du « Chapeau » de l'enceinte et de ses outillages et fin de de l'étape 2	T2 + 10 semaines

7 EXIGENCES TECHNIQUES

7.1 Conditions opératoires

7.1.1 Paramètres principaux

Température :	
Température en opération	2 K à 300 K
Pression :	
Pression en opération	1×10^{-6} mbar (vide d'isolation)

Dans ces conditions, les matériaux utilisés ne doivent pas présenter de changements significatifs dans leurs propriétés thermomécaniques.

7.1.2 Champs magnétiques

De par la proximité d'un aimant générant un champ magnétique de 0,5 Tesla, les composants de cette fourniture nécessitent l'emploi de matériaux amagnétiques.

7.1.3 Radiations

L'expérience est soumise à un rayonnement, provenant principalement de neutrons mais aussi de rayons gamma.

Dans ces conditions, les matériaux utilisés ne doivent pas présenter de modifications significatives de leurs propriétés thermomécaniques après irradiation de 0.3 MGy.

Ainsi le Polytétrafluoroéthylène (PTFE - Téflon) est strictement interdit.

7.2 Exigences techniques générales

7.2.1 Matériaux

Le Titulaire est tenu d'inspecter soigneusement le matériel à sa réception.

Tous les matériaux doivent être comptabilisés au moyen d'une procédure de traçabilité, qui doit être incluse dans le plan d'assurance de la qualité. Les certificats matière doivent être fournis en anglais ou en français pour tout le matériel.

7.2.2 Soudage

Les soudures seront continues et étanches. L'apparence des soudures devra être lisse et les soudures ne doivent pas présenter de perles, de trous ou de gouttes projetées de matière.

Un dossier de soudage doit être joint au dossier de fabrication.

Les procédés de soudage considérés seront soumis à l'approbation du CEA Saclay pour la MRR.

Un soudeur qualifié réalisera toutes les soudures.

La norme NF EN ISO 9606-2 sera applicable concernant les joints soudés aluminium.

7.2.3 Autre procédé nécessaire

Si un autre procédé s'avère être nécessaire à la fabrication, le CEA devra en être informé au préalable et celui-ci devra être dûment validé.

7.2.4 Nettoyage

Le nettoyage par sablage est strictement interdit.

Tous les composants doivent être nettoyés et dégraissés par le Titulaire selon l'état de l'art actuel du domaine. Les pièces doivent être protégées de toute contamination et stockés dans un endroit propre et sec.

Aucun composant ne devra contenir d'impuretés, dépôts, graisse, copeaux et toute autre substance.

Après nettoyage, des gants doivent être utilisés pour manipuler les éléments.

Les outillages utilisés pour les tests et les contrôles devront être nettoyés proprement et dégraissés avant usage.

Le Titulaire devra informer le CEA de la procédure de nettoyage envisagée pour approbation écrite dans le cadre du dossier de fabrication.

7.2.5 Outillage

Le Titulaire est responsable de la définition et de la réalisation de tous les outillages qui seraient nécessaires aux différentes étapes de la fabrication, de son contrôle, ou de son expédition (liste non exhaustive).

7.2.6 Stockage

Le Titulaire doit fournir une surface de stockage sèche et propre.

8 ASSURANCE QUALITE

Le Titulaire et ses sous-traitants doivent bénéficier d'une certification ISO 9001 ou équivalente, ou d'un organisme de qualité équivalent, approprié à la présente Spécification Technique (voir paragraphe 6.1).

8.1 Exigences générales

Le Titulaire doit être en mesure de démontrer qu'il détient la certification de la série ISO 9001 ou un organisme de qualité équivalent qui convient à l'objet de la présente spécification technique.

De cette façon, le Titulaire doit planifier, établir, mettre en œuvre et respecter un plan d'assurance de la qualité (PAQ) qui répond à toutes les exigences décrites dans la présente spécification technique.

Le PAQ comprend :

- La nomination d'un représentant en charge du suivi du marché,
- La rédaction des rapports de contrôle sous une semaine maximum après la réalisation desdits contrôles,
- L'envoi du rapport de non-conformité au CEA sous 5 jours ouvrés maximum, après la constatation du défaut,
- Le droit de tout membre du personnel du CEA d'être présent lors de toute opération liée à la fabrication, pour vérifier,
- La liste de tous les composants, fourniture, matière première et opérations de réalisation pour traçabilité,
- La configuration et la description du système de gestion de la qualité (QMS) utilisé pour le contrat. Le présent QMS doit décrire en particulier comment les non-conformités et les changements doivent être traités. Le QMS doit être approuvé par le CEA.

Ce PAQ incluant les documents requis pour le contrôle qualité doit recevoir l'accord du CEA avant d'être appliqué. Ce PAQ doit être présenté au CEA lors de la réunion de lancement.

Le CEA se réserve le droit d'effectuer à tout moment des contrôles concernant l'application du présent PAQ par le Titulaire. À cette fin, le Titulaire accorde un libre accès à ses installations au personnel du CEA et facilite les audits qualité qu'il effectue. Le représentant du CEA peut être présent lors de toute opération d'essai, de fabrication et/ou d'inspection s'il le demande.

8.2 Non-conformités

Toute non-conformité doit être signalée sans délai au CEA et documentée par un Rapport de Non-Conformité (RNC) transmis dans un délai maximal de 5 jours ouvrés. En cas de RNC, le Titulaire doit proposer des mesures correctives (quand c'est possible) pour traiter la situation, et proposer des mesures préventives pour éviter des défauts similaires à l'avenir.

Toute poursuite d'activité sur un composant ayant fait l'objet d'une non-conformité ne peut s'effectuer qu'après accord écrit du CEA sur le rapport de non-conformité.

Le Titulaire doit tenir à jour la liste exhaustive de toutes les non-conformités établies au cours du marché. Le statut des non-conformités et la mise en œuvre de méthodes préventives et/ou correctives doit être discutée et examinée au cours des réunions d'avancement.

Les livrables associés à des non-conformités comprennent :

- Le détail de la non-conformité,
- L'accord avec le CEA, concernant la décision/conduite à tenir pour la résolution de la non-conformité,
- La preuve de la résolution de la non-conformité, incluant l'analyse.

8.3 Test et qualification

Si un autre procédé s'avère nécessaire à la fabrication ou aux essais, le CEA doit en être préalablement informé et ce procédé doit être dûment validé. Le Titulaire doit présenter une demande de modification technique (sans incidence financière).

9 RECEPTION DE LA FOURNITURE

9.1 Emballage et expédition

L'emballage est à la charge du Titulaire et devra assurer l'intégrité de la fourniture.

Le Titulaire doit concevoir l'emballage approprié et veiller à ce que les bonnes procédures d'expédition soient appliquées tout au long du processus.

Ce ou ces emballages devront être déplaçables avec un chariot élévateur et un transpalette, dans la mesure du possible.

Des indicateurs de chocs et indicateurs de renversement devront être présents sur les emballages. Après la livraison sur site au CEA Saclay, une inspection visuelle avec le contrôle des détecteurs sera effectuée et tout choc visible sera identifié.

Le Titulaire est responsable du transport jusqu'au lieu de l'expérience à Mayence.

Aucun envoi ne doit être effectué sans l'approbation écrite préalable du CEA.

Si le CEA le juge nécessaire, les fournitures endommagées seront renvoyées au Titulaire pour réparation.

Les ensembles de la fourniture seront identifiés à l'extérieur de la caisse de transport

9.2 Réception (SAT)

Après livraison sur le lieu de l'expérience à Mayence, plusieurs tests et contrôles seront effectués par le CEA sur chaque ensemble de la fourniture afin d'accepter l'équipement.

Le test d'étanchéité du Chapeau de l'enceinte, décrit au paragraphe 4.1.3, sera répété sur le site de Mayence par le CEA, selon les mêmes critères. La seule différence concernera l'utilisation de l'enceinte à vide présente sur le lieu de l'expérience à la place d'un équipement du Titulaire lors des contrôles usine.

Des représentants du Titulaire pourront être présents lors de ces essais.

L'acceptation finale de la fourniture sera déclarée si l'équipement répond à tous ces critères et après la signature du procès-verbal de réception par les deux parties.

10 CONDITIONS GENERALES

10.1 Suivi du contrat

Le Titulaire doit désigner un chef de projet qui sera responsable de l'exécution technique du contrat et de son suivi pendant toute la durée du contrat. Il/elle doit être la personne de contact pour l'interlocuteur du CEA.

10.2 Réunions

10.2.1 Réunion de lancement

La première étape contractuelle est la réunion de lancement, dont l'ordre du jour est le suivant :

- Présentation des deux parties, le CEA et le Titulaire,
- Présentation des personnes clés : l'interlocuteur du CEA et le chef de projet du Titulaire,
- Examen des spécifications techniques,
- Liste des données d'entrée requises pour démarrer les activités,
- Discussions sur le plan de fabrication, le plan d'assurance qualité et le calendrier
- Examen de la déclaration de base et rappel de la règle relative aux droits de propriété intellectuelle.

La réunion de lancement peut avoir lieu au CEA Saclay ou dans les locaux du Titulaire.

10.2.2 Revue de l'état de la préparation de la fabrication (MRR)

Une fois que les plans de fabrication et les procédures de fabrication seront prêts, une réunion officielle sera organisée, l'examen de l'état de préparation de la fabrication (MRR). Des examens de l'état de préparation de la fabrication (MRR) auront lieu avant la fabrication du « chapeau » de l'enceinte et ses outillages.

Cette MRR contiendra les éléments suivants :

- Liste finale de la nomenclature et des pièces
- Plans de fabrication définitifs pour l'assemblages, les essais et la manutention des appareils
- Plans de vérification de la production finale, inspection et vérification des livrets suiveurs, et documents d'assurance de la qualité (AQ) et de contrôle de la qualité (CQ) connexes, tels que les livrets suiveurs, le plan d'inspection de la fabrication (PIF) et les procédures de manutention
- Plans définitifs pour le flux de production, y compris la planification et la participation du personnel du projet
- Mises à jour du planning en fonction des détails du plan de production

- Documents finaux de contrôle de fabrication

La documentation doit être envoyée au CEA deux semaines avant cette réunion et sera examinée au cours de cette réunion afin de donner un accord formel pour commencer l'approvisionnement en matériel et la fabrication.

La MRR est un point d'arrêt. La fabrication des sous-ensembles concernés commence seulement avec l'approbation de l'examen de l'état de préparation de la fabrication qui sera notifié au Titulaire par écrit par le CEA.

10.2.3 Réunions de suivi

Des réunions de suivi peuvent être organisées à la demande du Titulaire ou du CEA.

Le Titulaire remettra au CEA tous les documents d'entrée au moins cinq jours ouvrables avant les réunions pour examen. Les actions à prendre pour finaliser et approuver tous les rapports pour les jalons de la prestation de base seront convenues aux réunions de suivi.

Le CEA sera chargée de publier les compte-rendus, incluant le suivi des actions.

10.3 Accès au site de fabrication

Le CEA et les experts externes potentiels autorisés par le CEA doivent avoir libre accès, pendant les heures normales de travail, aux sites de fabrication ou d'assemblage, y compris aux locaux de tout sous-traitant, pendant la durée du contrat. Le site de fabrication, comme indiqué dans l'appel d'offres, ne peut être modifié qu'après approbation écrite du CEA.

Le CEA se réserve le droit de prendre des photos de la fourniture et des composants associés à tout moment et en tout lieu pendant le processus de fabrication.

10.4 Sous-traitance

Tout travail sous-traité est soumis à l'approbation formelle préalable du CEA. A cet effet, tout sous-traitant doit être présenté à la suite du formulaire de déclaration en annexe du règlement d'appel d'offres (Règlement de consultation).

Le formulaire de déclaration du sous-traitant peut être rempli avec l'offre ou ultérieurement, lors de l'exécution du Contrat.

Si le choix du sous-traitant n'est pas défini au cours de la phase d'appel d'offres, l'appel d'offres doit au moins indiquer clairement une liste complète des tâches sous-traitées et des entreprises sous-traitantes prévues.

Les sous-traitants doivent se conformer aux mêmes exigences que le Titulaire, notamment en ce qui concerne les codes et les normes applicables.

10.5 Gestion de la documentation

La documentation doit être fournie en anglais. Certains documents pourraient être fournis en français après l'accord du CEA.

Les documents généraux doivent être produits au moyen de Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint). Les calendriers doivent être fondés sur Microsoft Project. Ils doivent être fournis au format Microsoft ou PDF.

Les modèles et dessins CAO doivent être fournis dans les formats suivants (avec ordre de préférence) :

- NX Siemens compatible
- STEP
- DXF or DWG
- PDF

10.6 Contacts

Pour toute question technique liée à la présente spécification technique, le Titulaire est invité à communiquer avec

Patrice CHARON
CEA Saclay
DRF/IRFU/DIS,
Bâtiment 123
F-91191 GIF SUR YVETTE CEDEX
Tel: +33 (0) 1 69 08 51 20
Email: patrice.charon@cea.fr

Sandrine CAZAUX
CEA Saclay
DRF/IRFU/DIS
Bâtiment 123
F-91191 GIF SUR YVETTE CEDEX
Tel : +33 (0) 1 69 08 48 35
Email : sandrine.cazaux@cea.fr

11 CONFIDENTIALITÉ

Tous les dessins et documents de fabrication (y compris la présente spécification technique) transmis au soumissionnaire sont confidentiels et ne doivent pas être divulgués à un tiers sans l'accord écrit du CEA.