



00087738 - Irfu/Titan-25-105

Spécifications techniques relatives à la réalisation de chambres à vide SEM-LC



Figure 1 : Vues des chambres à réaliser

	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
Nom	G. DISSET	N. MISIARA	D. CHIRPAZ-CERBAT
Fonction	Ingénieur	Ingénieur	Resp. WP4
Date	04/07/2025		

Visa

HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

Version	Date	Pages modifiées	Motifs
AA	26/05/2025		Création
AB	30/06/2025		Mise à jour template
AC	01/07/2025		Chambre 3 en option
AD	03/07/2025		Commentaires projet

DIFFUSION

CEA	Externe
<ul style="list-style-type: none"> . BOUGAMONT E. . CHAUVEAU AC. . FERDINAND R. . DUPERRIER R. . GASTINEL P. . HANUS X. . JOYEUX L. . CHIRPAZ D. . SMA 	<ul style="list-style-type: none">

Copie à :

.

TABLE DES MATIERES

1	Contexte du projet	5
1.1	Glossaire.....	5
1.2	Présentation du CEA et de l'IRFU	5
1.3	Présentation générale du projet	5
2	Documents applicables	6
2.1	Général	6
2.2	Normes et règles générales	6
3	Etendue de la prestation	6
3.1	Objet du marché	6
3.2	Etendue des prestations confiées au Titulaire	7
3.3	Éléments mis à disposition du Titulaire par le CEA.....	7
4	Calendrier prévisionnel.....	7
5	Fabrication.....	9
5.1	Approvisionnements	9
5.2	Usinage.....	9
5.2.1	Tolérances dimensionnelles	9
5.2.2	Outils et programmes d'usinage	9
5.2.3	États de surface	9
5.2.4	Interfaces mécaniques.....	9
5.2.5	Manipulation des pièces	10
5.3	Soudures	10
5.3.1	Général	10
5.3.2	Soudeurs	10
5.3.3	Qualification des procédés de soudage et tests.....	10
5.4	États de surface.....	11
5.5	Traitements de surface et traitements thermiques	11
5.5.1	Marquage des pièces	11
5.6	Stockage des pièces	11
5.7	Nettoyage	11
6	Contrôles et essais en usine	12
6.1	Généralités	12
6.2	Contrôles dimensionnels	12
6.3	Contrôle des soudures	13
6.4	Contrôle d'étanchéité.....	13
6.5	Analyse de gaz résiduels (RGA)	13
7	Livrables documentaires	13
7.1	Livrables à remettre à la réunion d'enclenchement.....	14

7.2	Livrables à remettre à la revue de fabrication	14
7.3	Dossier constructeur a remettre à la livraison	14
7.4	Format des livrables documentaires.....	14
7.5	Validation des livrables documentaires	15
8	Assurance de la qualité	15
8.1	Plan d'assurance de la qualité.....	15
8.2	Gestion des non-conformités.....	15
8.3	Gestion des modifications	16
9	Livraison des pièces.....	16
9.1	Emballage.....	16
9.2	Conditions de livraison	16
10	Réception des pièces	16
11	Suivi du marché.....	17
11.1	Correspondance	17
11.2	Rapport d'avancement	17
11.3	Réunions.....	17
11.3.1	Réunion d'enclenchement.....	17
11.3.2	Revue de fabrication.....	18
11.3.3	Réunions d'avancement	18
11.4	Inspection, visite et audit du site de fabrication.....	18
11.5	Sous-traitance.....	18
12	Confidentialité.....	18

1 Contexte du projet

1.1 GLOSSAIRE

- CEA : Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives
- DRF : Direction de la Recherche Fondamentale
- IRFU : Institut de Recherche sur les lois Fondamentales de l'Univers
- LDA : Liste des Documents Applicables
- LOFC : Liste des Opérations de Fabrication et de Contrôle
- MIG : Metal Inert Gas
- PAQ : Plan d'Assurance Qualité
- PAQp : Plan d'Assurance Qualité particulier
- TIG : Tungsten Inert Gas

1.2 PRESENTATION 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 Très Grandes Infrastructures de Recherche (TGIR), 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 (DRF) du CEA. Ses activités scientifiques relèvent de l'astrophysique, de la physique nucléaire et de la physique des particules effectuées pour la majeure partie dans le cadre de programmes internationaux, d'institutions ou de laboratoires extérieurs en collaboration avec des laboratoires français et étrangers.

1.3 PRESENTATION GENERALE DU PROJET

Le présent document définit les exigences applicables à la réalisation de chambres à vide « SEM-LC » destinées aux lignes de l'installation TITAN. Les chambres à vide sont des ensembles mécaniques en acier inoxydable 1.4404 (316L).



Figure 3 : Vue d'une chambre SEM-LC

2 Documents applicables

2.1 GENERAL

Les documents applicables à la prestation sont les suivants :

- Les présentes spécifications techniques,
- L'ensemble des normes et standards mentionnés dans le paragraphe 2.2,
- Les plans de consultation.

2.2 NORMES ET REGLES GENERALES

Le Titulaire doit respecter tous les codes, normes, règles et directives listés ci-après. Il peut proposer des normes équivalentes après justification. La liste n'est pas limitative et le Titulaire peut proposer toutes les normes qui lui semblent applicables.

Les codes, normes, règles et directives doivent être utilisés dans leur dernière version applicable.

- NF EN ISO 9001 : « Système de management de la Qualité – Exigences »
- FD ISO 10005 : « Système de management de la qualité – lignes directrices pour les plans qualité »
- ISO 1101 : « Spécification géométrique des produits (GPS) »
- ISO 13920 : « Soudage — Tolérances générales relatives aux constructions soudées »
- ISO 2768 : « Tolérances générales »
- NF EN ISO 10204 : « Produits métalliques – Types de documents de contrôle »
- NF EN ISO 9606 : « Épreuve de qualification des soudeurs – soudage par fusion »
- NF EN ISO 15614 : « Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques — Épreuve de qualification d'un mode opératoire de soudage »
- NF EN ISO 5817 - « Soudage – Assemblage en acier, nickel, titane et leurs alliages, et leurs alliages soudés par fusion (soudage par faisceau exclu) – Niveaux de qualité par rapport aux défauts »
- ISO 20485 : « Essais non destructifs — Contrôle d'étanchéité — Méthode au gaz traceur »
- NF EN 10088-1 : « Aciers inoxydables – Partie 1 : Liste des aciers inoxydables »
- NF EN 10088-2 : « Aciers inoxydables – Partie 2 : Conditions techniques de livraison pour les produits plats en acier résistant à la corrosion, pour usages généraux »
- ASTM A240 : « Standard Specification for Chromium and Chromium-Nickel Stainless Steel Plate, Sheet, and Strip for Pressure Vessels and for General Applications »

3 Etendue de la prestation

3.1 OBJET DU MARCHÉ

Le marché a pour objet la fourniture de **3 « chambres SEM-LC »** définies par le plan réf. 71 U061 DM- 3232, ID0069871, est structuré comme suit :

- Tranche ferme : 2 « chambres SEM-LC » équipées ;
- Tranche optionnelle : 1 « chambres SEM-LC » équipée.

L'option sera levée au plus tard 6 mois après la réception de la tranche ferme.

Les chambres sont équipées de différents éléments standards :

- Brides Iso CF DN160 ;
- Fond bombé GRC NF E 81-102 DN300 ;
- Embout Iso CF DN40 ;
- Brides Quick-CF VACOM (réf. **VACOM QCF100B104-316 DN 100**).

En plus des chambres, 12 anneaux de levage articulés M8, CMU 600 kg (Réf. 18-1140-8, Emile Maurin ou équivalent) sont à fournir (en tranche ferme).

3.2 ETENDUE DES PRESTATIONS CONFIEES AU TITULAIRE

Le Titulaire est en charge de la réalisation de 3 chambres « SEM-LC » (dont une en option).

Ces prestations se décomposent en deux phases :

- L'**industrialisation** des chambres incluant :
 - o L'édition des plans de fabrication à partir des plans de définition joints au présent document ;
 - o La rédaction de l'ensemble des documents de fabrication définis ci-après.
- La **fabrication** des chambres incluant :
 - o L'approvisionnement des matériaux nécessaires à la réalisation des chambres (ce incluant les pièces du commerce) ;
 - o L'obtention de la qualification des soudures selon les matériaux utilisés (si elles ne sont pas déjà possédées par le Titulaire ou ses sous-traitants) ;
 - o La fabrication proprement dite ;
 - o La conduite de l'ensemble des contrôles et essais en usine ;
 - o Le nettoyage de toutes les pièces ;
 - o L'emballage et la livraison sur le site du CEA Paris-Saclay, ce incluant la protection des brides d'extrémité par des moyens appropriés à définir et réaliser par le Titulaire.

MISE EN GARDE DU TITULAIRE : La conception et la réalisation de tout outillage nécessaire à la fabrication des chambres, à leur manutention en cours de fabrication, de contrôle ou de transport sont réputées incluses dans la fourniture du Titulaire.

3.3 ELEMENTS MIS A disposition DU TITULAIRE PAR LE CEA

Le CEA met à disposition du Titulaire les plans de définition des chambres à vide et les modèles 3D associés.

Ces documents sont joints aux présentes spécifications techniques dans leur dernière version en date. Le CEA se réserve le droit d'y apporter des modifications mineures qui, le cas échéant, donnent lieu à une nouvelle transmission au plus tard à la revue de fabrication.

Sur demande du Titulaire, le CEA peut mettre à disposition du Titulaire 2 brides pleines Quick-CF VACOM et les colliers associés pour les contrôles d'étanchéités.

4 Calendrier prévisionnel

La fabrication des chambres à vide est sur le chemin critique du calendrier du projet. Une attention particulière sera apportée au calendrier fourni par le Soumissionnaire dans son offre, et au respect du calendrier lors de l'exécution du marché par le Titulaire.

Le calendrier devra indiquer, à partir de T0 (date de signature du marché), les différents jalons de fabrication. Ce calendrier doit également justifier l'adéquation entre les délais sur lesquels s'engage le Titulaire et les ressources affectées à l'exécution de la prestation.

Le calendrier prévisionnel souhaité est indiqué dans le tableau ci-après. Les délais ci-dessous sont indicatifs et correspondent à ceux souhaités par le CEA. Dans son offre, le Soumissionnaire veille à s'en approcher ou à les optimiser.

Jalons	Dates estimées	Livrables
Signature du marché	T0	-

Tranche ferme		
Réunion d'enclenchement	T0 + 2 semaines	Calendrier prévisionnel à jour PAQ Liste des sous-traitants
Revue de fabrication	T0 + 1 mois	Plans de fabrication Procédures et documents mentionnées au §7.2
Livraison de la matière première	T0 + 2 mois	Certificats matières et preuves de livraison
Démarrage de la fabrication	T1 (=T0+2 mois*)	Accord écrit du CEA après inspection des matières approvisionnées
Tests en usine	T1 + 4 mois	PV de contrôle et essais en usine signés des Parties
Livraison au CEA de Paris-Saclay	T1 + 4,5 mois (=T0+6,5 mois**)	Les chambres à vide*** Le dossier constructeur de chaque chambre
Réception	T2 = T1 + 6,5 mois	PV de réception
Tranche optionnelle		
Levée de l'option	T3 = T2 + 6 mois au plus tard	Lettre de levée d'option
Livraison de la matière première	T3 + 2 mois	Certificats matières et preuves de livraison
Démarrage de la fabrication	T4 (=T0+2 mois*)	Accord écrit du CEA après inspection des matières approvisionnées
Tests en usine	T4 + 4 mois	PV de contrôle et essais en usine signés des Parties
Livraison au CEA de Paris-Saclay	T4 + 4,5 mois (=T3+6 mois**)	La chambres à vide Le dossier constructeur de la chambre
Réception	T1 + 6,5 mois	PV de réception

Le Titulaire peut proposer une anticipation des approvisionnements afin de gagner du temps sur le calendrier global.

Si le Titulaire détecte la moindre déviation par rapport au calendrier, il devra immédiatement alerter le CEA et prendre toutes les mesures possibles pour réduire l'impact d'un décalage sur les jalons finaux.

**dans l'hypothèse où les approvisionnements ne sont pas anticipés et/ou si les conditions du marché des matières premières sont compatibles avec l'échéance souhaitée de T0+2mois.*

*** dans l'hypothèse où les approvisionnements sont bien disponibles à T0+2 mois.*

**** en cas de livraison échelonnée, le CEA confirmera quels ensembles sont à livrer en priorité.*

5 Fabrication

5.1 APPROVISIONNEMENTS

L'approvisionnement des matières et des pièces du commerce est effectué par le Titulaire. Les documents associés sont présentés à l'approbation du CEA, qui se réserve le droit de venir inspecter les approvisionnements dans les locaux du Titulaire. Les approvisionnements sont lancés par le Titulaire après validation, par le CEA, des livrables présentés dans le cadre de la revue de fabrication.

Les chambres sont en acier inoxydable 316L (1.4404 / X2CrNiMo17-12-2).

Un certificat matière de type **3.1** suivant la norme **10204 : 2004** doit être fourni pour toutes les matières premières utilisées.

Les anneaux de levage seront « CE » et doivent être fournis avec leur déclaration de conformité CE.

MISE EN GARDE DU TITULAIRE : A titre exceptionnel, le Titulaire peut être autorisé, sur demande de sa part et autorisation écrite du CEA, à anticiper le lancement des approvisionnements dès la signature du marché.

5.2 USINAGE

5.2.1 Tolérances dimensionnelles

Les pièces doivent être conformes aux plans. Aucune dérogation n'est acceptée sans l'accord préalable écrit du CEA.

5.2.2 Outillages et programmes d'usinage

La définition et la réalisation des outillages nécessaires à l'exécution de la prestation incombent au Titulaire. Il est notamment laissé à l'appréciation de celui-ci le nombre d'outillages à prévoir et les protections des interfaces nécessaires. Si une pièce nécessite, pour sa réalisation, un outillage spécifique (pièces moulées, matricées, etc.), l'outillage dûment identifié doit être conservé en état d'utilisation par le Titulaire pendant une période de 5 ans à compter de la date de réception de la dernière pièce.

Les programmes informatiques (usinage sur machine à commande numérique) nécessaires à la réalisation des pièces sont dûment identifiés par le Titulaire et doivent être conservés pendant une durée de 5 ans à compter de la date de réception de la dernière pièce. Avant cette échéance, ils ne peuvent être détruits que sur la base d'un accord écrit préalable du CEA.

5.2.3 États de surface

Toutes les surfaces usinées doivent présenter une rugosité arithmétique (Ra) maximum de 3.2 µm, à défaut d'une indication différente sur le plan de fabrication.

5.2.4 Interfaces mécaniques

Les interfaces mécaniques spécifiées doivent être contrôlées et respectées. Ces interfaces peuvent être utilisées par le Titulaire au cours du cycle de vie de réalisation, notamment pour les contrôles, à condition de ne pas être endommagées. Le Titulaire prend soin de protéger ces interfaces de tout dommage qui pourrait conduire au refus de la pièce par le CEA.

MISE EN GARDE DU TITULAIRE : Une attention particulière est accordée à la protection des brides et portées de joints et de toutes autres parties de la pièce soumises à des tolérances géométriques et des états de surface spécifiques afin que celles-ci ne soient pas dégradées.

5.2.5 Manipulation des pièces

Les pièces sont manipulées avec des gants propres (latex, nitrile ou équivalent) non talqués afin d'éviter toute pollution par le toucher. Il convient de protéger les pièces autant que possible de la pollution ambiante de l'atelier lorsqu'elles sont en attente prolongée d'usinage.

Les éventuelles surfaces fonctionnelles sont protégées pour rester exemptes de coups, de rayures ou de traces quelconques visibles. Elles sont également protégées des pollutions « chimiques » telles que les résidus de nettoyage, d'huile de coupe ou autre.

5.3 SOUDURES

5.3.1 Général

Le Titulaire est responsable de la définition de toutes les soudures. Celles-ci doivent être continues pour assurer l'étanchéité au vide.

Un cahier de soudage complet comprenant toutes les procédures utilisées et la position des soudures, ainsi que les différentes qualifications requises devra être fourni et validé par le CEA avant le début de la fabrication.

Le type de soudure devra être choisi suivant les normes et règles de l'art en vigueur pour assurer la tenue mécanique et l'étanchéité de la soudure le cas échéant.

Les parties usinées pour préparation au soudage doivent être libres de toute fissure ou porosité. Avant soudure, les surfaces doivent être nettoyées et rendues libres de toute poussière, pollution, trace d'huile de coupe, de graisse et de tout autre contaminant hydrocarboné. Les soudures sont effectuées sous gaz inerte par procédé (soudure orbitale, TIG ou autre). Le Titulaire pourra proposer d'autres procédés mais ils devront être acceptés par le CEA avant mise en œuvre.

Le Titulaire doit effectuer un contrôle visuel de chaque cordon de soudure quels que soient le procédé et les équipements mis en œuvre pour réaliser ceux-ci.

Un soin particulier est accordé aux points suivants :

- La propreté des pièces avant soudage (un nettoyage est exigé) ;
- L'aspect homogène des soudures : si cela s'avère nécessaire, le CEA se réserve le droit de demander des reprises.

5.3.2 Soudeurs

Il est de la responsabilité du Titulaire de maintenir la qualification des soudeurs qu'il compte employer pour la réalisation des fournitures. Il doit maintenir un dossier à jour contenant les détails des qualifications des soudeurs avec les dates, l'autorité de qualification et les résultats des tests.

5.3.3 Qualification des procédés de soudage et tests

Les procédures de soudage proposées doivent être conformes aux normes applicables. Il est de la responsabilité du Titulaire de qualifier les différentes procédures de soudage. Un dossier des procédures de soudure (QMOS) certifiées et nécessaires est adressé au CEA.

Le niveau de qualité par rapport aux défauts dans les soudures doit être conforme à la norme NF EN ISO 5817:

- Pour les soudures assurant l'étanchéité au vide, le niveau d'acceptation est B.
- Pour les éventuelles autres soudures de structure, le niveau d'acceptation est D.

Un dossier de contrôle qualité des soudures sera fourni pour chaque chambre à vide. Dans ce dernier est enregistré :

- La référence de la soudure ;
- Le nom du soudeur ;
- Le matériel utilisé ;
- La référence de l'échantillon ;
- La référence du lot matière ;
- Le rapport d'inspection de la soudure ;
- Le rapport du test d'étanchéité.

MISE EN GARDE DU TITULAIRE : Le Titulaire doit posséder toutes les qualifications nécessaires au soudage des matériaux utilisés. L'obtention de toute qualification nécessaire mais non possédée par le Titulaire à la signature du marché est réputée incluse dans les prestations du Titulaire et le montant forfaitaire du marché, sans frais supplémentaires pour le CEA.

5.4 ÉTATS DE SURFACE

Toutes les surfaces brutes ou non usinées doivent avoir une rugosité arithmétique (Ra) maximum de 12 µm pour avoir une bonne compatibilité avec le vide. Toutes les surfaces usinées doivent présenter une rugosité arithmétique (Ra) maximum de 3.2 µm. Il est précisé que certaines surfaces usinées doivent présenter un coefficient Ra inférieur à la valeur susmentionnée. Les états de surfaces sont spécifiés sur les plans par le Titulaire.

Toutes les pièces doivent être ébavurées, et tous les angles vifs doivent être systématiquement cassés.

5.5 TRAITEMENTS DE SURFACE ET TRAITEMENTS THERMIQUES

Aucun traitement de surface n'est demandé.

Les traitements thermiques sont laissés à l'appréciation du Titulaire. Tout traitement doit faire l'objet d'un certificat justifiant son application.

5.5.1 Marquage des pièces

Les pièces sont identifiées par un marquage (gravure laser ou marquage électrochimique) défini par une procédure dont l'application est soumise à l'accord préalable écrit du CEA.

Le texte à graver sera sous cette forme :

Référence	Nom
	Chambre à vide SEM-LC 1
	Chambre à vide SEM-LC 2
	Chambre à vide SEM-LC 3

Le CEA confirmera cette syntaxe au Titulaire dès que possible. Cette confirmation interviendra au plus tard lors de la revue de fabrication.

5.6 STOCKAGE DES PIÈCES

Les pièces, quelle que soit leur étape de fabrication, sont stockées dans un endroit propre et sec, et ce jusqu'à leur livraison sur le site de Paris-Saclay.

5.7 NETTOYAGE

Avant les tests d'étanchéité et avant son expédition vers le site de Paris-Saclay, chaque pièce fait l'objet d'un contrôle de propreté visant à vérifier :

- L'enlèvement de tout copeau ;
- L'enlèvement de toute trace d'huile de coupe ;
- L'enlèvement de toute trace d'oxydation ;
- L'enlèvement de toute trace de doigts ;

- L'enlèvement de toute éventuelle trace de produits résultant des opérations de traitements spécifiques,
- L'enlèvement de toute trace de produit de nettoyage,
- L'enlèvement de tout copeau, bavure ou résidu dans les trous (lisses et taraudés).

De façon générale, il est fortement recommandé de respecter les standards de l'Ultra Vide. Les surfaces doivent être dégraissées et passivées, le port de gants propres est essentiel (gants latex non poudrés), tout comme la protection des portées de joints ainsi que le nettoyage (avant montage) avec un chiffon non peluchant imbibé d'alcool. Les rayures et les micro cavités sont à bannir. Les traitements de surface augmentant la surface apparente ou créant des microcavités (et/ou volume mort) d'un composant sous vide sont interdits.

6 Contrôles et essais en usine

6.1 GENERALITES

Le CEA se réserve le droit d'être présent ou de se faire représenter par l'organisme de son choix lors des contrôles dans les locaux du Titulaire ou de ses sous-traitants. Le CEA devra être prévenu au moins 5 jours ouvrables à l'avance du déroulement des contrôles et essais. Il est de la responsabilité du Titulaire de réaliser tous les contrôles intermédiaires qu'il juge nécessaires pour la bonne réalisation de la prestation.

Tous les contrôles décrits dans ce document sont obligatoires.

Le Titulaire doit fournir tout outillage, équipement et prévoir le personnel nécessaire à la bonne exécution des contrôles et essais définis dans ce document.

Les contrôles et essais en usine permettent de déterminer si chaque chambre à vide respecte entièrement les critères définis dans les présentes spécifications. Si les contrôles et essais démontrent que l'un des points de ces spécifications n'est pas respecté, le Titulaire doit apporter les corrections nécessaires et les tests sont alors renouvelés à ses frais.

Les procédures des différents contrôles sont envoyées au CEA dans le dossier de fabrication décrit au § 7. La validation écrite du CEA intervient dans un délai de 2 semaines à compter de la réception des documents. Les contrôles ne peuvent pas être effectués sans cette approbation du CEA. Le dossier de fabrication devra être mis à jour avec ces procédures.

Les résultats des contrôles sont communiqués au CEA dans un délai maximum d'une semaine après leur réalisation. La validation écrite du CEA intervient dans un délai de 2 semaines à compter de la réception des résultats.

6.2 CONTROLES DIMENSIONNELS

Chaque pièce fait l'objet d'un contrôle dimensionnel dit « 100% », destiné à vérifier que les dimensions fabriquées (soumises à des tolérances générales ou particulières) respectent les tolérances dimensionnelles et géométriques. Tout élément non contrôlé sera par défaut considéré comme non-conforme par le CEA et devra faire l'objet d'une mesure par le Titulaire.

Un contrôle dimensionnel est considéré comme satisfaisant dès lors que la pièce contrôlée respecte les exigences (cotes, intervalles de tolérances, états de surfaces, localisations, planéités, etc.) figurant sur les plans correspondants.

Chaque chambre à vide est contrôlée par un dispositif de métrologie calibré et étalonné, dans une pièce régulée à 20°C, et avec une humidité relative maximum de 60%. La pièce doit elle-même être contrôlée en température afin de s'assurer qu'elle est en équilibre thermique avec l'atmosphère de la zone de mesure, et que des différentiels thermiques ne perturbent pas les mesures dimensionnelles effectuées.

Les dispositifs mis en œuvre ont une précision suffisante par rapport aux dimensions et tolérances associées à mesurer, dans le volume de contrôle, et sont protégés des vibrations. Les certificats d'étalonnage des appareils de contrôle sont fournis au CEA.

MISE EN GARDE DU TITULAIRE : Le Titulaire est libre de réaliser les contrôles dimensionnels selon le formalisme en vigueur dans son entreprise.

Toutefois, chaque rapport de contrôle dimensionnel 100% est complété par un plan de fabrication (avec les spécifications géométriques et dimensionnelles théoriques) sur lequel sont reportées les valeurs mesurées par le Titulaire. Un code couleur spécifique doit permettre d'identifier :

- Les valeurs mesurées (pour les distinguer des valeurs théoriques) ;
- Les éventuelles valeurs mesurées non conformes.

6.3 CONTROLE DES SOUDURES

Toutes les soudures doivent faire l'objet d'un contrôle visuel, le critère de validation étant l'absence de fissures, craquelures, ou de tout autre dommage ou inclusion sur la soudure. Les soudures des organes de levage doivent subir les contrôles en adéquation avec l'obtention de leur certification. Une procédure de contrôle des soudures doit être fournie au CEA pour validation.

6.4 CONTROLE D'ÉTANCHEITE

Il est précisé que tout contrôle d'étanchéité est précédé du nettoyage des pièces.

Les chambres doivent être étanches au vide. Soumises à une pression extérieure de 1 bar d'hélium, aucune fuite supérieure à 1.10^{-9} mbar.l.s⁻¹ (1.10^{-10} Pa.m³.s⁻¹) ne sera acceptée après plusieurs minutes sous poche (minimum 2 minutes). Ce test doit être conforme à la norme NF 20485 (2018) relative aux tests d'étanchéité par gaz traceur pénétrant l'objet (A.1.). Toute fuite doit être repérée, évaluée à l'aide d'une poche partielle et réparée. Le Titulaire s'engage à prévenir le CEA de toute fuite, même réparée.

Tous les outillages (raccords, supports, visserie) nécessaires à la réalisation du test sont à la charge du Titulaire, à l'exception des brides pleines Quick-CF VACOM et des colliers associés qui peuvent être fournis par le CEA sur demande du Titulaire (une seule paire). Le détecteur de fuite et autres moyens de pompage devront être propres et secs (pas de pompe primaire à huile par exemple) afin d'éviter tout contaminant.

Le CEA se réserve le droit d'être présent à ce(s) test(s) chez le Titulaire ou son sous-traitant. Le Titulaire est ainsi tenu de prévenir le CEA au moins 2 semaines en amont du (ou des) dit test(s).

Si le Titulaire souhaite réaliser une mesure de dégazage du(des) composants avant la livraison, la méthode, le matériel et le protocole de test devront, en amont, être validés par le CEA (attention notamment à la mesure dite de « remontée de pression » ou par « accumulation »). Le protocole sera transmis au CEA au moment de la réunion d'enclenchement.

6.5 ANALYSE DE GAZ RESIDUELS (RGA)

Après nettoyage et après le test d'étanchéité, le Titulaire procède, pour chaque chambre à vide réalisée, à une analyse de gaz résiduels (RGA) pour s'assurer de la qualité du nettoyage et de la propreté de la chambre à vide considérée.

A ce titre, les masses supérieures à 44 devront être inférieures à 1% du pic majoritaire (18, eau) après 24 heures de pompage. Il est précisé que ces valeurs s'entendent avant étuvage (cet étuvage n'étant pas demandé au Titulaire).

Cette RGA a lieu en présence du CEA. Toute non-conformité révélée par la RGA fait obstacle à la livraison sur site de la chambre à vide considérée. Il appartient dans ce cas au Titulaire de résoudre le défaut constaté et de procéder, sans frais supplémentaires pour le CEA, à de nouveaux essais.

7 Livrables documentaires

Dans le cadre de l'exécution du marché, le Titulaire remet au CEA les livrables documentaires mentionnés ci-après.

7.1 LIVRABLES A REMETTRE A LA REUNION D'ENCLenchement

Lors de la réunion d'enclenchement, le Titulaire doit fournir :

- Un plan d'assurance de la qualité (PAQ),
- Un calendrier détaillé,
- La liste des sous-traitants éventuels et des opérations sous-traitées.

7.2 LIVRABLES A REMETTRE A LA REVUE DE FABRICATION

Le Titulaire remet les livrables documentaires suivants, associés à la fabrication des pièces :

- Les procédures comprenant :
 - o Les plans de fabrication ;
 - o La liste des opérations de fabrication et de contrôle (LOFC) ;
 - o Le cahier de soudage ;
 - o Les procédures de fabrication ;
 - o Les procédures de traitements de surface et de traitement thermique (si nécessaire) ;
 - o Les procédures d'essais et contrôles ;
 - o La procédure de marquage ;
 - o La procédure de nettoyage ;
 - o La procédure d'emballage.
- La liste des outillages nécessaires et leur description ;
- La liste des tâches effectuées par un sous-traitant ;
- La liste des documents applicables (LDA).

MISE EN GARDE DU TITULAIRE : Les procédures définies par le Titulaire sont réputées applicables à ses éventuels sous-traitants en charge des opérations concernées.

7.3 DOSSIER CONSTRUCTEUR A REMETTRE A LA LIVRAISON

Le Titulaire devra remettre un dossier constructeur complet.

Celui-ci contient :

1. Les documents mentionnés au §7.2 dans leur dernière version applicable ;
2. Les « certificats matière » de tous les matériaux approvisionnés par le Titulaire et utilisés dans le processus de fabrication ;
3. Les certificats de traitements de surface et de traitements thermiques si ces derniers ont été réalisés ;
4. Le livret suiveur de chaque chambre à vide avec toutes les opérations effectuées durant la fabrication. Ce livret inclut:
 - a. Les résultats de tous les essais et contrôles,
 - b. Les procès-verbaux (PV) correspondants.
5. Les photographies illustrant les étapes de fabrication ;
6. La liste des tâches effectuées par un sous-traitant (le cas échéant) associées au nom de la société sous-traitante ;
7. La LOFC complétée ;
8. Le PAQ complété (si nécessaire) ;
9. Les éventuelles dérogations et documents associés ;
10. Les éventuelles fiches de non-conformités ;
11. Les éventuelles fiches de suivi des modifications ;
12. Pour la traçabilité des opérations, une annexe comprenant toutes les versions des documents du point 1 supra.

7.4 FORMAT DES LIVRABLES DOCUMENTAIRES

Le Titulaire présente les livrables dans un format compatible avec ceux du CEA. Les livrables documentaires sont rédigés en langue française. Toute version intermédiaire des livrables

documentaires est transmissible sur simple demande du CEA au format Word ou PDF sur support Clé USB ou envoi par courriel. Les versions finales validées par le CEA sont remises à celui-ci au format Word ou PDF sur support Clé USB ou envoi par courriel. Pour les formats de fichiers de données techniques, le format d'échange pour le 3D est le STEP. Ce type de détail sera ajusté à la réunion d'enclenchement.

7.5 VALIDATION DES LIVRABLES DOCUMENTAIRES

Le CEA dispose d'un délai de 15 jours ouvrés à compter de la date de remise des livrables documentaires pour faire part au Titulaire de son accord ou de ses remarques éventuelles. En cas de remarques, le Titulaire prend en compte, sans frais supplémentaires pour le CEA, les demandes de rectification formulées par ce dernier, ceci dans un délai maximum de 10 jours ouvrés. Ces rectifications sont également soumises à la validation du CEA.

8 Assurance de la qualité

8.1 PLAN D'ASSURANCE DE LA QUALITE

Le Titulaire établit un Plan Assurance de la Qualité (PAQ) relatif à sa fourniture, conformément aux exigences de la norme ISO 9001 : 2015, complétées par les exigences particulières du présent cahier des charges.

Si le Titulaire n'est pas certifié ISO 9001 : 2015, il définit l'organisation mise en place pour traiter ce marché et suivre ses sous-traitants, l'organisation du personnel et la justification de sa qualification, les interfaces, la prise en considération des exigences formulées par le CEA, l'établissement des révisions successives des documents relatifs à la prestation considérée.

Dans tous les cas, le Titulaire doit remettre un PAQ complété par une liste des documents relatifs à la qualité que ce dernier utilise pour répondre aux exigences du présent cahier des charges. Il s'assure également que tous ses sous-traitants respectent les dispositions du PAQ.

Ce plan inclut à minima :

- 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 maximum après la constatation du défaut ;
- La liste de tous les composants, fourniture, matière première et opérations de réalisation pour traçabilité ;
- La référence physique des différents composants.

Le CEA se réserve la possibilité d'effectuer à tout moment des vérifications concernant l'application de ce PAQ par le Titulaire.

8.2 GESTION DES NON-CONFORMITES

Toute non-conformité doit être signalée sans délai au CEA et documentée par un rapport. Dans cette hypothèse, le Titulaire doit proposer des mesures correctives (lorsque cela est possible), et des mesures préventives pour éviter une répétition des défauts constatés. Toute poursuite d'activité sur un élément ayant fait l'objet d'une non-conformité ne peut intervenir qu'après accord écrit du CEA.

Le Titulaire tient à jour la liste exhaustive de toutes les non-conformités établies au cours de la prestation. Le statut des non-conformités et la mise en œuvre de méthodes préventives et/ou correctives doivent être discutés et examinés au cours des réunions d'avancement.

Les livrables associés à des non-conformités comprennent :

- Le détail de la non-conformité ;

- Le document formalisant l'accord du 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 GESTION DES MODIFICATIONS

Toute modification doit faire l'objet d'une demande écrite et leur acceptation ou refus est indiqué dans une fiche établie par le Titulaire. Les modifications peuvent être proposées à l'initiative de l'une ou l'autre des parties par le biais d'une demande de modification comportant les éléments suivants :

- La motivation de la modification proposée ;
- Les détails techniques de la modification proposée ;
- Les conséquences de la modification proposée.

Les modifications proposées par le Titulaire ne peuvent être mises en œuvre sans l'accord écrit préalable du CEA.

9 Livraison des pièces

9.1 EMBALLAGE

L'emballage des fournitures en vue de leur livraison sur le site du CEA Paris-Saclay incombe au Titulaire. Il est de la responsabilité du Titulaire de prendre les dispositions nécessaires pour assurer le transport, la livraison et permettre la manutention de tous les composants sur le site du CEA à Saclay. En particulier, le Titulaire doit développer et fabriquer les emballages de protection adéquats et assurer l'intégrité du matériel fourni (particulièrement les brides). Il devra également identifier clairement le contenu de chaque emballage.

9.2 CONDITIONS DE LIVRAISON

Le transport des pièces jusqu'au CEA Paris-Saclay incombe au Titulaire.

Aucune livraison n'est effectuée sans l'accord écrit préalable du CEA, obtenu après conduite satisfaisante des essais et contrôles en usine précités.

Avant la livraison, le Titulaire prend soin de prévenir le responsable technique du CEA. En particulier, le Titulaire doit fournir les informations requises pour permettre l'accès du livreur au site. A titre informatif, un délai minimum de cinq jours ouvrés est nécessaire pour une personne possédant la nationalité d'un État-membre de l'Union Européenne.

Un numéro de tracking et/ou le numéro de téléphone du livreur doivent être systématiquement fournis afin de pouvoir suivre l'état de livraison.

Si du matériel spécifique est requis lors du déchargement (chariot élévateur, pont roulant, transpalette ...), le Titulaire en informe le CEA avant l'expédition. Les bordereaux de livraison seront joints avec les caisses de transport. Ils feront apparaître à minima la liste des composants (ensemble et sous-ensembles) et les quantités.

L'adresse de livraison est la suivante :

C.E.A. Paris-Saclay
CEA/DRF/IRFU
Bâtiment 124
F-91191 GIF SUR YVETTE CEDEX

10 Réception des pièces

La réception de chaque chambre à vide est prononcée par le CEA après satisfaction des conditions suivantes :

- La réalisation satisfaisante des essais et contrôles en usine ;
- La livraison sur le site du CEA Paris-Saclay ;
- L'absence de dégât matériel survenu lors du transport ;
- Une vérification de l'état de propreté par le CEA ;
- La validation par le CEA de l'ensemble des livrables documentaires associés.

Dans le cadre de la réception, le CEA se réserve le droit de refaire toute ou partie des tests réalisés en usine (contrôles dimensionnels, les contrôles visuels et les contrôles d'étanchéité).

En particulier, le CEA procédera, après livraison à Saclay, aux essais sur site suivants :

- Inspections visuelles des portées de joints, interfaces soudées ;
- Étuvage : au moins un cycle complet pendant 3 jours à 150 °C. Il est précisé que cet étuvage n'a pas vocation à éliminer les contaminants (graisse, huile, etc.) : un soin particulier est donc à apporter au nettoyage avant livraison sur site ;
- Tests de fuite après les tests de contrainte mécanique et un cycle thermique d'étuvage ;
- Mesure de dégazage après étuvage : le flux de dégazage total de chaque chambre à vide ne doit pas excéder 1.10^{-7} mbar.l.s⁻¹ (1.10^{-8} Pa.m³.s⁻¹) à température ambiante. Ce flux est obtenu en prenant la surface des chambres (5300,6 cm²), le taux de dégazage standard de l'inox étuvé à 150°C pendant 24h (5.10^{-10} mbar.l.s⁻¹.cm⁻²) et un facteur de sécurité de 4 ;
- RGA après étuvage : La composition de gaz ne doit pas montrer d'hydrocarbure supérieure à 0.1 % de la masse principale, qui doit être 2 (hydrogène).

En cas de non-conformité d'un de ces points, la réception ne pourra être prononcée et la fourniture sera renvoyée au Titulaire à ses frais pour intervention(s) corrective(s).

Le CEA se laisse un délai de 2 mois pour effectuer ces opérations de vérifications, à partir de la date de livraison de la fourniture et de la documentation associée. Le Titulaire peut être présent à l'occasion de ces essais sur le site de Paris-Saclay.

11 Suivi du marché

11.1 CORRESPONDANCE

- Correspondant technique du Titulaire

Le Titulaire nomme un responsable technique de l'exécution de la prestation et de son suivi pendant toute la durée de celle-ci. Cette personne possède la qualité d'interlocuteur privilégié du CEA. Tout changement d'interlocuteur durant l'exécution de la prestation, doit être notifié par écrit à l'autre partie.

- Correspondant du CEA

Voici la correspondante technique du CEA : Gaël DISSET, 01 69 08 52 15, gael.disset@cea.fr

11.2 RAPPORT D'AVANCEMENT

Le Titulaire devra transmettre un rapport d'avancement par email au moins une fois toutes les deux semaines au CEA.

11.3 REUNIONS

Certaines des réunions pourront être tenues en visioconférence, pour tout ou partie des participants. Le Titulaire est en charge de la rédaction des comptes rendus de réunion. Ils devront être transmis au CEA au maximum une semaine après la tenue de la réunion pour commentaires et validation.

11.3.1 Réunion d'enclenchement

La réunion d'enclenchement pourra avoir lieu soit à Saclay soit chez le Titulaire, au plus tard deux semaines après la signature du marché. Le calendrier et le PAQ (Plan d'Assurance Qualité) devront

être délivrés et présentés au CEA au cours de cette réunion. Le CEA remettra, le cas échéant, la dernière version des plans de définition et des modèles 3D.

L'ordre du jour de la réunion est le suivant :

- Présentation des parties ;
- Revue des spécifications techniques et des plans de définition ;
- Présentation du calendrier du Titulaire ;
- Présentation du PAQ et de la liste de sous-traitants.

11.3.2 Revue de fabrication

La revue de fabrication pourra avoir lieu soit au CEA Paris-Saclay soit dans les locaux du Titulaire. Les documents pour cette revue devront avoir été transmis au CEA 5 jours au minimum avant la date de cette revue. Cette revue constitue un point d'arrêt dont la levée, par notification écrite préalable du CEA, conditionne le démarrage des activités de fabrication par le Titulaire.

L'ordre du jour est le suivant :

- Revue des plans de fabrication ;
- Revue des documents mentionnés au §7.2 ;
- Revue du calendrier.

11.3.3 Réunions d'avancement

Des réunions d'avancement complémentaires (à l'occasion de chaque étape importante du projet) pourront être organisées par le Titulaire ou le CEA. L'ordre du jour sera fixé lors de la demande de réunion.

11.4 INSPECTION, VISITE ET AUDIT DU SITE DE FABRICATION

Toutes les informations importantes sont échangées par écrit entre les correspondants techniques de chaque partie. Plusieurs visites de représentants du CEA sont à prévoir, notamment en vue des essais et contrôles techniques en usine. En cas de désaccord éventuel sur les résultats des essais et contrôles, le CEA se réserve le droit de faire appel à un organisme extérieur afin que celui-ci procède à une expertise. Le CEA se réserve le droit de prendre des photographies de chacun des composants et outillages associés à tout moment et en tout lieu au cours du processus de fabrication.

11.5 SOUS-TRAITANCE

La sous-traitance est autorisée dans le cadre défini par le marché et les conditions générales d'achat du CEA. Les sous-traitants sont soumis aux mêmes exigences que le Titulaire.

12 Confidentialité

Tous les documents communiqués au Titulaire devront être considérés comme confidentiels et ne pourront être divulgués à des tiers qu'avec l'accord écrit préalable du CEA.

Le Titulaire devra de même préciser pour chacun des documents et informations qu'il produira et mettra à la disposition du CEA durant le marché, le caractère confidentiel de ces derniers. Les modalités devront alors être discutées avec le CEA.
