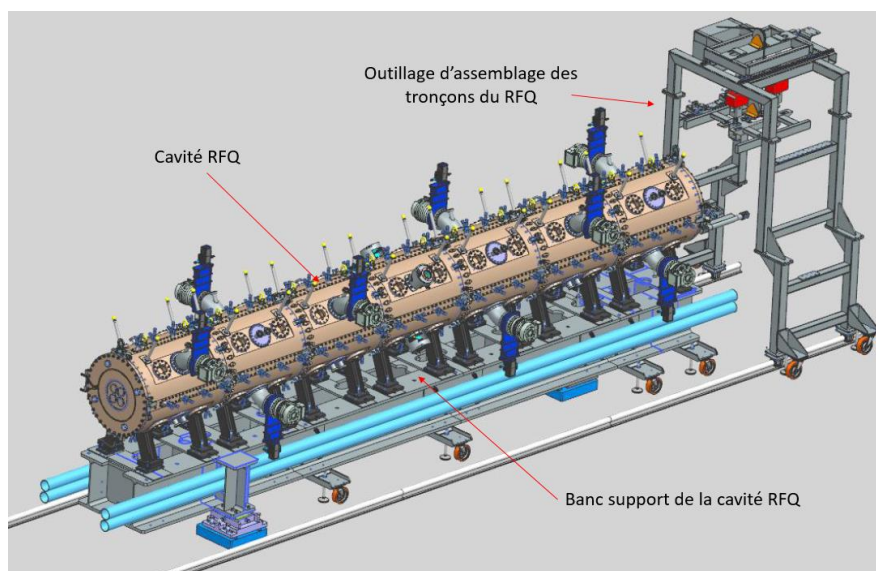




# CAHIER DES CHARGES TECHNIQUES ET APPLICABLES A LA REALISATION DE L'OUTILLAGE D'ASSEMBLAGE DES TRONÇONS DU RFQ NEWGAIN

**Résumé :** La présente spécification s'applique à la réalisation d'un ensemble appelé « Outillage d'assemblage des tronçons ». Cet outillage servira à assembler avec précision les tronçons de la cavité accélératrice du futur accélérateur linéaire NEWGAIN du GANIL.



	REDACTEUR	VERIFICATEUR 1	APPROBATEUR
PRENOM NOM	Lexane PICAULT	Olivier TELLIER	Olivier PIQUET
FONCTION	Ingénieure mécanique	Ingénieur Conception Mécanique	RFQ WP Leader
DATE	24/10/2024	24/10/2024	24/10/2024
VISA		O. TELLIER	

## SUIVI DE MODIFICATION

VERSION	DATE	PARAGRAPHE MODIFIE	NOM	OBSERVATIONS
V1	01/07/2024	-	L.PICAULT	Création du document
V2	06/08/2024	-	L.PICAULT	Modifications après relecture et commentaires du chef de WP
V3	21/08/2024	-	L.PICAULT	Relecture finale avant envoi au SMA

## LISTE DE DIFFUSION

CEA	EXTERNE
<ul style="list-style-type: none"><li>- Fabrizio ROSSI</li><li>- Stéphane JURIE</li><li>- Elodie GAMRACY</li><li>- Augustin DUBOIS</li></ul>	
COPIE	
<ul style="list-style-type: none"><li>- Matthieu MICHEL</li><li>- Philippe ROBILLARD</li><li>- Christophe PEAUCELLE</li></ul>	

## Table des matières

Table des Illustrations.....	4
1. Rubriques introductives .....	5
1.1. Présentation du CEA et de l'IRFU .....	5
1.2. Présentation générale du projet .....	5
1.3. Présentation de la cavité RFQ NEWGAIN.....	6
2. Objet de la prestation confiée au Titulaire .....	7
2.1. Conditions de fonctionnement .....	7
2.2. Description .....	8
3. Étendue des prestations confiées au Titulaire .....	11
4. Éléments mis à disposition du Titulaire par le CEA .....	12
5. Calendrier prévisionnel .....	13
6. Fabrication.....	14
6.1. Approvisionnements .....	14
6.2. Usinage.....	14
6.2.1. Tolérances dimensionnelles .....	14
6.2.2. Outillages et programmes d'usinage .....	14
6.2.3. État de surface .....	14
6.2.4. Interfaces mécaniques.....	14
6.3. Soudures .....	14
6.3.1. Général.....	14
6.3.2. Soudeurs .....	15
6.3.3. Qualification des procédés de soudage et tests .....	15
6.4. Traitements de surface .....	15
6.5. Traitements thermiques .....	15
6.6. Marquage .....	16
6.7. Montage .....	16
6.8. Stockage des pièces .....	16
7. Contrôles et essais en usine .....	17
7.1. Généralités .....	17
7.2. Contrôles dimensionnels.....	17
7.3. Contrôle des soudures .....	18
8. Livrables documentaires .....	18
8.1. Livrables à remettre à la réunion d'enclenchement .....	18
8.2. Livrables à remettre à la revue de fabrication .....	18
8.3. Dossier constructeur à remettre à la livraison.....	19
8.4. Format des livrables documentaires.....	19

9.	Assurance de la qualité .....	20
9.1.	Plan d'assurance de la qualité.....	20
9.2.	Gestion des non-conformités.....	20
9.3.	Gestion des modifications.....	20
10.	Livraison .....	21
11.	Tests sur site CEA et réception .....	21
12.	Suivi du marché .....	21
12.1.	Réunions.....	21
12.1.1.	Réunion d'enclenchement .....	21
12.1.2.	Revue de fabrication .....	22
12.1.3.	Réunions d'avancement.....	22
12.2.	Inspection, visite et audit du site de fabrication .....	22
12.3.	Sous-traitance.....	22
13.	Renseignements complémentaires .....	22

## Table des Illustrations

FIGURE 1 :	VUE DES INSTALLATIONS ACCELERATEURS ET AIRES EXPERIMENTALES DE GANIL/SPIRAL2 .....	6
FIGURE 2 :	VUE D'ENSEMBLE DE L'INJECTEUR NEWGAIN AVEC SES COMPOSANTS .....	6
FIGURE 3 :	SECTION DE 2 TYPES DE CAVITE RFQ ET CAVITE COMPLETE ET INTEGREE SUR SA LIGNE (RFQ SPIRAL 2 AU GANIL) .....	7
FIGURE 4 :	OUTILLAGE D'ASSEMBLAGE EQUIPE D'UN TRONÇON.....	8
FIGURE 5 :	ENSEMBLE CHASSIS HAUT .....	9
FIGURE 6 :	ENSEMBLE MONTAGE T4 .....	9
FIGURE 7 :	ENSEMBLE CHASSIS BAS .....	10
FIGURE 8 :	ENSEMBLE CHASSIS INTERMEDIAIRE .....	10
FIGURE 9 :	PALAN A CHAINE REFERENCE 6044F06 .....	12

## 1. Rubriques introductives

### 1.1. 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 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 sur les 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.

### 1.2. Présentation générale du projet

Le GANIL (Grand Accélérateur National d'Ions Lourds) est un Groupement d'intérêt Économique géré conjointement par le CEA/DRF/IRFU et le CNRS/IN2P3. Il a pour vocation première d'accueillir la communauté scientifique internationale et de mettre à sa disposition des accélérateurs d'ions lourds pour réaliser des expériences en physique nucléaire et interdisciplinaire.

SPIRAL2 est un nouvel accélérateur mis en service au GANIL en 2020. L'équipement principal est un accélérateur linéaire supraconducteur (LINAC) à la pointe de la technologie, actuellement équipé d'un seul injecteur produisant des faisceaux d'ions légers intenses ( $A/q=1-3$ ). Le projet NEWGAIN, collaboration entre plusieurs laboratoires du CEA/IRFU, du CNRS/IN2P3 et le GANIL, consiste en la construction d'un deuxième injecteur, afin de produire des faisceaux d'ions lourds très intenses jusqu'à l'uranium ( $A/q=3-7$ ), bien au-delà des performances de l'injecteur existant. Avec l'ajout de ce nouvel injecteur, le LINAC de SPIRAL2 délivrera, dans sa gamme d'énergie, les faisceaux les plus intenses au monde sur une grande variété d'ions (allant de l'hydrogène à l'uranium), qui conduiront à un potentiel de découverte très élevé. Ces faisceaux d'ions seront exploités au sein de trois installations expérimentales de pointe associées :

- Au Super Séparateur Spectromètre ( $S^3$ ), actuellement en phase d'installation ;
- À l'installation basse énergie Désintégration Excitation et Stockage d'Ions Radioactifs (DESIR), actuellement en phase de construction ;
- À l'installation Neutrons For Science (NFS) mise en service en 2021.

Ce deuxième injecteur, en cours de définition, est conçu pour être entièrement compatible avec l'installation existante et pour améliorer encore ses capacités « multi-utilisateurs ». Il est composé des éléments suivants :

- Une source d'ions supraconductrice de haute performance ;
- Une première ligne de transport de faisceaux basse énergie reliant la source d'ions supraconductrice à la cavité quadripôle radiofréquence appelée cavité RFQ ;
- Une deuxième ligne de transport de faisceaux basse énergie reliant la source d'ions existante au RFQ ;
- Une cavité RFQ qui accélérera les ions lourds avec des pertes de faisceaux presque minimales jusqu'à l'énergie d'injection pour le LINAC supraconducteur ;
- Une ligne de faisceau d'énergie moyenne de connexion au LINAC.

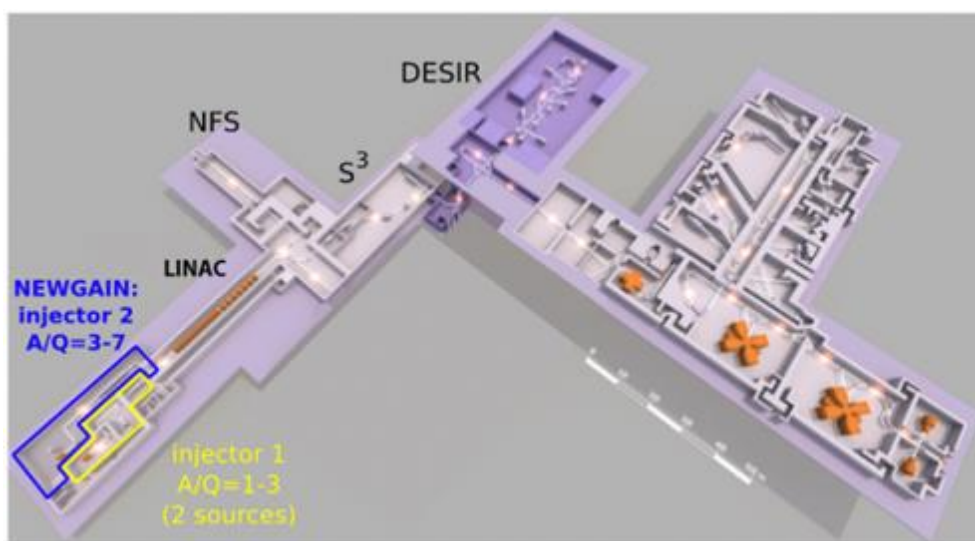


Figure 1 : Vue des installations Accélérateurs et Aires Expérimentales de GANIL/SPIRAL2

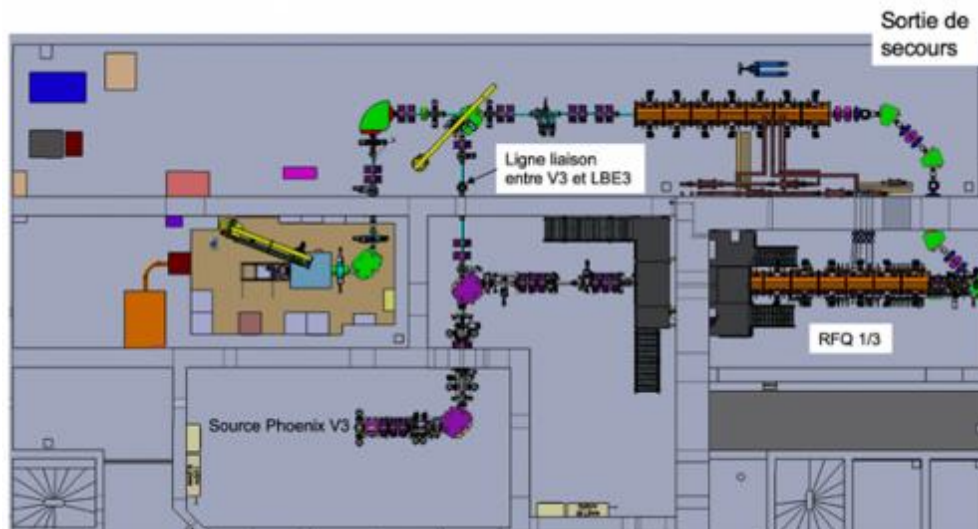


Figure 2 : Vue d'ensemble de l'injecteur NEWGAIN avec ses composants

### 1.3. Présentation de la cavité RFQ NEWGAIN

La cavité quadripolaire radiofréquence (appelée cavité « RFQ » pour sa désignation en anglais « Radio Frequency Quadrupole ») est constituée de cuivre ultra-pur (Cu-c1 ou Cu-c2) et assure 3 fonctions physiques majeures sur le faisceau de particules :

- Elle focalise le faisceau de particules chargées électriquement, afin de compenser la force électromagnétique de répulsion exercée par chaque particule sur les autres et qui tend à faire exploser le faisceau ;
- Elle échantillonne le faisceau continu de particules en paquets bien distincts ;
- Elle génère le champ électrique RF qui permet l'accélération des particules de l'énergie de 10 keV/u à 590 keV/u.





Figure 3 : Section de 2 types de cavité RFQ et cavité complète et intégrée sur sa ligne (RFQ SPIRAL 2 au GANIL)

Les photographies ci-dessus présentent, à gauche, 2 sections différentes de RFQ (les dimensions dépendent de la fréquence RF de l'accélérateur), et à droite, une cavité RFQ assemblée (le premier RFQ de SPIRAL2, très similaire à l'objet de ce marché qui est un assemblage de 5 sections).

La cavité RFQ NEWGAIN présente une longueur totale de 7 m et consiste en l'assemblage mécanique en série de 7 sections toutes distinctes et différentes. Ces dernières présentent certaines caractéristiques communes telles que le diamètre extérieur de 776 mm ou une épaisseur de tube de 56 mm, et certaines interfaces. Chaque section, d'une longueur d'environ 1 m, est obtenue par l'assemblage de 4 lames dans un tube.

## 2. Objet de la prestation confiée au Titulaire

Ce document définit les exigences applicables à la réalisation de l'ensemble « Outillage d'assemblage des tronçons » qui permettra de soulever les différents tronçons du RFQ puis de les positionner et de les monter avec précision sur le banc support.

### 2.1. Conditions de fonctionnement

L'ensemble sera d'abord installé dans un laboratoire du CEA par les équipes CEA pour un test d'assemblage de 2 tronçons puis ensuite dans le tunnel de l'accélérateur du GANIL par le personnel GANIL/CEA :

- Il sera assemblé par niveau de sous-ensemble (châssis bas, châssis intermédiaire, châssis haut, chariot Tx) et intégralement monté à l'aide d'outillages de manutention fournis par le CEA. L'outillage d'assemblage des tronçons supportera les 1,7 tonnes d'un tronçon de la cavité ;
- L'ensemble permettra le maintien, le déplacement et l'assemblage d'un tronçon de la cavité RFQ ;
- Les conditions d'environnement en fonctionnement seront les suivantes :
  - La température ambiante du laboratoire/du tunnel pourra varier de +15° à +30° Celsius. Elle sera de 20° en régime normal ;
  - L'humidité pourra varier de 20 à 90 %. Elle sera de 60 % en régime normal ;
  - L'ensemble devra être capable de résister à des accélérations sismiques de 0,3 g ;

## 2.2. Description

L'outillage d'assemblage consiste en un portique découpé en trois parties mécanosoudées et assemblées : un châssis « bas », un châssis « intermédiaire » et un châssis « haut ».

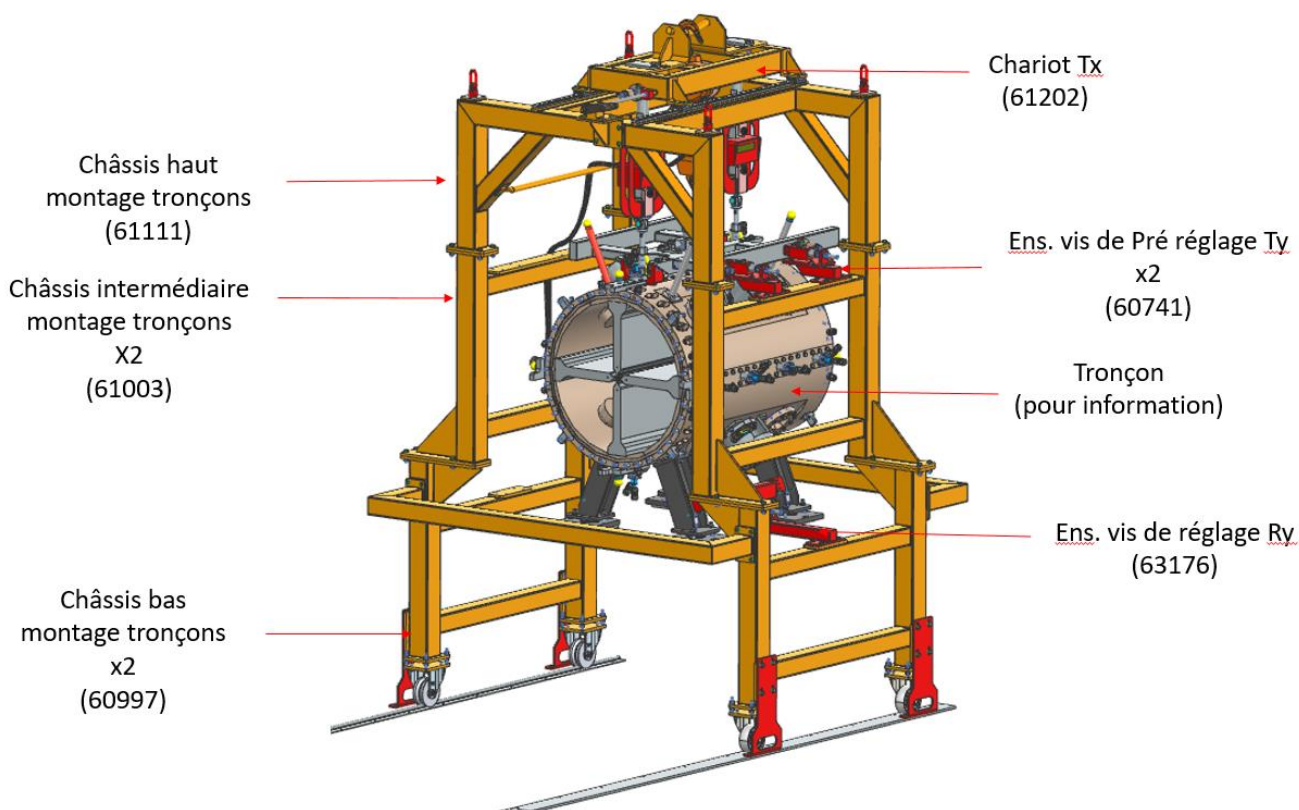


Figure 4 : Outillage d'assemblage équipé d'un tronçon

L'outillage a trois fonctions principales :

- **Soulever le tronçon** : Cette fonction est assurée par un système de palan à chaîne, fixé sur le châssis haut de l'outillage, qui permet de déplacer verticalement le tronçon (ce dernier étant préalablement fixé à « l'ensemble montage T4 » (voir figures 5 et 6)). Le palan sera fourni par le CEA ;
- **Positionner le tronçon dans l'axe du faisceau** : L'alignement du tronçon se fait dans toutes les directions grâce à des vis de pré réglage poussoir. La précision de cette mise en position est de  $\pm 25\mu\text{m}$  ; Cette fonctionnalité permet, en outre, de mettre en place les joints d'étanchéité entre chaque tronçon ;
- **Positionner le tronçon sur le banc** : L'outillage peut se déplacer le long du banc grâce à deux rails de guidage (voir figure 7). Une fois placé au bon endroit, l'outillage est maintenu en position grâce à 4 platines de frein vissées au sol. La partie mobile située sur le châssis haut (chariot Tx) permet le déplacement longitudinal du tronçon avec une précision de  $\pm 25\mu\text{m}$ .



Voici quelques images montrant en détail les différents ensembles :

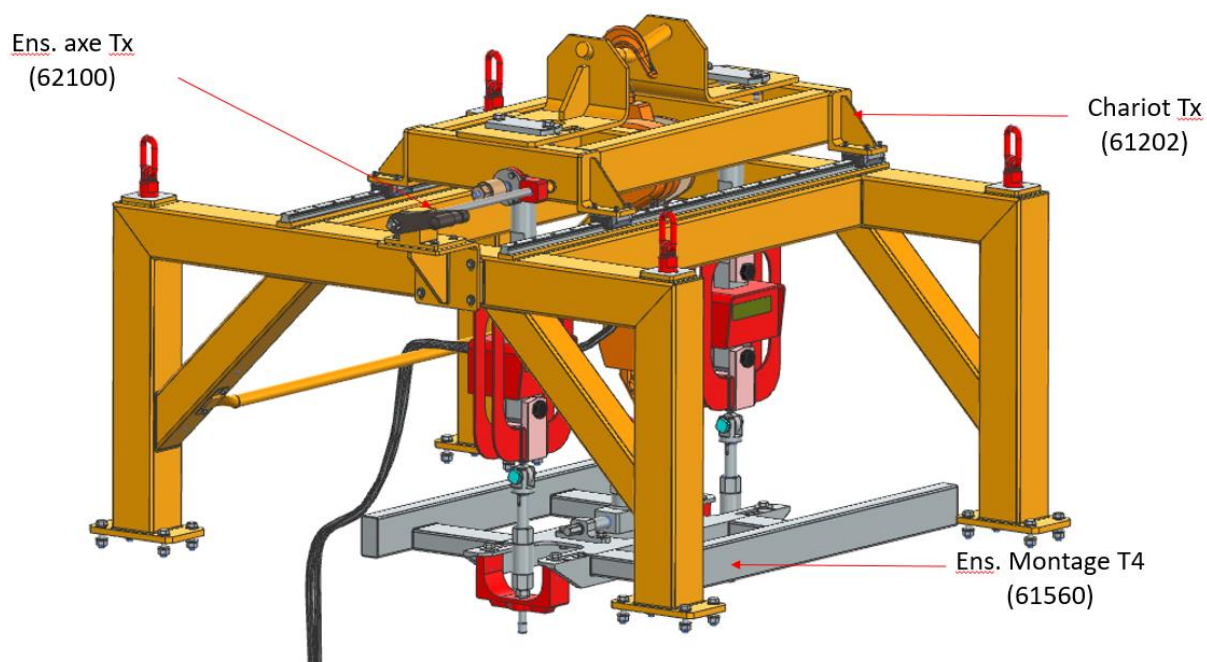


Figure 5 : Ensemble châssis haut

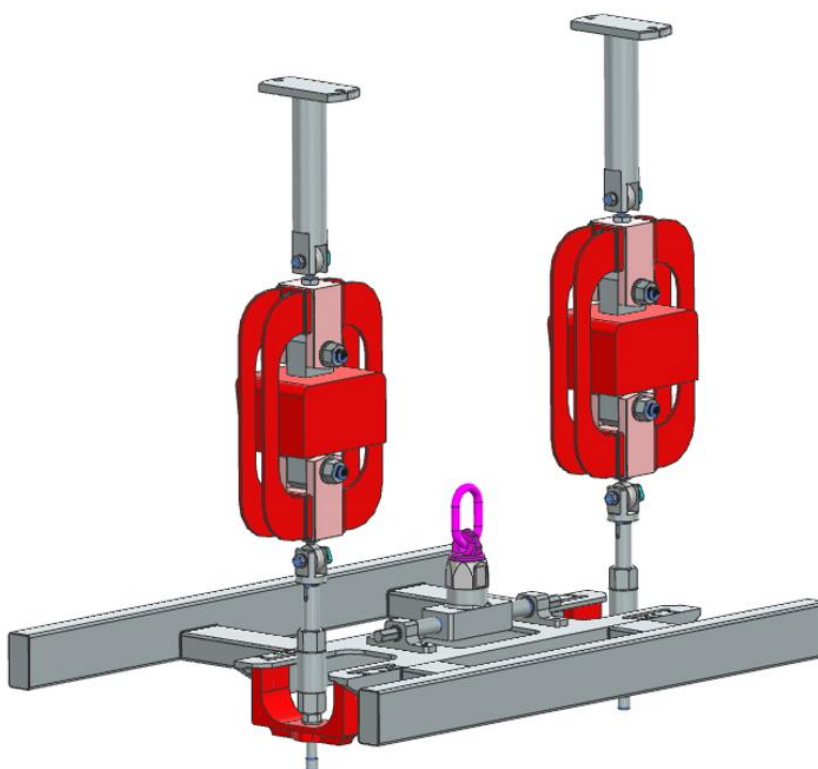


Figure 6 : Ensemble montage T4

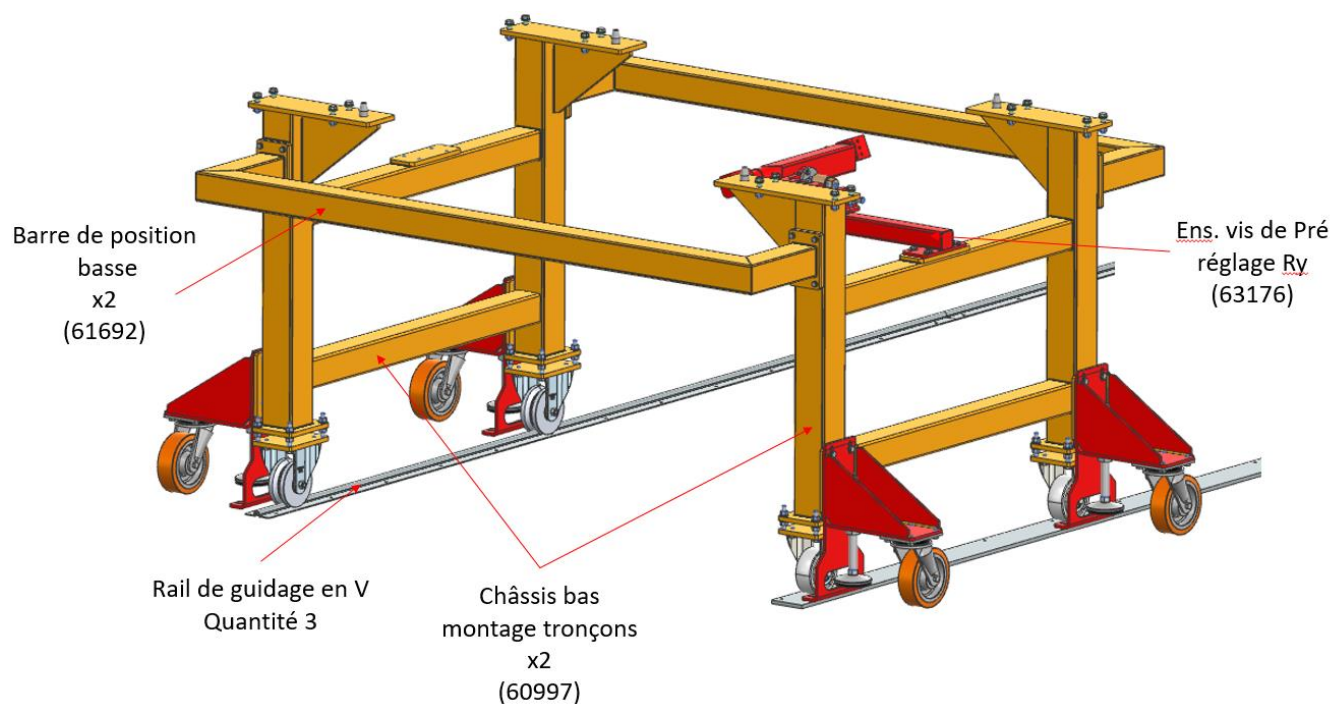


Figure 7 : Ensemble châssis bas

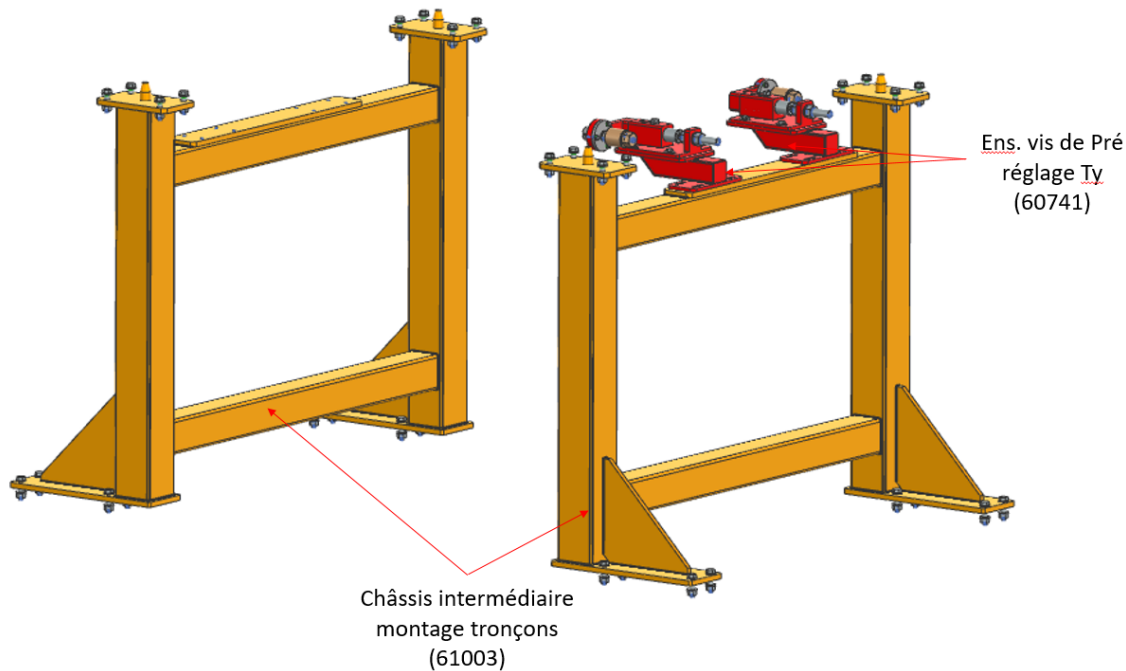


Figure 8 : Ensemble châssis intermédiaire

### 3. Étendue des prestations confiées au Titulaire

Les prestations confiées au Titulaire se déclinent en deux parties :

- L'approvisionnement des matériaux nécessaires à la réalisation de l'outillage avec les certificats matières associés ;
- La fourniture de tous les éléments du commerce (excepté le palan à chaîne qui sera remis au Titulaire au moment des essais en usine) ;
- La réalisation de toutes les pièces selon les nomenclatures et les plans ;
- 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) ;
- Les traitements thermiques et les traitements de surface si nécessaire ;
- La conduite de l'ensemble des contrôles et essais en usine (dont montage) ;
- Le nettoyage de toutes les pièces ;
- La fourniture de l'ensemble des livrables documentaires ;
- L'emballage et la livraison sur le site du CEA Paris-Saclay,
- Une garantie de 12 mois.

Les prestations sur devis préalables portent exclusivement sur des modifications ou des prestations/équipements supplémentaires non couverts par les spécifications techniques, nécessaires à la bonne réalisation de l'ensemble de l'outillage et directement liés à la réalisation de celui-ci.

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

## 4. Éléments mis à disposition du Titulaire par le CEA

Le CEA fournira un dossier de plans complet de l'ensemble. Sur demande, le CEA fournira les fichiers des maquettes 3D aux formats STEP et Jt conformes aux versions Siemens NX 2312 et les plans au format PDF.

Le CEA réalisera :

- Les calculs mécaniques et thermiques de l'outillage ;

Le CEA fournira également le palan à chaîne LEVAC (réf. 6044F06 et CMU : 3 000 Kg) suivant :



Figure 9 : Palan à chaîne référence 6044F06

## 5. Calendrier prévisionnel

T0 étant la date de signature du marché par les Parties.

<b>Jalons</b>	<b>Dates estimées</b>	<b>Responsabilité</b>	<b>Livrables</b>
<b>Réunion d'enclenchement</b>	T0 + 2 semaines	CEA/Titulaire	Calendrier prévisionnel à jour PAQ Liste des sous-traitants
<b>Revue de fabrication</b>	T0 + 1 mois	Titulaire	Procédures et documents mentionnées au §8.2
<b>Acceptation des livrables de la revue de fabrication par le CEA et démarrage de la fabrication</b>	T1	CEA	Accord écrit du CEA pour démarrer la fabrication
<b>Livraison du palan par le CEA</b>	T1 + 2 semaines	CEA	PV de réception du palan signé par le Titulaire
<b>Tests en usine</b>	T1 + 1.5 mois (=T2)	Titulaire avec présence du CEA	Essais en usine et PV de contrôle signé des Parties (test d'assemblage à prévoir en présence des représentants du CEA)
<b>Livraison au CEA de Paris-Saclay</b>	T2 + 2 semaines	Titulaire	L'outillage d'assemblage Le dossier constructeur
<b>Réception prononcée par le CEA après tests sur site CEA satisfaisants</b>	T3	CEA	Procès-verbal de réception
<b>Garantie</b>	T3 + 12 mois	Titulaire	Rapport d'intervention le cas échéant

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.

**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.

## 6. Fabrication

### 6.1. Approvisionnements

Le Titulaire fournira un certificat matière de type 3.1 pour chaque matériau (acier S235 et 304L).

### 6.2. Usinage

#### 6.2.1. Tolérances dimensionnelles

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

#### 6.2.2. 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.

#### 6.2.3. État de surface

Toutes les surfaces usinées doivent présenter une rugosité arithmétique (Ra) maximum de 3.2  $\mu\text{m}$ , à défaut d'une indication différente sur le plan de fabrication.

#### 6.2.4. 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.

### 6.3. Soudures

#### 6.3.1. Général

Le Titulaire est responsable de la définition de toutes les soudures. Elles seront faites à cœur, sous argon, sans excès de pénétration et de surépaisseur.

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, traces d'huile de coupe, de graisse et de tout autre contaminant hydrocarboné.

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.

### **6.3.2. 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.

### **6.3.3. 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 de structure, le niveau d'acceptation est D.

Un dossier de contrôle qualité des soudures sera fourni, dans lequel est enregistré la référence de la soudure, le nom du soudeur, le matériel utilisé, la référence de l'échantillon, la référence du lot matière et le rapport d'inspection de la soudure.

## **6.4. Traitements de surface**

Les pièces en acier au carbone seront protégées avec une sous-couche et deux couches de peinture époxyde de couleur jaune (RAL 1003). Les surfaces usinées non-peintes seront à protéger. Le Titulaire proposera le traitement le plus approprié ou un revêtement antifriction, supportant le chargement et qui ne pollue pas les tronçons manipulés. L'ensemble devra garder toutes ses propriétés et supporter des montages et des démontages sans polluer les pièces du RFQ. Les pièces en acier inoxydable seront dégraissées, décapées et passivées.

## **6.5. Traitements thermiques**

Le Titulaire effectuera tous les traitements thermiques qui seront nécessaires pour atteindre les performances requises et ainsi garantir les stabilités dimensionnelle et géométrique en fonctionnement.

### **6.6. Marquage**

Les pièces, dont les plans ne présentent pas un type et une forme de numérotation, seront marquées individuellement avec le nom et le numéro GANIL NEWGAIN correspondant. Le Titulaire proposera aux responsables CEA la méthode de marquage qu'il souhaite utiliser.

### **6.7. Montage**

A l'issue de la réalisation, un montage final de l'ensemble sera réalisé en usine en présence obligatoire des représentants du CEA. Les pièces seront complètement nettoyées à l'alcool. Les éventuels outillages de manipulation ou autres sont à prévoir par le Titulaire.

### **6.8. 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.

## 7. Contrôles et essais en usine

### 7.1. Généralités

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 ouvrés 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 l'ensemble de l'outillage 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 § 8.2. 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.

### 7.2. Contrôles 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 élément est contrôlé 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.

### 7.3. Contrôle des soudures

Toutes les soudures doivent faire l'objet d'un contrôle visuel, le critère de validation étant l'absence de fissure, craquelure, ou de tout autre dommage ou d'inclusion sur la soudure. Une procédure de contrôle des soudures doit être fournie au CEA pour validation.

## 8. Livrables documentaires

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

### 8.1. Livrables à remettre à la réunion 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.

### 8.2. Livrables à remettre à 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.

### **8.3. Dossier constructeur à remettre à la livraison**

Le Titulaire devra remettre un dossier constructeur complet.

Celui-ci contient :

1. Les documents mentionnés au §8.2 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 réalisés (et le cas échéant, ceux des traitements thermiques) ;
4. Le livret suiveur avec toutes les opérations effectuées durant la fabrication. Ce livret inclut:
  - Les résultats de tous les essais et contrôles,
  - 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-conformité ;
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.

### **8.4. 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.

## 9. Assurance de la qualité

### 9.1. Plan d'assurance de la qualité

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

Si le Titulaire n'est pas certifié ISO 9001 (dernière version en vigueur), il définit l'organisation mise en place pour traiter ce marché, l'organisation du personnel et la justification de sa qualification, les interfaces, la prise en considération des exigences formulées par le CEA et 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 le Titulaire utilise pour répondre aux exigences du présent cahier des charges.

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 toutes les fournitures 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.

### 9.2. Gestion des non-conformités

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.

### 9.3. Gestion des modifications

Toute modification doit faire l'objet d'une traçabilité.

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.

## 10. Livraison

L'emballage et la livraison seront de la responsabilité et à la charge du Titulaire. Les emballages seront pratiques et réutilisables avec un couvercle muni de charnières et de grenouillères. L'emballage permettra une protection contre les intempéries et les chocs. Des capteurs témoins seront installés pour le transport. Après un nettoyage soigné, toutes les pièces seront emballées scellées sous azote sec, avec un agent dessiccant non-générateur de poussière. L'enveloppe sera en polyéthylène et indéchirable.

La livraison sera effectuée au CEA à l'adresse suivante :

CEA Paris-Saclay  
CEA/DRF/IRFU  
Bâtiment 126, hall Synergium  
91 191 Gif sur Yvette, France

## 11. Tests sur site CEA et réception

Le CEA réalisera, dans ses locaux, un montage complet de l'ensemble afin de vérifier le bon fonctionnement des différents bras, des vis de précision et du chariot.

La réception sera prononcée après mise en évidence de ce bon fonctionnement et vérification de la présence de tous les livrables documentaires demandés.

## 12. Suivi du marché

### 12.1. Réunions

À l'exception de la réunion d'enclenchement, 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.

#### 12.1.1. Réunion d'enclenchement

La réunion de lancement 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. 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.

### 12.1.2. 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 §8.2 ;
- Revue du calendrier.

### 12.1.3. Réunions d'avancement

Des réunions d'avancement complémentaires pourront être organisées par le Titulaire ou le CEA. L'ordre du jour sera fixé lors de la demande de réunion.

## 12.2. Inspection, visite et audit du site de fabrication

Toutes les informations importantes sont échangées par écrit entre les correspondants techniques de chaque partie.

En cas de désaccord éventuel sur les résultats des contrôles, le CEA se réserve le droit de faire appel à un organisme extérieur afin que celui-ci procède à une expertise dans les locaux du Titulaire, dans le cadre des horaires d'ouverture de ces derniers.

Le CEA se réserve le droit de prendre des photographies de chacun des composants à tout moment et en tout lieu au cours du processus de fabrication.

## 12.3. 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.

## 13. Renseignements complémentaires

Pour tout renseignement complémentaire, vous pouvez vous adresser à :

- **Lexane PICAULT**, +331 69 08 62 19, [lexane.picault@cea.fr](mailto:lexane.picault@cea.fr)

Au cas où vous ne désiriez pas soumettre d'offre, nous vous prions de nous le faire savoir au plus tôt en nous en indiquant éventuellement les motifs.