



Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives
Direction de la Recherche Fondamentale
Institut de recherche sur la fusion par confinement magnétique
Service STEP
Groupe GSAM
Centre de Cadarache - 13108 St Paul lez Durance Cedex – France

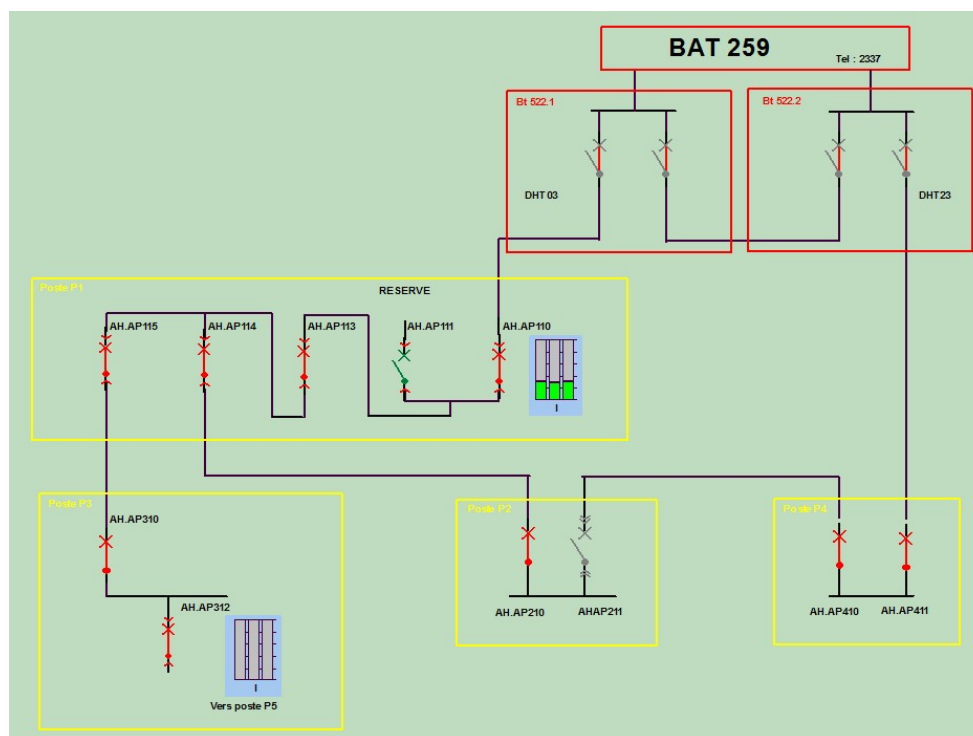
Nature	CAHIER DES CHARGES		
Titre	Remplacement des cellules HT du poste P1		
Auteur(s)	T.Mondière		
Date	25/04/2025		
Référence	I0003394677		
Version	2.0		
Résumé	Ce document constitue le cahier des charges pour le remplacement de cellules HT au poste électrique P1 de l'installation Tore Supra.		
Références	[R1] Livret d'accueil sécurité IRFM [R2] Plans électriques TS : -TS3920 : Coffret mesure puissance transformateur TR2500 Poste P1 -TS3940 : Synoptique distribution générale MT et BT -TS3954 : Armoire distribution 48 V DC poste P1 -TS3955 : Armoire information et télécommande poste P1 -TS3996 : TGBT P1 -TS60822 : Principe des arrêts d'urgence de la distribution électrique [R3] Standard IRFM pour mise à jour des plans [R4] Note de calcul réseau 15 kV [R5] Plan d'implantation		
Destinataires	M.Houry (Chef de service STEP) V.Lamaison (Cheffe de service exploitation) A.Coquillat (CdG GRHAF) F.Hersent (SMA)		
Validation	<u>Rédacteur</u> T.Mondière Date : 25/04/2025	<u>Vérificateurs</u> N.Dumas P.Martino Date : 25/04/2025	<u>Approbateur</u> L.Gargiulo Date : 25/04/2025

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION.....	3
2	PERIMETRE	4
3	EXIGENCES TECHNIQUES.....	4
3.1	SCHEMA ELECTRIQUE ACTUEL ET EVOLUTIONS ATTENDUES	4
3.2	CHOIX DU MATERIEL.....	5
3.3	INTEGRATION DANS L'EXISTANT	6
3.3.1	<i>Préambule.....</i>	6
3.3.2	<i>Implantation</i>	6
3.3.3	<i>Réseau 48 V DC.....</i>	6
3.3.4	<i>Contrôle commande</i>	7
3.3.5	<i>Diris.....</i>	7
3.3.6	<i>Relais teck.....</i>	7
3.3.7	<i>Arrêt d'urgence.....</i>	8
3.3.8	<i>Clés de verrouillage.....</i>	8
3.4	EXIGENCES SUR L'ETUDE	8
3.5	TRAVAUX SUR SITE	8
3.5.1	<i>Responsabilités du titulaire et du CEA</i>	8
3.5.2	<i>Sécurité</i>	9
3.5.3	<i>Exigences sur la gestion des déchets.....</i>	9
3.6	ESSAIS	10
3.7	VISITE INITIALE ET GARANTIE	10
4	EXIGENCES DE MANAGEMENT	10
4.1	COMMUNICATION	10
4.2	LIVRABLES.....	11
4.3	PLANNING.....	11

1 INTRODUCTION

Sur le site du CEA Cadarache, l'Institut de Recherche sur la Fusion par confinement Magnétique (IRFM) exploite cinq postes électriques 15 kV / 380 V (P1, P2, P3, P4 et P5). Ces postes assurent l'alimentation des bâtiments de l'institut et des systèmes continus utiles au fonctionnement du tokamak WEST (usine cryogénique, boucles d'eau, pompes à vide, ...). La puissance installée est de quelques MW. Un schéma très simplifié est présenté ci-dessous.



Vue schématique de la distribution

Le poste P1 est localisé au bâtiment 512. Il alimente en particulier la salle des machines mitoyenne (bâtiment 510) par l'intermédiaire de 3 transformateurs. Il a un rôle clé dans le schéma en boucle de l'installation par ses interfaces avec les autres postes (réception du 15 kV depuis le bâtiment 522, départs vers les postes P2 et P3).

Les cellules HT de ce poste (photo ci-après) datent du milieu des années 1980. Elles sont obsolètes et difficilement maintenables.

Notamment, les manœuvres que nous effectuons en exploitation ainsi que les maintenances annuelles effectuées par l'entreprise sous-traitante révèlent des problèmes récurrents : difficulté de manœuvrer des sectionneurs de terre, difficulté de fermer des disjoncteurs et dérive des relais de protections.

Dans ce contexte, il a été décidé de procéder à une jouvence conséquente du poste P1 avec le remplacement de 6 cellules HT. Cette jouvence est l'objet de ce cahier des charges.



Photo des cellules HT du poste P1

2 PERIMETRE

Le marché est constitué d'une unique tranche ferme.

Son périmètre est le suivant :

- Etude complète du remplacement (choix du matériel, intégration dans l'existant)
- Approvisionnement du matériel
- Emballage, transport et déchargement du matériel au bâtiment 512 du CEA de Cadarache
- Travaux de remplacement (dépose de l'existant et installation des nouvelles cellules) et tests sur site (avant remise sous tension et sous tension)
- Fourniture du dossier de fin d'affaire

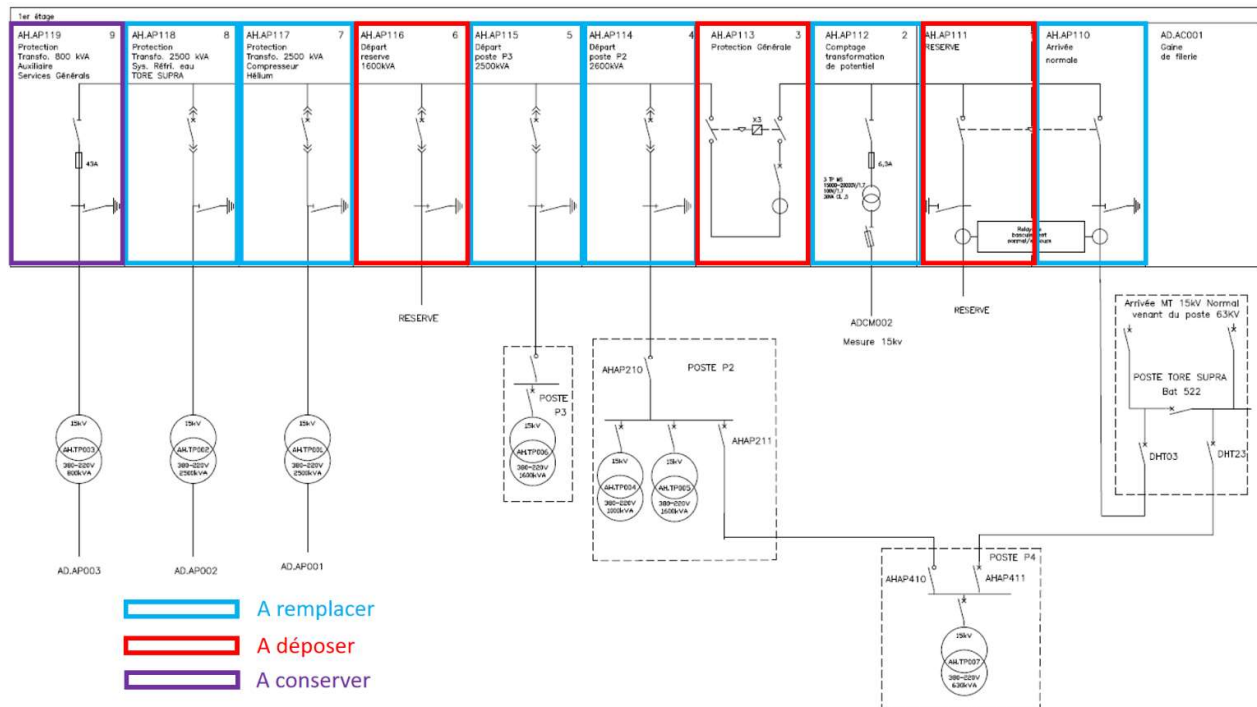
Les exigences relatives à ces tâches ainsi que les limites précises de fournitures et de responsabilités sont détaillées dans les chapitres suivants.

3 EXIGENCES TECHNIQUES

3.1 Schéma électrique actuel et évolutions attendues

Dans le cadre de cette jouvence, toutes les cellules HT du poste P1 ne sont pas à remplacer : certaines cellules non utilisées doivent être seulement déposées. Une autre cellule doit être conservée (car moins ancienne que les autres).

Le schéma du poste P1 est présenté ci-après. Le devenir de chacune des cellules est indiqué par le code couleur (remplacement, dépose, pas de changement).



Les cellules à remplacer sont donc :

- AH.AP110, Vercors M6 interrupteur sectionneur type I 612, In=630 A / Un =24 kV, arrivée depuis bâtiment 522
- AH.AP112, Vercors M6 sectionneur type S 100, In=100 A / Un=24 kV, mesure tension pour comptage
- AH.AP114, Vercors M6 disjoncteur, In=400 A / Un=24 kV, départ vers poste P2
 - ⇒ Le disjoncteur doit être remplacé par un interrupteur sectionneur
- AH.AP115, Vercors M6 disjoncteur, In=400 A / Un=24 kV, départ vers poste P3
- AH.AP117, Vercors M6 disjoncteur, In=400 A / Un=24 kV, départ vers transformateur T1
- AH.AP118, Vercors M6 disjoncteur, In=400 A / Un=24 kV, départ vers transformateur T2

Les cellules à déposer sont :

- AH.AP111, Vercors M6 interrupteur sectionneur type I 612, In=630 A / Un =24 kV, réserve non utilisée
- AH.AP113, protection générale.
 - ⇒ Cette cellule contient un TC utile au comptage. Un nouveau TC devra être installé dans AH.AP110.
- AH.AP116, Vercors M6 disjoncteur, In=400 A / Un=24 kV, réserve non utilisée

La cellule AH.AP119, QM sectionneur fusible, In=200 A / Un =24 kV, départ vers le transformateur T3, est à conserver.

En bout de rangée, la cellule « gaine de filerie » est une cellule bornier dans laquelle passe les câbles auxiliaires. Le devenir de cette cellule est à définir par le titulaire lors de son étude de l'intégration.

3.2 Choix du matériel

Par uniformité avec le reste de l'installation, les nouvelles cellules doivent être de marque Schneider Electric.

Leurs caractéristiques nominales doivent être équivalentes aux cellules actuelles. La note de calcul fournie en référence [R4] définit les courts circuits et divers réglages actuels.

3.3 Intégration dans l'existant

3.3.1 Préambule

Les chapitres ci-après fournissent le plus d'informations possibles concernant les interfaces des cellules. Néanmoins, tous les plans d'origine n'ont pas été retrouvés, notamment celui de la « cellule » Gaine de filerie » située au bout de la rangée des cellules HT et dans laquelle passent tous les câbles auxiliaires (contrôle commande, 48 V, AU, ...).

Lors des travaux, de possibles relevés et adaptations seront donc à réaliser pour assurer la bonne intégration des nouvelles cellules dans l'existant.

3.3.2 Implantation

Le remplacement des cellules par du matériel neuf et le non remplacement de certaines cellules nécessitent une revue de l'implantation. Cela impacte le positionnement des cellules elles-mêmes, les liaisons électriques entre les cellules et l'interface avec les câbles des différents départs.

Les plans d'implantation réalisés durant la construction sont en référence [R5].

Le point d'interface entre les câbles d'arrivée du bâtiment 522 et la cellule AH.AP110 ne doit pas être modifié.

Du fait de l'espace gagné avec les cellules non remplacées, les 5 autres cellules doivent être décalées vers la droite en comparaison de leur emplacement actuel.

Pour AH.AP117, AH.AP118 et AH.AP119, le titulaire doit en conséquence procéder au remplacement des câbles (avec des sections identiques) entre ces cellules et les primaires des transformateurs T1, T2 et T3.

Pour AH.AP114 et AH.AP115, les câbles ne peuvent pas être remplacés. En conséquence ils doivent être raccourcis et de nouvelles têtes de câble doivent être réalisées.

Les liaisons électriques entre les cellules doivent être adaptées. Les barres existantes peuvent être réutilisées dans la mesure du possible.

Les plans d'origine indiquent une charge au sol maximale de 500 kg/m². Cette limite doit être prise en compte dans la nouvelle implantation.

3.3.3 Réseau 48 V DC

Le réseau 48 V DC permet d'alimenter les moteurs et bobines de chaque cellule.

Les nouvelles cellules doivent utiliser ce réseau auxiliaire qui provient du coffret AD.AC003 situé à quelques mètres (départ D1, voir plan TS3954 [R2]). Le câblage doit être adapté si nécessaire, éventuellement en retirant des câbles depuis ce coffret.

Sauf si indispensable à cause d'une consommation plus élevée que précédemment, le départ n'a pas à être changé.

3.3.4 Contrôle commande

Les signaux de contrôle-commande en interface avec les autres équipements et l'automate doivent être réadaptés.

En fonction le titulaire doit déposer et retirer les câbles depuis l'armoire de regroupement (plan TS3955 [R2]).

La liste de ces signaux est fournie ci-après :

Automate	Variable	Voie plan armoire de regroupement	Définition	Description	Commentaires
0	lah111o	Voie 1	AH.AP111 : interrupteur ouvert	Réserve	110 et 111 inversés par rapport au numéro de voies dans le plan de l'armoire de regroupement
1	lah111f	Voie 2	AH.AP111 : interrupteur fermé		
2	lah110o	Voie 3	AH.AP110 : interrupteur ouvert		
3	lah110f	Voie 4	AH.AP110 : interrupteur fermé	Arrivée	Protection générale (avec TI)
4	lah113d	Voie 5	AH.AP113 : défaut disjoncteur		
5	lah113o	Voie 6	AH.AP113 : disjoncteur ouvert		
6	lah113f	Voie 7	AH.AP113 : disjoncteur fermé		
7	lah114d	Voie 8	AH.AP114 : défaut disjoncteur	Départ P2	
8	lah114o	Voie 9	AH.AP114 : disjoncteur ouvert		
9	lah114f	Voie 10	AH.AP114 : disjoncteur fermé		
10	lah114e	Voie 11	AH.AP114 : disjoncteur embroché	Départ P3	Pas câblé d'après plan armoire de regroupement
11	lah115d	Voie 12	AH.AP115 : défaut disjoncteur		
12	lah115o	Voie 13	AH.AP115 : disjoncteur ouvert		
13	lah115f	Voie 14	AH.AP115 : disjoncteur fermé	Départ P4	
14	lah115e	Voie 15	AH.AP115 : disjoncteur embroché		Pas câblé d'après plan armoire de regroupement
15	lah116d	Voie 16	AH.AP116 : défaut disjoncteur		
16	lah116o	Voie 17	AH.AP116 : disjoncteur ouvert	Départ P4	
17	lah116f	Voie 18	AH.AP116 : disjoncteur fermé		
18	lah116e	Voie 19	AH.AP116 : disjoncteur embroché		Pas câblé d'après plan armoire de regroupement
19	lah117d	Voie 20	AH.AP117 : défaut disjoncteur	Transfo T1	
20	lah117o	Voie 21	AH.AP117 : disjoncteur ouvert		
21	lah117f	Voie 22	AH.AP117 : disjoncteur fermé		
22	lah117e	Voie 23	AH.AP117 : disjoncteur embroché	Transfo T2	Pas câblé d'après plan armoire de regroupement
23	lah118d	Voie 24	AH.AP118 : défaut disjoncteur		
24	lah118o	Voie 25	AH.AP118 : disjoncteur ouvert		
25	lah118f	Voie 26	AH.AP118 : disjoncteur fermé	Transfo T3	
26	lah118e	Voie 27	AH.AP118 : disjoncteur embroché		Pas câblé d'après plan armoire de regroupement
27	lah119d	Voie 28	AH.AP119 : défaut disjoncteur		
28	lah119o	Voie 29	AH.AP119 : disjoncteur ouvert	Transfo T3	
29	lah119f	Voie 30	AH.AP119 : disjoncteur fermé		

Du fait de la dépose de certaines cellules, les lignes surlignées en rose n'ont plus lieu d'être.

Compte tenu des signaux libérés et des câbles en place, le titulaire peut proposer la remontée d'autres informations à l'automate si jugé pertinent.

3.3.5 Diris

Le diris qui mesure tensions et courants du réseau 15 kV est localisé au rez de chaussée du poste, en bas de l'escalier.

Pour l'armoire AH.AP112 (mesures tensions) les câbles doivent être retirés entre les TP's et le diris.

Pour l'armoire AH.AP110 dans laquelle doivent être installés de nouveaux tores de courant, un câble doit être tiré pour se substituer à celui qui venait de AH.AP113.

Le schéma actuel de ces raccordements entre les mesures courant / tension et le Diris est fourni en annexe (TS3920 folio 6 [R2]).

3.3.6 Relais teck

Les relais Teck mesurent les températures des transformateurs secs. Ils sont situés dans le TGBT en face des cellules. Si la température dépasse un certain seuil, le relais teck envoie un ordre d'ouverture (fermeture d'un contact sec) au disjoncteur HT du primaire et disjoncteur BT du secondaire des transformateurs.

Les contacts qui ouvrent les cellules HT sont à câbler sur les borniers X4, bornes 9 et 10, des armoires AD.AP0001, AD.AP0002 et AD.AP0003 (voir folios 14, 21 et 30 du plan TS3996 [R2]).

Si possible, les câbles existants peuvent être réutilisés.

3.3.7 Arrêt d'urgence

Il existe deux boucles d'arrêt d'urgence qui ouvrent des cellules haute tension au poste P1. Les cellules utilisent des bobines à émission en 48V continu.

- La boucle N°1 du poste P1 ouvre les cellules AH.AP113 et AH.AP114. Avec les nouvelles cellules haute-tension et la suppression de la cellule AH.AP113, on ouvrira la cellule AH.AP110 à la place.
- La boucle N°4 du poste P3 ouvre la cellule AH.AP115.

Les nouvelles cellules devront avoir le même fonctionnement et les câbles 48V peuvent être réutilisés ou retirés vers l'armoire QA.AC0001 coffret relayage AU (TS60822 [R2])

3.3.8 Clés de verrouillage

Les cellules haute-tension utilisent des clés de verrouillages pour permettre les mises hors-tension et consignations. Les nouvelles cellules devront utiliser le même principe de verrouillage par clé (voir plan TS03940 f04 [R2]).

Les travaux nécessitent le remplacement des clés et barilletts suivants : 01, 02, 03, 04, 07, S7, 08, S8, 09 et S9. Cela implique des modifications de barilletts au P2 (sur cellule AH.AP210) et P3 (sur cellule AH.AP310).

Les barilletts BDR, BDP et P1O existants doivent eux être réinstallés sur la nouvelle cellule AH.AP110.

Toutes les nouvelles clés doivent être de marque « Ronis ».

3.4 Exigences sur l'étude

Dans son étude, le titulaire doit :

- établir la liste du matériel à acheter
- mettre à jour les plans électriques modifiés [R2], selon le standard IRFM [R3]. Les DWG doivent être fournis.
- mettre à jour la note de calcul Caneco du poste P1 fournie en référence [R4]. Le modèle Caneco doit être fourni.
- réaliser un plan d'implantation de la zone. Pour ce faire, le titulaire doit réaliser ses propres relevés sur site.

L'étude sera vérifiée par le CEA.

Sauf accord contraire du CEA, les achats du matériel ne pourront commencer que lorsque l'étude aura été validée.

3.5 Travaux sur site

3.5.1 Responsabilités du titulaire et du CEA

Le CEA procèdera à la consignation du TGHT pour que les travaux puissent être réalisés en sécurité. Il remettra une attestation de consignation au chargé de chantier H2/B2 du titulaire.

En aval, une partie du poste sera possiblement reprise par groupe électrogène par le CEA.

Le titulaire doit fournir l'ensemble du matériel nécessaire aux travaux.

Le titulaire pourra se raccorder en 230 V pour le fonctionnement de ses outils.

Le titulaire doit assurer la propreté du chantier et son nettoyage chaque fin de semaine.

3.5.2 Sécurité

L'IRFM attend que la sécurité des équipements et prestations réalisées sur son site soit optimale et que l'exécution des travaux se fasse dans de parfaites conditions de sécurité. Les exigences exprimées dans le plan de prévention et lors de la visite commune de sécurité doivent être rigoureusement appliquées.

Le prestataire doit avoir pris connaissance du livret d'accueil sécurité de l'IRFM [R1] et se conformer à ses exigences.

Le prestataire doit systématiquement participer aux inspections communes nécessaires à la réalisation du plan de prévention (PdP) « chapeau » (conformément au décret 92-158 du 20 février 1992) ainsi que des additifs éventuels qui seront ultérieurement réalisés. Les éventuels sous-traitants du prestataire doivent également être présents lors de ces inspections communes et additifs si concernés. L'inspection commune initiale est réalisée, à minima, une semaine avant le début des travaux.

Le prestataire doit fournir à l'IRFM les modes opératoires et analyses de risques associés de chacune des interventions dont il a la charge en respectant le délai minimal d'une semaine avant l'inspection commune suscitée.

Pour les déchargements et éventuels chargements, le prestataire doit transmettre au CEA les informations et recommandations nécessaires à l'établissement du protocole de sécurité. Un chariot élévateur est à envisager pour la manutention des cellules entre rez de chaussée et étage (par la porte donnant sur le bâtiment 510).

Le prestataire doit fournir à l'IRFM les Fiches De Sécurité des produits chimiques utilisés lors de la prestation en respectant le délai minimal d'une semaine avant l'inspection commune suscitée.

Le prestataire doit utiliser des équipements et outils conformes à la législation en vigueur.

Le personnel intervenant doit disposer des habilitations et autorisations nécessaires (H2, H1, B2, B1, HE essai, BE essai, Cacès, travaux en hauteur).

Le personnel intervenant doit porter les EPI adaptés aux travaux réalisés et conformes aux normes et règles en vigueur.

Le prestataire doit baliser la zone de travail.

3.5.3 Exigences sur la gestion des déchets

Les déchets n'appartenant pas au CEA doivent être évacués par le prestataire dans des filières de valorisation ou d'élimination agréées.

Le prestataire doit assurer la traçabilité des déchets conformément à la réglementation en vigueur (Bordereau de Suivi de Déchets Dangereux (BSDD) formulaire CERFA n°12571*1) et doit tenir à jour un registre de suivi des déchets évacués. Le CEA peut demander au prestataire les documents relatifs à la traçabilité des déchets de chantier.

Les déchets appartenant au CEA sont évacués par ce dernier, mais le prestataire doit les jeter dans les points de collecte de l'IRFM en respectant les règles du tri à la source (définies dans le livret accueil

sécurité de l'IRFM). Les cellules HT déposées doivent être descendues au rez de chaussée du Hall 510 et le CEA se chargera de leur évacuation.

Le prestataire ne doit abandonner aucun déchet sur l'installation, et doit alerter le chargé d'affaire en cas de difficultés.

3.6 Essais

Le titulaire doit réaliser conjointement avec le CEA des essais fonctionnels avant la remise sous tension.

Ces essais consistent :

- à vérifier le bon raccordement des signaux de CC
- à réaliser des manœuvres à vide
- à tester les protections à vide
- à tester les clés de verrouillage
- à tester l'isolement des parties actives par rapport à la terre

Le titulaire doit assister à la remise sous tension avec le CEA.

Une mise hors tension / sous tension doit ensuite être réalisée conjointement pour valider le bon fonctionnement.

Le titulaire doit fournir un plan des essais au moins 2 semaines avant leur réalisation.

Après les essais, il doit fournir un rapport reprenant la liste des tests réalisés et attestant que les résultats obtenus sont satisfaisants.

3.7 Visite initiale et garantie

Au terme des essais, le CEA organisera auprès d'un organisme de contrôle une visite initiale de l'installation : le titulaire devra procéder dans les meilleurs délais à la levée d'éventuelles non conformités consécutives à ses travaux.

La nouvelle installation doit être garantie pour une durée de 1 an après la fin des essais. Durant cette période, le titulaire doit intervenir à ses frais en cas de défaut imputable au nouveau matériel.

4 EXIGENCES DE MANAGEMENT

4.1 Communication

Le chargé d'affaire CEA du marché est M. Thibault Mondière :

- bâtiment 508 rez-de-jardin pièce 04.1
- email : thibault.mondiere@cea.fr,
- téléphone : 04 42 25 32 28

Son suppléant est M. Patrick Martino :

- bâtiment 508 rez-de-jardin pièce 027
- email : patrick.martino@cea.fr
- téléphone : 04 42 25 73 42

Si nécessaire pour les aspects sécurité, l'ingénieur sécurité de l'institut est M. Géraud Momparler :

- bâtiment 506 1^{er} étage pièce 125
- email : geraud.momparler@cea.fr
- téléphone : 04 42 25 42 22

Le titulaire doit désigner un chargé d'affaire et un chef de chantier.

Le chargé d'affaire assure le suivi de l'affaire (approvisionnement, planning, etc....).

Le chef de chantier, nommé par l'entreprise et clairement identifié par le CEA, est en charge de la sécurité, de l'organisation du chantier et de la réalisation des travaux. La personne désignée devra alors être en permanence présente sur site pendant les travaux.

Dans les 15 jours suivant la signature du marché, une réunion de lancement sera organisée dans les locaux du CEA.

Lors de la phase d'étude, des réunions ponctuelles sont organisées lorsque nécessaire. Elles peuvent se tenir en présentiel ou en vidéoconférence.

Lors de la phase chantier, un point est réalisé de manière quotidienne afin de résoudre d'éventuelles difficultés de manière concertée.

4.2 Livrables

Les documents suivants doivent être fournis au cours du marché :

- les éventuelles demandes d'agréments de sous-traitants
- les documents d'étude tels que définis chapitre 3.4
- l'ensemble des documents nécessaires à la réalisation du plan de prévention (mode opératoire et analyse de risque, habilitations, conformité des équipements utilisés, protocole de chargement / déchargement)
- le plan des essais
- le rapport des essais
- le dossier de fin d'affaire, contenant l'ensemble de la documentation technique, en particulier les documents d'étude mis à jour d'éventuelles adaptations réalisées durant les travaux sur site (dossier « Tel Que Construit »)

4.3 Planning

Suite à la signature du marché, les documents d'étude doivent être fournis par le titulaire dans un délai de 2 mois.

Le CEA fera ses éventuels commentaires ou validera dans un délai de 2 semaines, afin que les approvisionnements puissent être lancés rapidement.

Les travaux doivent être réalisés et finalisés lors de l'arrêt d'exploitation 2026 du tokamak WEST qui est actuellement envisagé entre le 1^{er} et le 3^{ème} trimestre 2026. La date précise sera à agréer avec le titulaire.

L'impact d'une coupure du poste P1 est conséquent : il est attendu à ce que son indisponibilité (phases de travaux et d'essais) n'excède pas 2 semaines.