
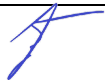
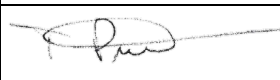




# **Cahier des Spécifications Techniques pour la réalisation d'un banc d'Electropolissage Vertical pour cavités accélératrices**

Indice	Date	Rédacteur	Vérificateur	Coordonateur Projet
A		F. EOZENOU	G. JULLIEN	T. PROSLIER
	08 09 2025			

# Sommaire

<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>4</b>
<b>2. CONTEXTE.....</b>	<b>4</b>
<b>3. DESCRIPTIF D'UN BANC EPV.....</b>	<b>6</b>
3.1. Schéma de principe .....	6
3.2. Constituants principaux .....	7
3.3. PID de l'installation EPV1 .....	8
<b>4. NOUVEAU BANC D'ELECTROPOLISSAGE VERTICAL (EPV2) .....</b>	<b>9</b>
4.1. Justification.....	9
4.2. Le tunnel de traitement.....	9
4.3. Différences entre EPV1 et EPV2.....	13
4.4. Automate.....	13
4.5. Alimentation électrique.....	14
4.6. Cavités traitées, interfaces .....	14
<b>5. DOCUMENTS LIES AU MARCHE .....</b>	<b>16</b>
5.1. Documents Techniques .....	16
5.2. Exigence réglementaire.....	17
<b>6. CONDITIONS GENERALES .....</b>	<b>17</b>
6.1. Déroulement de la prestation .....	17
6.2. Réunion d'enclenchement.....	17
6.3. Points d'arrêts .....	18
6.4. Responsabilité du Titulaire .....	18
6.5. Devoir d'alerte.....	19
6.6. Suivi et Inspection .....	19

Cahier des Spécifications Techniques pour la réalisation d'un Banc d'Electropolissage Vertical pour Cavités accélératrices	CEA/DRF/Irfu/ DACM-DIR 25-141
---	----------------------------------

<b>6.7. Modifications .....</b>	<b>19</b>
<b>6.8. Conformité réglementaire .....</b>	<b>19</b>
<b>6.9. Transport, déchargement, stockage.....</b>	<b>19</b>
<b>6.10. Réception du banc EPV2 sur le site du CEA-Saclay .....</b>	<b>19</b>
<b>7. SOLUTIONS ALTERNATIVES .....</b>	<b>20</b>
<b>7.1. Cuve de stockage acide de 200L .....</b>	<b>20</b>
<b>7.2. Utilisation de polymères moins nobles.....</b>	<b>20</b>
<b>8. INFORMATIONS .....</b>	<b>21</b>
<b>8.1. Opérations à la charge du CEA-Saclay .....</b>	<b>21</b>
<b>8.2. Facilités pour la manutention et le stockage .....</b>	<b>21</b>
<b>9. FOURNITURE DU TITULAIRE .....</b>	<b>21</b>
<b>9.1. Dossier d'Etudes.....</b>	<b>21</b>
<b>9.2. Dossier de Fabrication et de Contrôles.....</b>	<b>21</b>
<b>9.3. Prestation .....</b>	<b>22</b>
<b>10. PLANNING DETAILLE, DEROULEMENT DE L'AFFAIRE.....</b>	<b>22</b>
<b>11. REPRESENTANTS CEA .....</b>	<b>22</b>
<b>12. LEXIQUE .....</b>	<b>23</b>

## 1. Introduction

Le présent document traite du Cahier des Spécifications Techniques concernant une prestation d'étude détaillée, de réalisation et implantation sur le site du CEA Saclay d'une installation d'électropolissage vertical (EPV2) pour cavités supraconductrices. L'incrémentation '2' est utilisée car cet équipement vient en complément d'une installation EPV1 existante.

## 2. Contexte

Le Laboratoire d'Intégration et de Développement des Cavités et Cryomodules (LIDC2) est chargé de la préparation des structures radiofréquences supraconductrices utilisées dans les accélérateurs de particules (Fig. 1) et de leur intégration dans des structures élémentaires comportant plusieurs cavités appelées cryomodules.



Figure 1: Cavité supraconductrice à 9-cellules de forme elliptique et fonctionnant à 1300 MHz.

Les cavités utilisées sur la génération actuelle d'accélérateurs sont constituées de niobium massif. Leur hauteur est comprise entre 39 cm et 140 cm et leur volume compris entre 4 et 100 L. Afin d'obtenir les performances optimales, la surface interne de ces dernières est polie grâce à une circulation interne d'acide. Le retrait de matière est généralement compris entre 100 et 200  $\mu\text{m}$ . Le procédé peut être :

- Electrolytique (électropolissage), dans un mélange d'acides sulfurique et fluorhydrique. Une tension est appliquée entre la cavité et une cathode centrale alors qu'un mélange d'acide est en circulation à l'intérieur de la cavité. Il en résulte un retrait uniforme de matière.
- Chimique (circulation d'un mélange d'acides phosphorique, nitrique et fluorhydrique).

Le LIDC2 réalise le traitement des cavités au sein de la zone SUPRATECH Chimie Salle Blanche.

Cette zone comprend notamment :

- une station d'électropolissage verticale (EPV1), mise en service en 2010 dans une zone dédiée (voir Fig. 2).
- une station de traitement chimique installée dans une zone confinée appelée 'tunnel de traitement'. Cette station est en cours de démantèlement (voir Fig. 3).

Si l'électropolissage permet d'obtenir les meilleures performances, il est également plus complexe car :

- l'introduction d'une cathode cylindrique à l'intérieur de la cavité est nécessaire,
- une alimentation de tension (et de forte puissance pour les grandes cavités) ainsi que des contacts électriques adaptés sont requis,
- l'hydrogène généré à la cathode durant le traitement doit être dilué dans un gaz inerte (azote) pour prévenir tout risque d'explosion,
- l'échauffement de l'électrolyte par effet Joule impose de dimensionner les cuves de stockage du mélange acide et les échangeurs thermiques en conséquence.

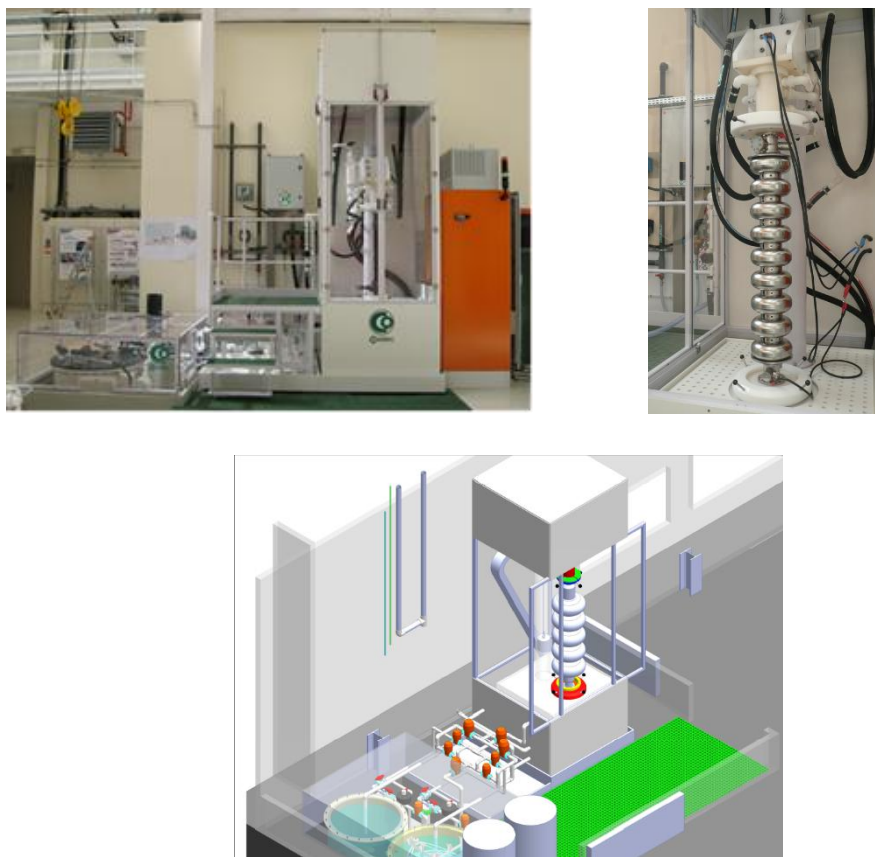


Figure 2: Equipement d'électropolissage vertical EPV1, avec vue d'une cavité installée.



Figure 3: Vue d'une cavité en cours de traitement dans le compartiment 2 du tunnel de traitement sur le précédent équipement de traitement chimique (en cours de démantèlement).

Le CEA participe à un programme de R&D pour développer la technologie dédiée à la future génération d'accélérateurs. Cette technologie consiste à déposer une ou plusieurs couches de structures supraconductrices et isolantes sur un substrat métallique (en cuivre ou aluminium). Dans le cadre du projet PACIFICS, le CEA souhaite se doter de l'installation objet de ce marché, et dédiée à l'électropolissage de cavités en cuivre ou aluminium.

Le présent marché consiste donc en l'étude de détail, la construction et installation sur site du CEA Saclay d'un nouveau banc de traitement EPV2, similaire à EPV1, mais implanté dans la zone 'tunnel de traitement'. La fonctionnalité reste identique à EPV1 (à l'exception des points notés au § 4.3), mais l'agencement reste à adapter à la zone allouée à ce nouvel équipement.

### 3. Descriptif d'un banc EPV

#### 3.1. Schéma de principe

Le fonctionnement du banc EPV peut être appréhendé grâce au schéma de principe simplifié suivant (Fig. 2).

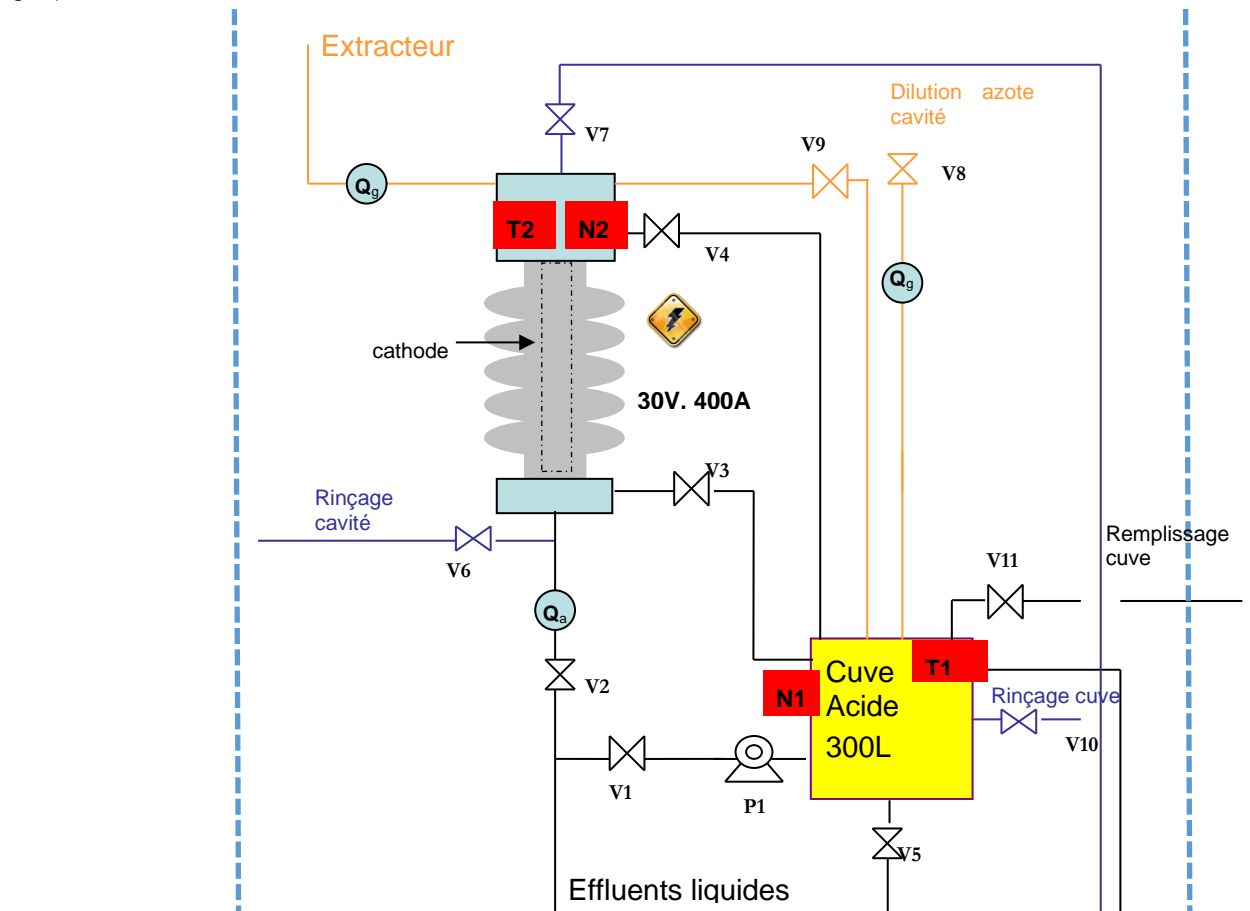


Figure 4: Schéma de principe de l'installation EPV2. Qa/Qb : débitmètre acide/gaz. T : capteur de température. N : capteur de niveau. Pointillés bleus : Limites du compartiment de traitement.

### 3.2. Constituants principaux

Les éléments principaux du circuit du banc EPV1/2 ainsi que leur fonction associée sont présentés ci-dessous (voir également note technique LMV002-000-16 dans la documentation technique au § 5.1) :

- Une cuve de 300 L pour stocker l'acide permettant de traiter les cavités
  - Le ciel de cuve est alimenté dans sa partie supérieure par un flux d'azote, permettant la dilution de  $N_2$ . L'azote est ensuite conduit vers la tête de cavité pour diluer les gaz issus de la cavité, avant d'être rejetés dans le réseau d'extraction. Un débitmètre permet de régler le flux approprié. Un rotamètre supplémentaire est prévu pour s'assurer du passage de l'azote dans la partie « tête de cavité » et détecter une éventuelle fuite/rupture de canalisation entre la cuve et la tête de cavité.
  - La cuve est munie d'un détecteur de niveau, d'une soupape de sécurité, d'un casseur de vide, d'un serpentin en PTFE permettant le conditionnement thermique de l'acide.
- Une canalisation « appoint d'acide » permet l'approvisionnement la cuve à partir de fût(s) de stockage de capacité 200 L.
- Une conduite d'arrivée d'acide munie d'une vanne pneumatique, reliant la cuve de stockage à la cavité supraconductrice.
- Une pompe à membrane à débit variable et ajustable (0 à 50 L/ min) de type ASTIPure faisant circuler l'acide à travers la conduite depuis la cuve jusqu'à la cavité supraconductrice. La pompe sera complétée par un antipulsateur.
- Un débitmètre permet de connaître le débit du fluide (acide ou eau de rinçage) dans la cavité.
- La cavité est rehaussée par rapport à la cuve sur un châssis de traitement spécifique
- La cavité est fixée à l'installation dans sa partie supérieure par la « tête de cavité » qui
  - assure le retour gravitaire de l'acide vers les effluents/cuves.
  - est reliée à l'extracteur pour évacuer le mélange ( $N_2 + H_2$ ).
  - Un dévésiculeur intermédiaire permet de piéger les vapeurs d'acide. Ce dévésiculeur est rincé grâce à un capillaire spécifique.
  - Deux détecteurs de niveau sont intégrés pour éviter tout engorgement d'acide (l'information régule la pompe de circulation)
  - Une canalisation de trop plein vers les effluents est prévue en cas de grave dysfonctionnement de ces 2 détecteurs de niveau.
- Le châssis devra être adapté au cheminement des opérateurs pour pouvoir réaliser les opérations de mise en place/raccordement de la cavité sur l'installation.
- Des canalisations « retour d'acide » munies de vannes pneumatiques reliant la cavité supraconductrice à la cuve de stockage.
- Une conduite d'arrivée d'eau munie d'une vanne pneumatique, reliant le circuit d'eau désionisée à la cavité supraconductrice pour le rinçage de cette dernière.
- Des canalisations reliant la tête de cavité, le bas de la cavité et la cuve au réseau d'effluents. Elles sont utilisées lors des étapes de rinçage mentionnées ci-dessus (succession de remplissage/vidange et rinçage par circulation).
- Une armoire de distribution pneumatique vers pompes, vannes, antipulsateur, etc.
- Une baie de l'automate incluant la distribution pneumatique et l'alimentation électrique.
- Une interface homme-machine (IHM) déportée de l'enceinte de traitement.

L'installation dispose de 2 réseaux d'effluents distincts, accessibles derrière le tunnel de traitement (voir Fig. 7) :

- Le réseau CEC (pour les rejets concentrés)
- Le réseau CED (pour les rejets dilués).

Lors des opérations de rinçage, les rejets pourront être dirigés à l'aide de vannes manuelles vers l'un et/ou l'autre de ces réseaux. L'instrumentation de l'équipement inclut un conductivimètre qui permet à l'opérateur de choisir le réseau approprié.

**Les matériaux au contact avec l'électrolyte seront adaptés aux acides nitrique et phosphorique ainsi qu'au butanol (seuls ou sous forme de mélanges). Le PFA, PTFE et le PVDF devront donc être privilégiés. Les canalisations seront en PFA haute pureté avec montage type flare (Gemü, ASTI).**

Le contrôle des traitements s'effectue à partir d'un automate permettant l'acquisition des paramètres du traitement et de connaître les informations inhérentes au process affichées sur ce dernier.

Les positions de repos des vannes pneumatiques ont été choisies afin que le déclenchement d'un bouton d'arrêt d'urgence permette la vidange de l'acide contenue dans la cavité vers la cuve de stockage.

### 3.3. PID de l'installation EPV1

Le PID de EPV1 est donné dans la vue ci-dessous du plan 000 10 (Fig. 5 et § 5.1).

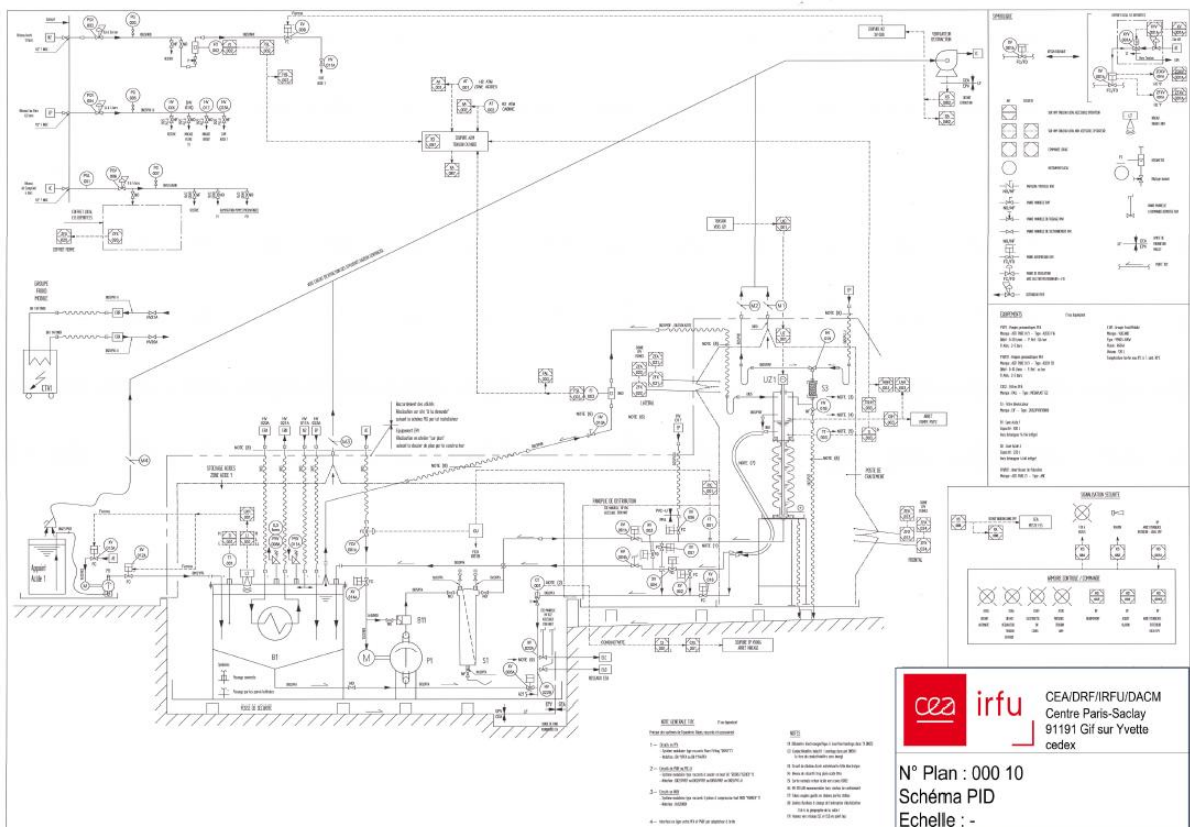


Figure 5 : PID de l'installation EPV1.



L'installation EPV2 différera par les spécificités décrites au § 4 suivant.

## 4. Nouveau banc d'Electropolissage Vertical (EPV2)

### 4.1. Justification

Comme indiqué dans le paragraphe 3, le banc EPV2 a pour vocation de compléter les traitements réalisés sur EPV1 en assurant l'électropolissage de cavités constituées en aluminium ou cuivre. Le principe et mode de fonctionnement de l'installation sont identiques à EPV1. Les différences seront principalement liées à un agencement différent de l'équipement lié aux contraintes du tunnel de traitement.

### 4.2. Le tunnel de traitement

Le tunnel de traitement présente les caractéristiques suivantes :

- Il est composé de 4 compartiments. Chaque compartiment est cloisonné, sous aspiration. En face avant, le cloisonnement est assuré par un panneau bas amovible et une vitre coulissante (type guillotine) verticale actionnée par un moteur.
- Le sol est constitué d'un caillebotis relié au réseau d'effluents dilués CED.
- Les réseaux d'effluents liquides sont situés derrière la face arrière du tunnel.
- Le tunnel est traversé en partie supérieure par un rail permettant la translation d'un palan lève charge (capacité 500kg), utilisé pour le déplacement des cavités.

Les Fig. 6 et Fig. 7 ci-après présentent une photo du tunnel ainsi que sa situation au sein de la plateforme SUPRATECH Chimie Salle Blanche.



Figure 6 : Photo du tunnel de traitement comprenant 4 compartiments.

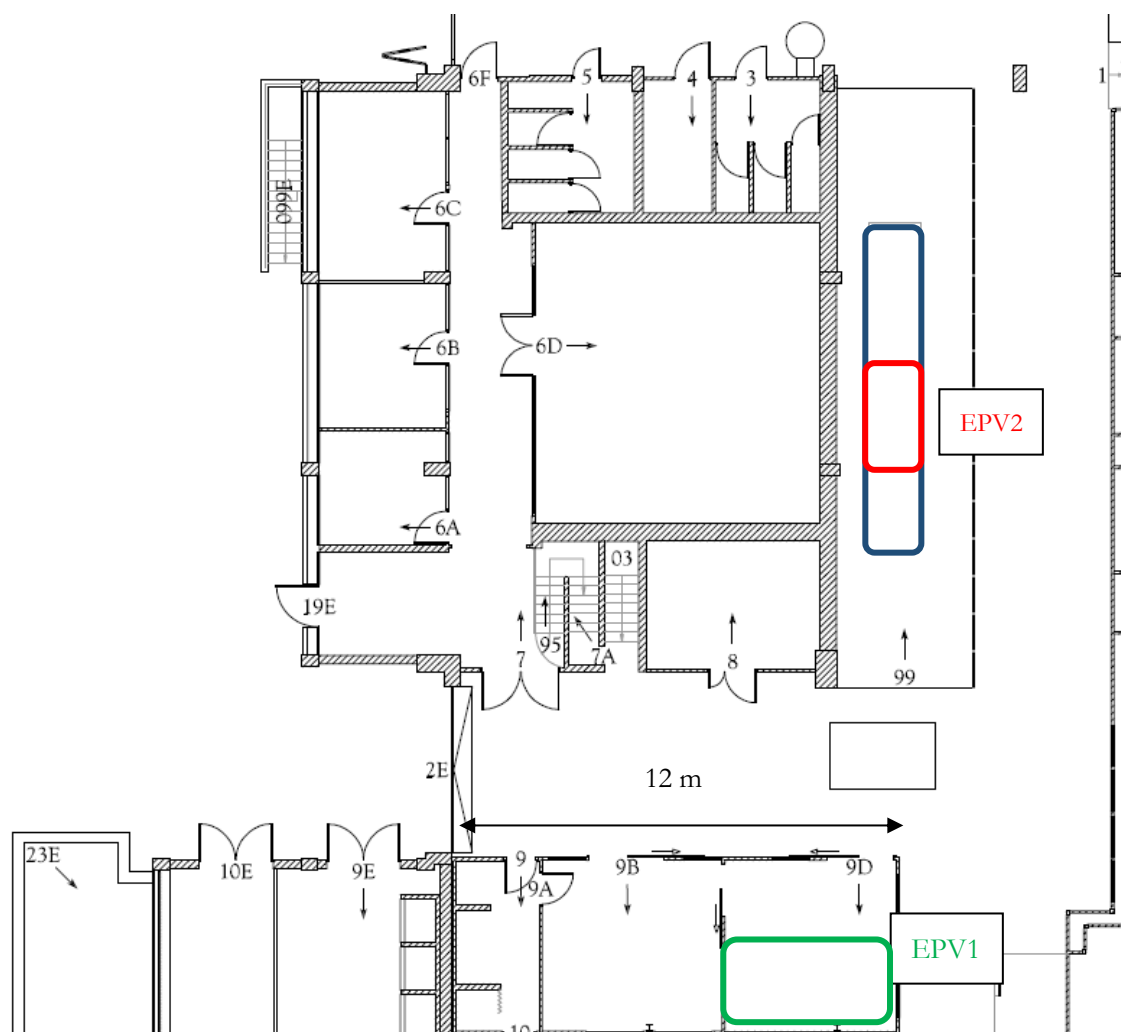


Figure 7 : Représentation de la zone Supratech Chimie Salle Blanche. La zone où se situe l'EPV1 est encadrée en vert. Le tunnel de traitement est encadré en bleu et son compartiment 2 où s'intégrera EPV2 en rouge.

La Figure 8 ci-après représente les plans du tunnel et les interfaces avec le reste de l'installation.

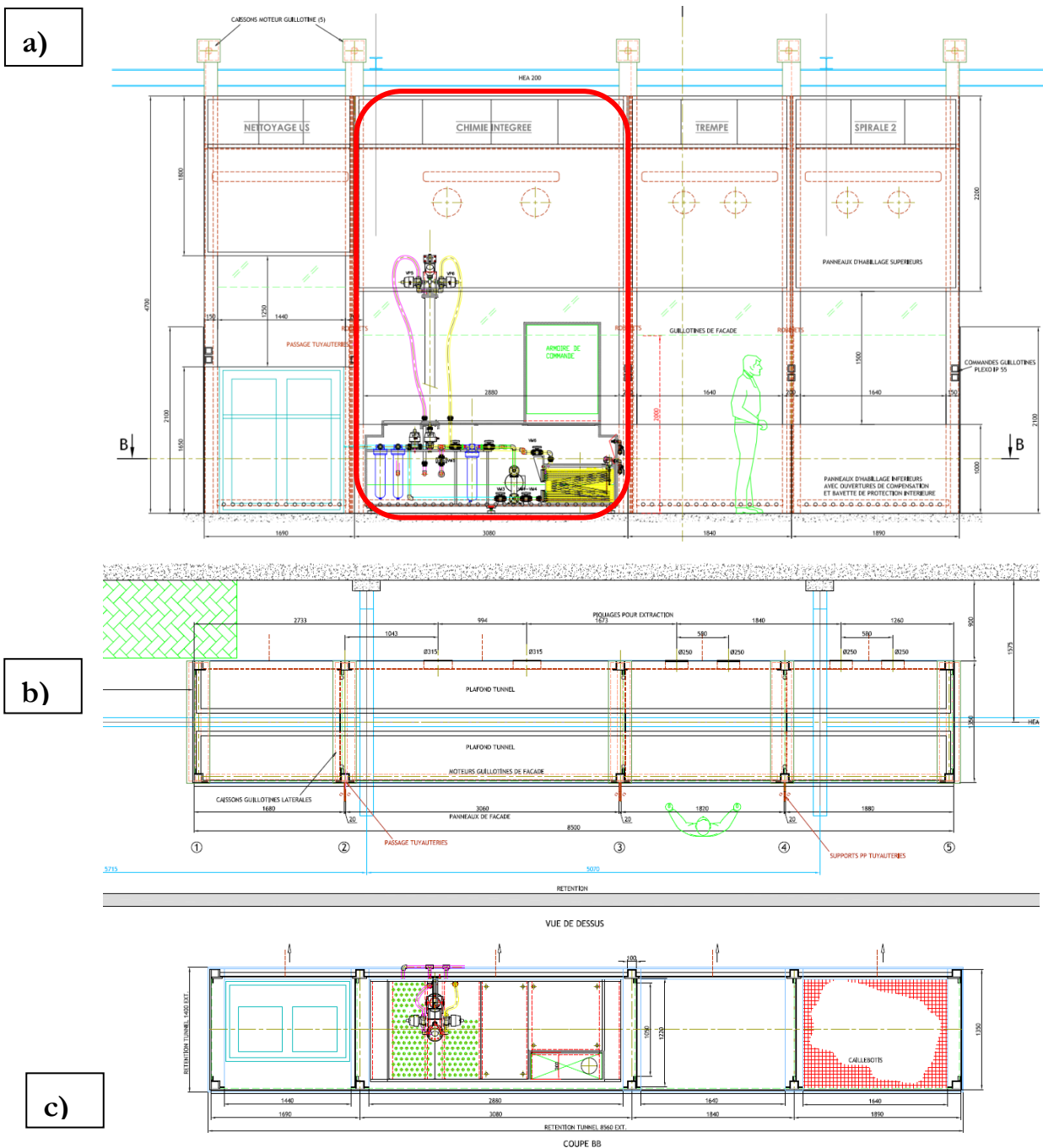


Figure 8 : Vue de face a) de dessus b) et coupe BB c) du tunnel de traitement avec l'installation de traitement chimique en cours de démantèlement (Compartiment 2). L'installation EPV2 s'intégrera dans le compartiment 2 en remplacement. Le tunnel est situé sur un sol muni d'un caillebotis, dont l'évacuation est reliée vers le réseau CED à l'arrière du tunnel. Les canalisations CEC et CED, visibles sur la vue de côté en Fig.9 sont toutes les 2 accessibles via l'arrière du tunnel.

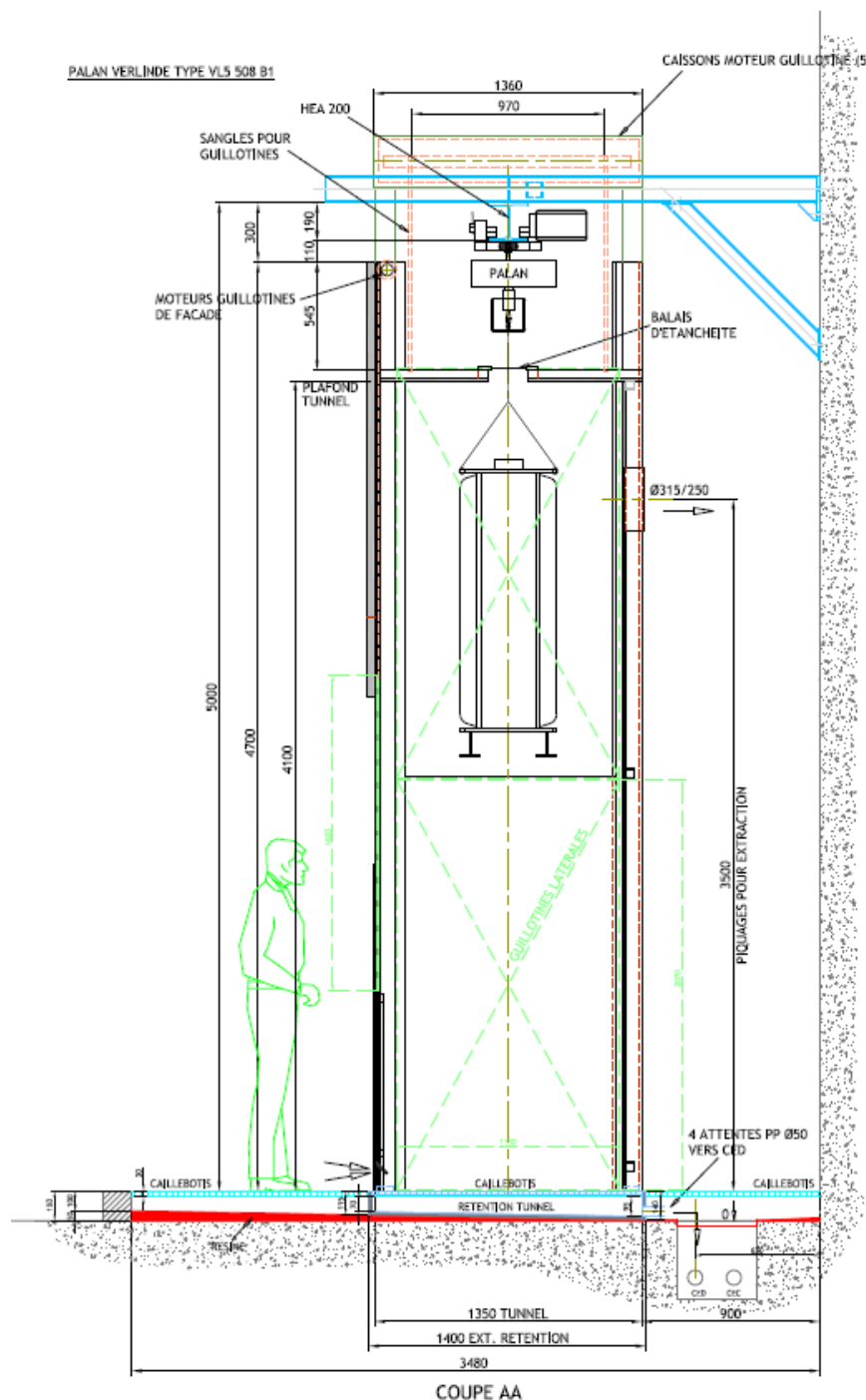


Figure 9 : Vue de côté du tunnel de traitement. Les canalisations CED et CEC sur lesquelles seront raccordés les rejets du process sont visibles dans la fosse derrière les compartiments.

La canalisation CEC est en PP (Ø 50 mm) + PEHD (Ø 90 mm) et la canalisation CED en PVC (Ø 63 mm). Le raccordement de l'installation EPV2 à ces réseaux de rejet, incluant la mise en place de vannes manuelles, fait partie intégrante de la prestation du Titulaire.

### **4.3. Différences entre EPV1 et EPV2**

- L'installation EPV2 permettra le traitement de cavités 400 MHz plus larges de diamètre 700 mm (voir § 4.6).
- Suite au retour d'expérience sur l'installation EPV1, nous avons décidé de supprimer l'utilisation de filtre (placé après la pompe de circulation) sur EPV2.
- L'installation n'est pas confinée sous 2 cabines mais à l'intérieur d'un unique compartiment.
- La cuve sera positionnée à droite du compartiment car le remplissage se fera par transvasement d'un bidon positionné dans le compartiment 3.
- Les panoplies de distribution eau – air comprimé seront installées sur le mur derrière la sorbonne
- L'écran IHM sera déporté par rapport à l'armoire de l'automate et situé en face avant de la sorbonne.
- Un Bouton d'Arrêt d'urgence sera disposé en face avant du compartiment 2.
- EPV2 ne nécessitera pas de détecteur d'ouverture de porte. Les procédures de sécurité associées sont supprimées.
- Le transport des cavités est assuré par un dispositif de lève charge coulissant le long d'un rail traversant le tunnel. Il est souhaitable que la cavité positionnée sur son châssis pour le traitement soit disposée à la verticale de l'axe du pont roulant.
- Suite aux besoins spécifiques de l'installation EPV2, les besoins en instrumentation évolueront en conséquence. La liste de l'instrumentation prévisionnelle est ainsi donnée dans la documentation technique au § 5.1.
- De manière plus générale, l'adaptation de l'équipement à la zone allouée est à étudier par le Titulaire. L'agencement des composants de l'équipement et les sécurités (par exemple arrêt d'urgence en cas d'ouverture de porte, détection hydrogène) évolueront en conséquence. Le prestataire s'assurera de réaliser les modifications de dimensionnement nécessaires (pompe, diamètre canalisation, etc.) au respect des performances attendues (cf § 3.2).

### **4.4. Automate**

La programmation de l'automate s'effectuera en respectant les séquences décrites dans les Grafcet de l'analyse fonctionnelle et tableau de sécurité de l'installation EPV1 (documents listés au § 5.1).

Le grafcet principal fait appel à différentes séquences :

- Cycle circulation
- Cycle vidange
- Cycle rinçage séquentiel
- Cycle rinçage continu
- Cycle optionnel de rinçage ultime

L'automate permettra d'acquérir les principales grandeurs du process (heure, températures, intensité, tension, débits), qui pourront être transférées sur clé USB.

L'automate sera débrayable afin de permettre à l'opérateur d'actionner séparément chaque composant (vanne, pompe, etc.) ; cette possibilité est requise pour les essais et la maintenance du banc EPV2.

L'opérateur aura la possibilité de stopper une séquence à tout moment avant de passer en mode manuel.

L'installation sera pilotée à partir d'une IHM. Elle permettra une utilisation en mode automatique où les séquences de traitement s'enchaînent à partir des paramètres process ou en mode manuel. L'écran

de pilotage sera situé en face avant de la sorbonne, déporté à l'extérieur. L'utilisateur aura accès à 7 vues à partir d'onglets en bandeau sur le bas de l'écran :

- Une vue process récapitulant tous les éléments de l'installation et l'état de chacun d'entre eux. Cet écran permettra de choisir entre un fonctionnement en mode manuel ou automatique.
- Une vue Grafcet précisant l'étape en cours sur une séquence automatique.
- Une vue 'Paramètres' où l'opérateur rentre les consignes de process (Tension d'électrolyse, Durée de traitement, Débit d'acide, Durée de rinçage, Tempos d'inertage et de vidange, Nombre de cycles de vidange, Seuil de conductivité rinçage) et les seuils d'alertes (Température haute/très haute de l'acide cuve, Température haute/très haute de l'acide en sortie de cavité, Seuil bas débit d'acide, Seuil bas débit d'azote). L'opérateur pourra lancer et arrêter une séquence à partir de cette vue. Les paramètres pourront être modifiés en cours de séquence.
- Une vue 'Courbes' où les graphiques suivants sont tracés en fonction de la durée : Intensité, Tension, débit (acide ou eau rinçage), Températures cuve & cavité. L'opérateur aura la possibilité de modifier l'échelle en ordonnée pour chaque courbe.
- Une vue 'Alarmes', recensant les alarmes en cours.
- Une vue 'Historique des Alarmes'.
- Une vue 'Système' permettant entre autres de sortir du programme.

#### **4.5. Alimentation électrique**

L'alimentation électrique pour réaliser la réaction d'électropolissage sera intégrée dans la baie de l'automate.

L'alimentation sera pilotée par l'automate.

Le prestataire pourra intégrer le modèle AMREL SNS 32-400 ou du matériel de performance équivalente. Des filtres pourront être intégrés pour éviter les interférences avec l'automate.

#### **4.6. Cavités traitées, interfaces**

Les pièces traitées dans l'installation EPV2 seront des cavités de type elliptique dont la fréquence sera inférieure ou égale à 1300 MHz. Les plans de la cavité la plus petite (fréquence 1300 MHz), et la plus grande (fréquence 400 MHz) à traiter sont donnés dans les Fig. 10, 11 et 12 ci-dessous.

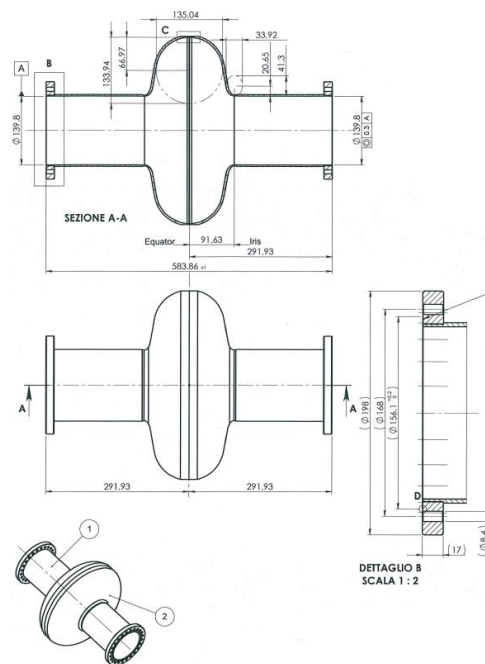


Figure 10 : Cavité monocellule 1300 MHz (plus petite cavité à traiter).

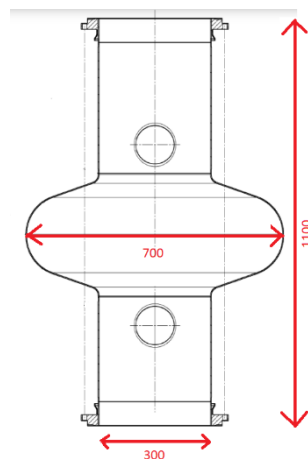


Figure 11 : Cavité monocellule 400 MHz (plus grande cavité à traiter).



Figure 12 : Comparaison d'échelle entre la cavité la plus petite et la plus grande à traiter sur EPV2.

## 5. Documents liés au Marché

### 5.1. Documents Techniques

La documentation suivante sera nécessaire au Titulaire pour l'étude de détail, la fabrication, l'installation et la mise en service du **banc EPV2** :

- 1) Le présent **Cahier des Charges** pour la Réalisation d'un Banc D'Electropolissage Vertical pour Cavités Supraconductrices référencé IRFU/DACM-DIR 25-141
- 2) Les plans/maquettes du tunnel de traitement  
EXE-PLA-07070-900-002 indice F pdf et dwg

Certaines parties de l'EPV1 sont à conserver pour la construction d'EPV2 :

Chambre inférieure	100-05	rév1
Presse étoupe	100-19	rév0
Clarinette cuve 300L	300-09	rév0
Dispositif refroidissement cuve 300L	300-22	rév0
Dévésiculateur	Doc fournisseur	

Les plans de l'EPV1 listés ci-dessous sont à adapter pour la construction d'EPV2 :

Châssis de table	100-01	rév0
Plateau de table	100-02	rév0
Cuve 300 l	300-07	rév1
Couvercle cuve 300 l	300-08	rév1
Support pompe	300-12	rév1
Support dévésiculateur	100-22	rév0
Equerre	100-23	rév0
Etrier	100-24	rév0
Support tuyauterie dévésiculateur	100-25	rév0
Contre poids	100-26	rév0
Axe poulie	100-27	rév0
Câble	100-28	rév0
Tuyauterie trop plein	100-29	rév0
Tuyauterie retour	100-30	rév0
Tuyauterie dilution	100-31	rév0
Tuyauterie extraction-rinçage dévésiculateur	100-32	rév0
Tuyauterie extraction	100-33	rév0
Jeu de plaques perforées	100-04	rév0
Potence	100-16	rév0
Coulisseau	100-12	rév0
Corps chambre inférieure	100-13	rév0
Support poulie	100-17	rév0

#### Cas particulier des interfaces cavités – EPV2

Le traitement de cavités volumineuses (cf § 4.6) nécessite le design de nouvelles interfaces. Le Titulaire proposera des interfaces permettant une connexion cavité – installation pratique et garantissant une bonne étanchéité du montage. A titre d'information les interfaces sur EPV1 sont données dans les documents suivants :



Cahier des Spécifications Techniques pour la réalisation d'un Banc d'Electropolissage Vertical pour Cavités accélératrices	CEA/DRF/Irfu/ DACM-DIR 25-141
--	----------------------------------

Bague filetée inférieure	100-06	rév0
Bride d'adaptation inférieure	100-07	rév1
Bague de serrage inférieure	100-09	rév0
Tête supérieure	100-10	rév0
Bride d'adaptation supérieure	100-11	rév0
Bague de serrage supérieure	100-14	rév0
Collerette	100-15	rév0
Couronne filetée	100-18	rév0

Les Plans relatifs à l'EPV1 listés ci-dessous sont donnés à titre d'information :

Ensemble version 1 cuve	300-00-3	rév0
Ensemble version 1 cuve	300-00-4	rév0

Documents généraux EPV1 à adapter par le Titulaire en fonction des spécificités EPV2 (Cf. § 4.3) et des choix techniques :

Manuel opérateur CORELEC		révA
Analyse Fonctionnelle CORELEC		
Ensemble Implantation Générale	000-01-1	rév1
Ensemble Implantation Générale	000-01-2	rév1
Schéma PID	000-10	rév5
Instrumentation / BDD système ; liste du matériel	000-11	rév2
Diagramme Général Processus	000-12	rév0
Grafcet niveau 1	000-13	rév3
Note Technique	000-16	rév3
Liste des documents techniques fournisseurs	000-18	rév1

## 5.2. Exigence réglementaire

Les matériels et fabrications doivent être en accord avec la réglementation et les normes en vigueur en France.

Une non-conformité de cet équipement par rapport à la réglementation et les normes en vigueur engagerait la responsabilité du Titulaire.

# 6. Conditions Générales

## 6.1. Déroulement de la prestation

La prestation du Titulaire s'articulera suivant deux étapes principales :

- Une partie études pour laquelle le Titulaire détermine les choix techniques pour adapter l'installation demandée à la zone allouée.
- Une fois les choix validés, une partie réalisation pour l'approvisionnement, l'installation et les tests de l'équipement au CEA Saclay.

## 6.2. Réunion d'enclenchement

Une réunion d'enclenchement aura lieu avec le Titulaire sur le site du CEA-Saclay dont l'Ordre du jour comprendra *a minima* les points suivants :

Cahier des Spécifications Techniques pour la réalisation d'un Banc d'Electropolissage Vertical pour Cavités accélératrices	CEA/DRF/Irfu/ DACM-DIR 25-141
--	----------------------------------

- Désignation par le Titulaire d'un ingénieur qui sera responsable de l'exécution technique du contrat et de son suivi pendant toute sa durée,
- Présentation par le Titulaire du planning détaillé,
- Etat des lieux de la zone d'implantation sur le site du CEA-Saclay,
- Rappel des principales exigences du CEA-Saclay et revue des documents applicables,
- Identification exhaustive des différences entre EPV1 et EPV2,
- Calendrier prévisionnel des réunions de suivi,
- Information sur les formalités à remplir par l'employeur et personnels extérieurs pour le travail sur le site de Saclay.

### **6.3. Points d'arrêts**

Une réunion contradictoire sera organisée pour chaque point d'arrêt. Chacun d'entre eux fera l'objet d'un procès-verbal. Le CEA-Saclay fixe les points d'arrêts suivants :

#### Partie 'Etudes' :

- Vérification des choix techniques et validation par le CEA : Jalon A

Le Titulaire présentera une documentation technique mise à jour comprenant :

- Plans de l'installation et PID mis à jour,
- Analyse fonctionnelle automatisée,
- Liste de l'instrumentation et des fournisseurs choisis.

La validation du dossier Technique par le CEA permet de lancer les approvisionnements.

#### Partie 'Fabrication' :

- Contrôle des matériels, instruments et équipements approvisionnés avant fabrication : Jalon B,
- Contrôle des éléments réalisés avant emballage et transport : Jalon C
- Contrôle intermédiaire de l'installation sur le site de Saclay. Essais en eau de l'installation et de l'automate sur le site du CEA-Saclay : Jalon D
- Réception définitive de l'installation sur le site du CEA-Saclay après validation des tests de l'installation en acide : Jalon E.

En cas de besoin, le CEA-Saclay se réserve la possibilité d'ajouter d'autres points d'arrêts à cette liste. La date de chaque point d'arrêt sera définie conjointement entre le CEA et le Titulaire. La date devra être fixée 8 jours avant la tenue du point d'arrêt.

Les documents relatifs à chaque point d'arrêt devront être disponibles et discutés lors de la réunion

A l'occasion de chaque point d'arrêt, le CEA-Saclay pourra être amené à émettre des réserves. Si des réserves bloquantes sont identifiées, le Titulaire devra entreprendre les corrections nécessaires avant de poursuivre les travaux. Si des réserves complémentaires sont identifiées, le Titulaire devra également effectuer leurs reprises sans être tenu d'arrêter les travaux.

### **6.4. Responsabilité du Titulaire**

Le Titulaire s'engage à livrer au CEA-Saclay une installation clé en main en conformité avec les besoins du CEA et conformément au dossier technique validé.

Le Titulaire gardera l'entière responsabilité de sa fourniture, même après les approbations du CEA.

### **6.5. Devoir d'alerte**

Si un problème remettant en cause le bon fonctionnement de l'équipement apparaît lors de la réalisation, de l'assemblage ou de l'installation sur le site du CEA-Saclay, le Titulaire devra en avvertir le CEA immédiatement.

De plus, le CEA sera immédiatement informé de toute déviation pouvant retarder la fourniture des documents contractuels ou la réception.

### **6.6. Suivi et Inspection**

Afin d'assurer le bon déroulement de cette affaire, des réunions de suivi seront organisées au rythme suivant : 2 réunions pendant la phase d'Etudes, 1 réunion pendant la phase d'approvisionnement, au moins 2 réunions pendant la phase de fabrication, au moins une réunion hebdomadaire lors de la phase d'implantation sur le site du CEA-Saclay.

Ces réunions se dérouleront sur le site du CEA-Saclay pendant la phase d'Etudes, sur le site du Titulaire pendant la phase d'approvisionnement, sur le site du CEA-Saclay pendant la phase d'implantation, et en alternance sur un site puis l'autre dans la phase de fabrication. Certaines de ces réunions pourront être couplées aux points d'arrêts.

Les comptes rendus de réunion seront approuvés au plus tard lors de la réunion suivante.

Outre ces réunions, le CEA-Saclay se réserve le droit de venir inspecter pendant les heures ouvrables le Titulaire et ses sous-traitants éventuels.

### **6.7. Modifications**

Les choix techniques (notamment fournisseurs) utilisés pour l'installation EPV1 pourront être conservés. Le Titulaire pourra également proposer au CEA-Saclay une instrumentation plus récente ou des fournisseurs équivalents. Le Titulaire ne pourra mettre en œuvre les modifications qu'après avoir obtenu un accord écrit du CEA-Saclay (validation de la partie Etudes).

### **6.8. Conformité réglementaire**

Tous les contrôles nécessaires à la mise en service de cet équipement dans le cadre de la réglementation française seront établis par le Titulaire. Ils seront effectués par un organisme agréé proposé par le Titulaire et validé par le CEA-Saclay. Les procès-verbaux de ces contrôles et les certificats de conformité réglementaires correspondant feront partie intégrante du dossier de Fabrication et de Contrôles.

### **6.9. Transport, déchargement, stockage**

Les opérations d'emballage, de transport, de déchargement sur le site de Saclay et de stockage pendant la phase d'assemblage sur le site de Saclay seront de la responsabilité et à la charge du Titulaire.

La livraison sera effectuée au bâtiment 124-Nord du site du CEA-Saclay (91).

Le Titulaire gardera l'entière responsabilité de sa fourniture, en particulier des éléments fragiles tels que les coffrets électriques, les actionneurs, les capteurs, etc.

### **6.10. Réception du banc EPV2 sur le site du CEA-Saclay**

Une fois le banc EPV2 installé sur le site du CEA-Saclay et correctement raccordé, le Titulaire procédera aux essais en eau du banc EPV2. Ces essais devront démontrer le bon fonctionnement de chacun des composants y compris de l'automate ainsi que l'intégrité des réseaux de fluides et des assemblages mécaniques.

Dans l'attente de la suite des essais, le banc EPV2 restera inutilisé, ce que pourra vérifier le Titulaire lors des visites qu'il effectuera.

Cahier des Spécifications Techniques pour la réalisation d'un Banc d'Electropolissage Vertical pour Cavités accélératrices	CEA/DRF/Irfu/ DACM-DIR 25-141
--	----------------------------------

Dès que l'équipe du CEA-Saclay en charge de l'exploitation du banc EPV2 aura obtenu l'autorisation de démarrage des autorités compétentes, elle effectuera des essais en acide du banc EPV2 après en avoir averti le Titulaire. En cas d'anomalie ou de dysfonctionnement, le Titulaire aura la charge d'analyser les problèmes (des essais complémentaires pourront être effectués à sa demande) et de proposer au CEA-Saclay des actions pour les résoudre. Si ces actions sont acceptables par le CEA-Saclay du point de vue technique et sécurité, le Titulaire se chargera de leur réalisation.

A la suite des essais en acide jugés satisfaisants par le CEA-Saclay et conformément aux dispositions du marché, la réception sera prononcée.

## 7. Solutions alternatives

La configuration technique présentée ci-dessus correspond à la configuration nominale souhaitée par le CEA. Le Soumissionnaire chiffrera des configurations alternatives.

### **7.1. Cuve de stockage acide de 200L**

Le volume de la cuve de stockage est réduit à 200L.

### **7.2. Utilisation de polymères moins nobles**

Le Soumissionnaire propose l'utilisation de polymères alternatifs pour la réalisation de la circuiterie entre la cuve de stockage et la cavité (canalisations, pompe, vannes). L'utilisation de ces polymères restera compatible à la nature de l'électrolyte utilisé.

4 configurations possibles seront ainsi chiffrées par le Soumissionnaire :

SOLUTION	OFFRE DE BASE	VARIANTE
SOLUTION N° 1	Fabrication du banc EPV2, avec cuve de stockage acide de <u>300 litres</u> , avec le polymère PFA PTFE (cf § 3.2 cdc) pour la circuiterie (vannes, pompe, canalisations entre la cuve et la cavité)	Fabrication du banc EPV2, avec cuve de stockage acide de <u>300 litres</u> , avec le polymère : ..... pour la circuiterie (vannes, pompe, canalisations entre la cuve et la cavité)
SOLUTION N° 2	Fabrication du banc EPV2, avec cuve de stockage acide de <u>200 litres</u> , avec le polymère PFA PTFE (cf § 3.2 cdc) pour la circuiterie (vannes, pompe, canalisations entre la cuve et la cavité)	Fabrication du banc EPV2, avec cuve de stockage acide de <u>200 litres</u> , avec le polymère : ..... pour la circuiterie (vannes, pompe, canalisations entre la cuve et la cavité)

---

## 8. Informations

---

### **8.1. Opérations à la charge du CEA-Saclay**

Toutes les prestations sont à la charge du Titulaire, exceptées les actions suivantes qui seront effectuées par le CEA-Saclay :

- Démantèlement de l'installation de traitement chimique,
- Préparation de la zone,
- Fourniture du groupe froid (ou refroidisseur) et des raccords vers les serpentins,
- Fourniture de la cathode.

### **8.2. Facilités pour la manutention et le stockage**

Une aire de stockage, proche de la zone réservée, sera mise à disposition du Titulaire le temps de l'assemblage. Une pièce à accès limité pourra également être utilisée par le Titulaire pendant le temps de l'assemblage pour le stockage des matériels sensibles.

Le bâtiment 124-Nord est équipé d'un pont roulant de 5 Tonnes, d'un chariot élévateur et d'un transpalette. Ces équipements de manutention pourront être mis ponctuellement à disposition du Titulaire pour les opérations de déchargement et d'assemblage à la condition qu'il en fasse la demande suffisamment à l'avance.

---

## 9. Fourniture du Titulaire

---

### **9.1. Dossier d'Etudes**

Le dossier d'Etudes contiendra :

- Les plans de l'installation mis à jour 'bon pour exécution',
- La documentation pour l'assemblage et les raccordements,
- La maquette 3D,
- La liste d'instrumentation avec fournisseurs et modèles choisis,
- Le dossier technique pour la réalisation de l'automatisme.

### **9.2. Dossier de Fabrication et de Contrôles**

Ce dossier inclura :

- Les compte-rendus de suivi approuvés,
- Les certificats de contrôle des matières premières et des composants,
- Le registre des non-conformités,
- Le registre des modifications,
- Les procès-verbaux associés aux points d'arrêts,
- Les rapports de contrôles et d'essais,
- Les plans de câblage électrique,
- Les plans de câblage hydraulique,
- Les séquences détaillées de l'automate,
- Les plans Tel Que Construit (TQC),
- Une maquette 3D du banc EPV2 (TQC).

### 9.3. Prestation

- L'approvisionnement des matériaux et composants (hors fourniture CEA),
- La fabrication de l'ensemble,
- Le conditionnement, le transport et la livraison sur le site du CEA-Saclay,
- L'installation sur le site du CEA-Saclay, y compris le raccordement aux utilités (N2, AC, eau),
- Les contrôles et les essais,
- La réception sur le site du CEA-Saclay,
- La programmation de l'automate,
- L'organisation des réunions et points d'arrêts sur son site.

---

## 10. Planning détaillé, déroulement de l'affaire

---

T0 étant la date de signature du marché par les Parties, le Titulaire s'engage à respecter les délais d'exécution mentionnés ci-après :

- Remise du Plan Qualité Particulier (PQP) et du dossier d'études  $T0 + 16 \text{ semaines} = T1$ ,
- Constitution des approvisionnements  $T1 + 10 \text{ semaines} = T2$ ,
- Fin des contrôles et tests en usine satisfaisants  $T2 + 10 \text{ semaines} = T3$ ,
- Livraison et installation sur site  $T3 + 3 \text{ semaines} = T4$ ,
- Essais sur site et réception sans réserve  $T4 + 5 \text{ semaines} = T5$ ,

---

## 11. Représentants CEA

---

### Correspondants techniques

Fabien Eozénou  
CEA/Saclay  
DRF/IRFU/DACM  
91191 Gif-sur-Yvette CEDEX  
Tel : 01 69 08 54 52  
e-mail : [fabien.eozenou@cea.fr](mailto:fabien.eozenou@cea.fr)

### Correspondants commerciaux

Pour tous les aspects commerciaux, financiers ou juridiques, le CEA est l'unique interlocuteur :  
CEA/Saclay - Service Commercial  
91191 Gif sur Yvette CEDEX

---

## 12. LEXIQUE

---

LIDC2 : Laboratoire d'intégration et développement des cavités et des cryomodules

CEC : réseau effluents concentrés

CED : réseau effluents dilués

EP : électropolissage

EPV1 : Installation d'électropolissage vertical existante

EPV2 : Installation d'électropolissage vertical objet de ce cahier des charges

IHM : Interface Homme Machine

BAU : Bouton d'arrêt d'urgence