Université Paris Est Créteil
Pôle Achats

MARCHÉ PUBLIC
MARCHÉ DE FOURNITURES

Fourniture d'une enceinte mécanique sous vide et ses interfaces, hors sous-systèmes thermiques actifs, pompage, chillers et contrôle commande

Cahier des clauses techniques particulières (CCTP)

Consultation n°	2026PFENCMEVID

SOMMAIRE

1. OBJET DE LA PRESTATION....3
2. CONTEXTE DES PRESTATIONS....3
3. CONDITIONS DE RÉALISATION DES PRESTATIONS....4
4. VÉRIFICATION DES PRESTATIONS....4
5. DÉTAIL DES PRESTATIONS....4

Sélectionner le sommaire, appuyer sur la touche F9 (ou Fn+F9) pour mettre à jour la numérotation des pages.

1. OBJET DE LA PRESTATION

- **Objet de la prestation :**

Le contrat porte sur les prestations suivantes : Fourniture d'une enceinte mécanique sous vide et ses interfaces, hors sous-systèmes thermiques actifs, pompage, chilliers et contrôle commande
Le présent marché a pour objet la conception, la fabrication, les contrôles, les essais usine, la documentation et la livraison d'une enceinte mécanique sous vide destinée à recevoir ultérieurement des sous-systèmes thermiques et de pompage pour essais d'instrumentation spatiale.

- **Lieu d'exécution :**

Le lieu d'exécution des prestations est **Université Paris-Est Créteil, Campus centre Créteil, 61 avenue du Général de Gaulle, 94000 Créteil.**

- **Intervenants :**

Les prestations sont réalisées pour le compte de l'acheteur **Université Paris Est Créteil**, représenté par Karine Bergès Présidente.

Adresse et coordonnées :

61, avenue du Général du Gaulle
Créteil
94100 Créteil Cedex
Site internet : https://www.u-pec.fr/

- **Structure et forme du contrat**

Les prestations du contrat ne font l'objet d'aucune décomposition.

La forme retenue pour l'exécution du contrat est **ordinaire**.

1. CONTEXTE DES PRESTATIONS

- **Contexte :**

Le présent marché s'inscrit dans le cadre de la réalisation d'une nouvelle installation d'essais sous vide thermique destinée aux activités de recherche, de développement, d'intégration et de qualification d'instrumentation spatiale au sein de l'Université Paris-Est Créteil.

L'installation permettra de réaliser des essais sous vide sur des équipements spatiaux de dimensions et de configurations variées. Elle est conçue selon une architecture modulaire, permettant l'intégration progressive de sous-systèmes réalisés dans le cadre de marchés distincts, notamment :

- un plateau thermique actif ;
- des boucliers thermiques internes ;
- les systèmes de pompage ;
- les installations de refroidissement ;
- l'instrumentation et le contrôle-commande.

Le présent marché ne porte que sur la fourniture de l'enceinte mécanique sous vide et de ses interfaces.

Les performances thermiques de l'installation complète relèveront des marchés ultérieurs.

L'enceinte devra constituer une base mécanique robuste, évolutive et maintenable, garantissant la compatibilité avec les futurs équipements sans modification majeure de la chaudronnerie.

- **Données relatives au lieu de réalisation des prestations :**

L'installation sera implantée dans les locaux de l'Université Paris-Est Créteil. La conception devra notamment tenir compte des contraintes d'encombrement du bâtiment, de manutention, d'installation et d'exploitation précisées dans le présent CCTP.

2. VÉRIFICATION DES PRESTATIONS

- **Réception et contrôle des prestations :**

Les prestations feront l'objet d'une vérification conformément aux dispositions du CCAG-FCS en vigueur.

La vérification portera notamment sur :

- la conformité des fournitures aux exigences du présent CCTP ;
- la conformité des dimensions principales, interfaces mécaniques et emports aux plans approuvés ;
- la présence de l'ensemble des équipements inclus dans le périmètre du marché ;
- la remise de l'ensemble des documents contractuels et des livrables techniques prévus au présent CCTP ;
- les résultats des essais et contrôles réalisés en usine (FAT), notamment les contrôles dimensionnels, fonctionnels et d'étanchéité ;
- le bon état de la fourniture avant livraison, notamment l'absence de détérioration des surfaces d'étanchéité, des brides, des plans de joints et des éléments mécaniques.

La validation de la prestation pourra être prononcée après vérification de la conformité de la fourniture et de la complétude des livrables documentaires.

En cas de non-conformité, le pouvoir adjudicateur pourra demander toute action corrective nécessaire avant admission des prestations.

La remise d'un dossier documentaire complet, conforme aux exigences du présent CCTP, constitue une condition préalable à l'admission des prestations.

3. DÉTAIL DES PRESTATIONS

Les prestations à réaliser sont les suivantes :

Fourniture d'une enceinte mécanique sous vide et ses interfaces, hors sous-systèmes thermiques actifs, pompage, chillers et contrôle commande :

Cuve cylindrique horizontale en inox, de diamètre intérieur minimal 1500 mm et de longueur utile minimale 1500 mm.

Architecture double paroi de l'enceinte principale, avec possibilité de pompage et contrôle du vide interstitiel.

Porte avant coulissante double paroi, montée sur système de guidage au sol et compatible avec un support plateau mécanique solidaire de la porte.

Porte arrière double paroi, démontable ou ouvrante selon solution proposée, avec maintien des interfaces définies au présent CCTP.

Châssis, berceau, pieds réglables, interfaces sol et supports nécessaires à l'enceinte, à la porte mobile et au support plateau coulissant.

Rails, guidages, chariots, butées, dispositifs d'alignement, verrouillage mécanique et sécurités associés à l'ouverture de la porte avant.

Support plateau coulissant mécanique, non thermique, destiné à recevoir ultérieurement un plateau thermique actif et la charge utile.

Interfaces mécaniques internes pour l'intégration ultérieure d'un bouclier thermique cylindrique nominal Ø1300 mm.

Interfaces mécaniques internes sur les deux portes pour l'intégration ultérieure de boucliers thermiques de porte.

Ensemble des emports, brides, flasques pleines, joints et réservations listées au présent CCTP.

Contrôles, essais de recette usine, nettoyage, conditionnement, documentation technique et dossier de conformité.

- **Fournitures exclues :**

Exclu du présent lot	Exigence résiduelle pour le présent lot
Plateau thermique actif	Prévoir les interfaces mécaniques, l'enveloppe disponible, la charge admissible et les passages nécessaires.
Boucliers thermiques actifs ou passifs	Prévoir les interfaces de fixation et l'accessibilité de montage/démontage.
Serpentins fluidiques, résistances, capteurs thermiques internes	Prévoir les réservations et interfaces mécaniques compatibles avec leur intégration ultérieure.
Chillers, dry cooler et utilités fluidiques externes	Prévoir uniquement les brides ou réservations mécaniques définies.
Groupes de pompage primaire, turbomoléculaire, ionique	Fournir les brides, flasques pleines et compatibilité mécanique/vide.
Automate, supervision, régulation thermique, acquisition	Prévoir uniquement les interfaces physiques et emports nécessaires.
Qualification thermique système	Le présent lot garantit la compatibilité d'intégration, pas les performances thermiques finales.

- **Données de référence contractuelles :**

Paramètre	Exigence / donnée de référence
Diamètre intérieur minimal enceinte	1500 mm.
Longueur utile minimale	1500 mm.
Bouclier thermique cylindrique futur	Ø nominal 1300 mm, hors fourniture du présent lot. Les interfaces de fixation sont incluses.
Charge utile DUT de référence	40 kg. Cette donnée sert au dimensionnement mécanique du support plateau et de l'accès porte.
Dimensions DUT maximales de référence	1000 × 600 × 400 mm (L × l × H).
Dissipation DUT de référence	200 W continu. Donnée informative pour les lots

	thermiques ultérieurs ; non contractuelle pour la performance du présent lot.
Pression finale cible de la cuve complète	Compatibilité mécanique et vide avec un fonctionnement à une pression ≤ 1×10^{-6} mbar.
Taux de fuite global attendu enceinte assemblée	≤ 1×10^{-9} mbar·L/s, à confirmer par méthode d'essai hélium proposée par le Titulaire.
Températures internes futures	Compatibilité d'intégration avec des équipements internes opérant typiquement de -60 °C à +80 °C. Le présent lot ne garantit pas la régulation thermique.
Plans de référence	Les vues 3D, plans d'ensemble et coupes fournis en annexe constituent une référence fonctionnelle. Le Titulaire produit ses propres plans de définition et d'interface.
Hauteur hors tout maximale	≤ 2000 mm pour l'ensemble livré : enceinte, châssis, portes, rails, emports supérieurs et interfaces mécaniques permanentes. Cette limite est imposée par la hauteur sous plafond du local et permet de préserver l'installation ultérieure de la pompe turbomoléculaire sur le DN250 supérieur. Le Titulaire devra confirmer sur le plan d'ensemble la hauteur hors tout, la hauteur d'axe, la hauteur du DN250 et l'enveloppe de montage disponible pour la pompe.

- **Architecture générale attendue :**

L'enceinte sera conçue comme une cuve cylindrique horizontale sous vide, supportée par un châssis mécano-soudé ou équivalent. La porte avant sera mobile sur rail au sol afin de supporter l'ouverture de la porte et le déplacement du support plateau coulissant sans reprise de charge manuelle.

La conception devra garantir la répétabilité du positionnement de la porte par rapport au plan de joint vide, la stabilité de l'ensemble en position ouverte et fermée, et l'absence de déformation susceptible de compromettre l'étanchéité ou l'intégration future des sous-systèmes internes.

La hauteur hors tout maximale de l'ensemble livré, incluant enceinte, châssis, rails, porte(s), emports supérieurs et interfaces mécaniques permanentes, ne devra pas dépasser 2000 mm. Cette exigence est contractuelle afin de préserver la compatibilité avec la hauteur sous plafond et l'installation ultérieure d'une pompe turbomoléculaire sur le DN250 supérieur.

- **Exigences mécaniques :**

    - **Châssis, berceau et interfaces sol :**

Le châssis devra supporter l'enceinte, les deux portes, le système de rails, le support plateau coulissant, les futures interfaces internes et les efforts dus au vide.

Le châssis devra être stable en configuration porte fermée et porte ouverte, sans risque de basculement ni dégradation de l'alignement.

Le Titulaire devra fournir les charges transmises au sol, les zones d'appui, les exigences de planéité et les recommandations d'ancrage.

Des pieds réglables ou dispositifs équivalents devront permettre la mise à niveau de l'ensemble.

Des interfaces de manutention, levage et déplacement devront être prévues et documentées.

    - **Porte avant coulissante et guidage d'ouverture :**

La porte avant devra être montée sur un système de guidage au sol dimensionné pour reprendre la masse de la porte, du support plateau mécanique et des charges associées.

Le guidage devra permettre l'ouverture complète nécessaire au chargement, à la maintenance et à l'intégration du futur plateau thermique.

Le système devra intégrer des butées mécaniques de fin de course, des dispositifs anti-déraillement et des dispositifs de sécurité anti-basculement.

La fermeture devra être répétable et compatible avec l'écrasement contrôlé du joint vide.
Le Titulaire devra préciser la méthode d'alignement entre porte et bride de cuve : centrage, reprise de charge, verrouillage, réglage et maintenance.

L'effort manuel ou assisté nécessaire à l'ouverture et la fermeture devra être compatible avec une exploitation de laboratoire ; toute nécessité d'assistance mécanique devra être explicitée.

L'ensemble des emports implantés sur les portes devra rester accessible en configuration porte ouverte et porte fermée, afin de permettre le montage, le démontage, le raccordement, l'inspection et la maintenance des flasques, brides, traversées, joints, caches et interfaces associées.

Cette accessibilité devra être conservée malgré la présence du châssis, des rails, du système de guidage, des dispositifs de fermeture/verrouillage, ainsi que des futurs boucliers thermiques de porte.

    - **Porte arrière :**

La porte arrière devra être double paroi et compatible avec les exigences de vide et d'interfaces du présent CCTP.

La porte arrière pourra être démontable ou ouvrante selon la solution proposée, sous réserve de préserver l'accessibilité, les emports prévus et la possibilité d'intégrer un bouclier thermique de porte.

La conception devra préserver le plan de joint vide et éviter toute interférence entre les brides, le bouclier futur et les dispositifs de fermeture.

    - **Support plateau coulissant mécanique :**

Le présent lot inclut un support plateau coulissant mécanique et ses rails/guidages. Ce support n'est pas un plateau thermique actif. Il doit être considéré comme une structure d'accueil destinée à recevoir ultérieurement un plateau thermique, la charge utile et les interfaces associées.

Exigence	Description
Fonction	Supporter et guider mécaniquement le futur plateau thermique et la charge utile lors des opérations de chargement, extraction, insertion et exploitation.
Charge de référence minimale	Le support plateau coulissant devra être dimensionné pour une charge totale minimale de 250 kg, incluant le futur plateau thermique, le DUT de référence de 40 kg et les accessoires d'intégration.
Masse enveloppe plateau	Le futur plateau thermique devra être considéré avec une masse enveloppe de 200 kg hors DUT, hors harnais et hors accessoires spécifiques de test.
Charge admissible	Le Titulaire devra indiquer la charge admissible nominale, la charge admissible maximale et les marges associées pour le support plateau, les rails, les guidages, la porte et le châssis.
Interface plateau	Prévoir un réseau de fixations, rails ou platines d'interface documenté permettant l'installation ultérieure du plateau thermique actif sans reprise majeure de chaudronnerie.
Course	Compatible avec l'extraction nécessaire au chargement, à la maintenance et à l'intégration du futur plateau thermique, à préciser sur le plan d'ensemble.
Rigidité / flèche	Le Titulaire devra justifier la flèche et la stabilité sous charge en positions rentrée, sortie et intermédiaire, pour la charge totale nominale de 300 kg (minimale 250Kg).
Butées / verrouillage	Prévoir des butées de fin de course et un verrouillage ou dispositif d'immobilisation mécanique en position rentrée. Un verrouillage en position sortie devra être prévu ou justifié selon l'architecture proposée.
Compatibilité porte	Le support plateau étant solidaire ou mécaniquement associé à la porte avant coulissante, sa masse et sa charge devront être prises en compte dans le dimensionnement du guidage, de l'alignement, de la stabilité porte ouverte et de la répétabilité de fermeture.
Compatibilité interfaces internes	La conception devra rester compatible avec l'installation ultérieure du bouclier cylindrique ouvert, des boucliers de portes, des cheminements fluidiques/câbles et des volumes nécessaires au DUT.
Compatibilité vide	Matériaux, traitements, jeux et éléments mobiles compatibles avec le vide poussé. Les lubrifiants sont exclus dans l'enceinte sous vide pour des raisons de contamination, sauf justification spécifique acceptée par le Maître d'ouvrage.

- **Interfaces internes pour sous-systèmes thermiques ultérieurs :**
  - **Interface pour bouclier thermique cylindrique :**

Prévoir, justifier et fabriquer des interfaces structurelles internes permettant l'installation ultérieure d'un bouclier thermique cylindrique ouvert actif de diamètre nominal **1300 mm**, de longueur nominale compatible avec la longueur utile de 1500mm de la cuve, et de masse enveloppe **300 kg**, montable par secteurs après réception de la cuve, sans reprise de chaudronnerie.

Le Titulaire devra considérer que le futur bouclier thermique cylindrique ne sera pas une enveloppe fermée à 360°, mais une coquille cylindrique ouverte, implantée autour de la partie supérieure du volume utile et interrompue dans la zone du futur plateau thermique. Les interfaces mécaniques internes devront être conçues pour permettre cette géométrie ouverte, sans imposer de contact ni de liaison structurelle entre le bouclier et le plateau thermique.

Les interfaces devront être dimensionnées pour une charge statique de calcul minimale équivalente à **500 kg**, répartie sur les points de fixation, afin de couvrir les marges de conception, les incertitudes de masse, les opérations de montage et les effets de porte-à-faux locaux.

Le bouclier devra pouvoir être introduit, positionné, monté, démonté et extrait par l'ouverture principale de la cuve, sans découpe, sans modification structurelle et sans démontage de l'enceinte sous vide.

Ces interfaces devront permettre le montage, le démontage, le centrage et le maintien mécanique du bouclier sans modification ultérieure de l'enceinte sous vide.

Les interfaces devront préserver une enveloppe utile compatible avec le **DUT de référence**, le **futur plateau thermique** et les jeux nécessaires aux opérations de manutention et d'intégration.

Les points de fixation devront être répartis de manière à limiter les déformations du bouclier, assurer sa stabilité mécanique et permettre sa dilatation différentielle par rapport à l'enceinte inox.

Le Titulaire devra proposer une architecture d'interface limitant autant que possible les ponts thermiques entre cuve et bouclier, par exemple par appuis localisés, entretoises adaptées, matériaux intermédiaires compatibles vide ou dispositions équivalentes.

Des passages, réservations et cheminements mécaniques devront être prévus pour les futures lignes fluidiques, câbles, capteurs et connexions électriques et interfaces d'instrumentation du bouclier, sans fourniture de ces éléments dans le présent lot.

Ces réservations devront permettre une architecture future dans laquelle chaque secteur du bouclier pourra disposer de circuits fluidiques indépendants ramenés vers l'extérieur de la cuve.

La conception ne devra pas imposer de raccords fluidiques démontables à l'intérieur de l'enceinte sous vide ; les raccordements fluidiques devront pouvoir être reportés à l'extérieur de la cuve via des traversées adaptées relevant de lots ultérieurs.

- **Interfaces pour boucliers thermiques de portes :**

La face interne de chaque porte devra comporter des interfaces mécaniques permettant l'installation ultérieure d'un bouclier thermique, passif dans une première configuration, mais dont l'interface devra rester compatible avec une évolution ultérieure vers une configuration active, sans reprise de chaudronnerie ni modification structurelle de la porte.

Les boucliers de portes devront être considérés comme des panneaux thermiques minces, noirs côté volume utile, implantés côté vide dans une position proche du plan d'interface entre la porte et la cuve, et non comme des habillages épousant la géométrie de cloche des portes.

Comme le bouclier thermique cylindrique principal, les boucliers de portes ne devront pas constituer des disques fermés complets ; ils devront être considérés comme des panneaux ouverts couvrant les zones supérieures et latérales du volume utile, et interrompus dans la zone du futur plateau thermique.

La conception devra tenir compte du volume libre disponible entre la paroi interne de chaque porte en forme de cloche et le futur bouclier thermique de porte.

Les interfaces devront être compatibles avec une masse enveloppe de bouclier de porte de 60 kg par porte.

Les interfaces et la structure de chaque porte devront être dimensionnées pour une charge statique de calcul minimale équivalente à 100 kg par bouclier de porte, afin de couvrir les marges de conception, les incertitudes de masse, les opérations de montage et les effets liés à la position porte ouverte.

Les interfaces devront être compatibles avec les emports de porte existants, notamment 6 × K200 et 4 × K100 pour la porte avant, et 5 × K200 pour la porte arrière.

Les boucliers de portes devront pouvoir comporter des ouvertures en regard des emports de porte, sans interférence avec les brides, les flasques, les caches éventuels, les traversées futures et le plan de joint vide.

Les interfaces devront préserver l'absence d'interférence avec le joint vide, les surfaces d'étanchéité, les systèmes de fermeture, les systèmes de verrouillage et les opérations d'ouverture/fermeture de la porte.

Les boucliers futurs devront pouvoir être montés, démontés et extraits sans reprise de soudure sur les portes et sans démontage structurel de l'enceinte.

Pour la porte avant coulissante, la conception devra tenir compte de la position porte ouverte : le bouclier futur ne devra pas compromettre la stabilité, le guidage, l'alignement, la répétabilité de fermeture ni la sécurité d'exploitation.

Pour la porte arrière démontable, la conception devra tenir compte des opérations de manutention, de dépose et de repose de la porte équipée ultérieurement de son bouclier thermique.

Les passages ou réservations nécessaires aux futures liaisons thermiques, électriques, fluidiques ou d'instrumentation devront être prévus ou rendus possibles par conception, sans fourniture de ces éléments dans le présent lot.

La conception ne devra pas imposer de raccords fluidiques démontables à l'intérieur de l'enceinte sous vide ; les raccordements fluidiques éventuels des futurs boucliers de portes devront pouvoir être reportés à l'extérieur de la cuve via des traversées adaptées relevant de lots ultérieurs.

- **Continuité radiative entre boucliers thermiques :**

Les interfaces prévues pour le bouclier thermique cylindrique et pour les boucliers thermiques de portes devront permettre de constituer, après intégration des lots ultérieurs, un ensemble de boucliers thermiques cohérent autour du volume utile.

La conception devra viser une continuité radiative entre le bouclier cylindrique principal et les boucliers de portes, avec des jeux et interstices aussi réduits que raisonnablement possible, afin de limiter les fuites thermiques radiatives vers les parois de la cuve et les portes.

Les interfaces mécaniques devront permettre l'alignement relatif des boucliers de portes avec le bouclier cylindrique principal, sans contact mécanique obligatoire entre ces éléments et sans transfert de charge entre boucliers.

Les jeux entre boucliers devront rester compatibles avec les opérations d'ouverture et de fermeture des portes, les tolérances mécaniques, les dilatations différentielles, les déplacements éventuels des portes et les opérations de montage/démontage.

Le Titulaire devra éviter toute disposition mécanique, bride, raidisseur, support ou emport empêchant la mise en place ultérieure de caches, recouvrements, lèvres radiatives ou écrans de continuité thermique entre les différents boucliers.

La conception devra permettre l'ajout ultérieur de pièces de recouvrement ou de masquage radiatif autour des zones d'interface entre bouclier cylindrique, boucliers de portes, emports et futur plateau thermique, sans reprise de chaudronnerie.

Les zones d'interface entre boucliers devront être présentées dans le plan d'ensemble du Titulaire, avec les jeux fonctionnels proposés, les enveloppes réservées et les risques d'interférence identifiés.

- **Interfaces pour futures lignes internes :**

Le Titulaire devra prévoir les volumes, rayons de passage et zones d'accrochage nécessaires aux futurs flexibles fluidiques, câbles thermiques et harnais internes.

Les interfaces mobiles associées à la porte et au plateau devront être conçues de manière à ne pas pincer, écraser ou imposer de rayon de courbure excessif aux futures liaisons.

Aucun flexible thermique, câble de régulation ou capteur thermique n'est fourni dans le présent lot, sauf demande explicite en option.

- **Exigences vide, matériaux et propreté :**

  - **Matériaux :**

Les parties en contact avec le volume sous vide devront être réalisées en acier inoxydable 316L ou matériau équivalent compatible vide poussé, sous réserve d'acceptation par le Maître d'ouvrage.

Les matériaux non métalliques présents dans le volume sous vide devront être limités, identifiés et justifiés au regard du dégazage.

Les roulements, patins, joints et traitements associés aux parties mobiles devront être compatibles avec le niveau de vide visé ou placés hors volume sous vide lorsque possible. Pour des raisons de contaminations, les lubrifiants ne sont pas autorisés dans l'enceinte sous vide.

Le Titulaire devra fournir une liste matière et les certificats matière des éléments principaux.

  - **Conception vide :**

La conception devra limiter les volumes piégés, interstices non pompables, assemblages aveugles et zones favorisant le dégazage ou la rétention de contaminants.

Les soudures en contact avec le vide devront être continues côté vide lorsque nécessaire et réalisées selon une procédure adaptée aux enceintes sous vide.
Les brides et joints devront être sélectionnés pour la compatibilité avec la pression cible et la maintenabilité de l'installation.

Le Titulaire devra préciser les hypothèses de conception et les limites éventuelles liées aux joints élastomères ou métalliques proposés.

  - **Nettoyage et état de surface :**

Les surfaces internes devront présenter un état de surface adapté au vide poussé et à l'intégration d'instrumentation spatiale.

Un nettoyage final compatible vide devra être réalisé avant livraison.

Le Titulaire devra fournir la procédure de nettoyage, les produits utilisés, les précautions de conditionnement et les limitations de stockage.

Le niveau de propreté particulaire et moléculaire final pourra être proposé par le Titulaire selon ses pratiques, mais devra rester compatible avec un usage en environnement spatial de laboratoire.

- **Emports, brides et interfaces externes :**

Les emports ci-dessous constituent le minimum contractuel à intégrer dans la conception. Leur implantation exacte devra être confirmée par le plan d'ensemble du Titulaire, en cohérence avec les plans de référence, l'accessibilité et l'absence d'interférence avec les interfaces internes futures.

Zone	Emports minimaux	Fonction / remarques
Porte avant coulissante	6 × K200 ; 4 × K100	Instrumentation / traversées futures ; compatibilité avec bouclier de porte futur, perçages et caches éventuels.
Porte arrière	5 × K200	Instrumentation / maintenance ; compatibilité avec bouclier de porte futur.
Sommet cuve	1 × DN250	Pompage principal turbomoléculaire futur ;

		bride fournie avec flasque pleine et joint.
Côté cuve	1 × CF250 à 45°	Interface future pompe ionique ; bride fournie avec flasque pleine et joint.
Cylindre double paroi	1 × KF25	Pompage / contrôle du vide interstitiel de la cuve.
Porte avant double paroi	1 × KF25	Pompage / contrôle du vide interstitiel de la porte avant.
Porte arrière double paroi	1 × KF25	Pompage / contrôle du vide interstitiel de la porte arrière.
Cylindre	1 × KF40	Capteur de pression futur, jauge hors fourniture.
Porte arrière	1 × KF40	Capteur de pression futur, jauge hors fourniture.

Chaque emport devra être livré obturé par une flasque pleine adaptée et le joint associé.

Le Titulaire devra fournir un tableau d'interfaces complet indiquant type de bride, standard, orientation, position, encombrement, couple de serrage recommandé et contraintes de montage.

Des emports supplémentaires, hublots, brides optiques ou réservations additionnelles pourront être proposés en option, sans modifier le prix de base.

- **Exigences de conception, calcul et justification :**

Domaine	**Attendu minimal**
Tenue au vide	Justification de la tenue mécanique de l'enceinte, des portes, des brides et des plans de joint sous pression externe.
Porte mobile	Justification de la stabilité, de la répétabilité d'alignement et de la tenue du guidage en position ouverte et fermée.
Support plateau	Justification de la charge admissible, de la flèche et de la stabilité en positions rentrée, sortie et intermédiaire.
Châssis	Justification des charges au sol, de la stabilité globale et des interfaces de manutention.
Interfaces thermiques futures	Justification de l'absence d'interférence avec le bouclier cylindrique Ø1300 mm, les boucliers de portes, les brides et le DUT de référence.
Maintenabilité	Description des opérations d'ouverture, fermeture, remplacement joint, démontage porte arrière, accès brides et intégration des sous-systèmes futurs.

Le Titulaire pourra proposer une approche de justification par calcul analytique, note de dimensionnement, retour d'expérience ou éléments de calcul éléments finis pour les zones critiques. Les hypothèses, marges et limites d'emploi devront être explicitées.

- **Fabrication et assemblage :**

Le Titulaire sera responsable de la mise au propre industrielle des plans, de la définition des tolérances, des choix de soudage, des séquences d'assemblage et des contrôles associés.

Les soudures critiques devront faire l'objet d'un contrôle adapté au niveau de vide visé et à la tenue mécanique attendue.

Les déformations de soudage devront être maîtrisées afin de préserver les plans de joint, l'alignement porte/cuve, l'alignement des rails et la position des emports.

Tout traitement de surface, décapage, passivation ou nettoyage devra être documenté.
Le Titulaire devra signaler avant fabrication toute incohérence entre plans de référence, emports demandés, contraintes mécaniques et accessibilité.

- **Essais et recette usine FAT :**

  - **Contrôles dimensionnels et mécaniques :**

Contrôle des dimensions principales : diamètre intérieur, longueur utile, implantation brides, encombrement hors tout, hauteur d'axe et course d'ouverture.

Contrôle de l'alignement porte/cuve et de la répétabilité de fermeture.

Essai fonctionnel d'ouverture et fermeture de la porte avant sur toute la course.

Essai fonctionnel du support plateau coulissant mécanique, avec charge représentative ou gabarit selon protocole proposé.

Vérification des butées, dispositifs anti-déraillement, verrouillages, sécurités et accès maintenance.

Vérification de la compatibilité géométrique avec le futur bouclier cylindrique Ø1300 mm et les boucliers de porte au moyen d'un contrôle d'enveloppe ou d'un gabarit.

  - **Essais vide et étanchéité :**

Essai de fuite hélium de l'enceinte assemblée, incluant les portes, brides obturées et plans de joint.

Objectif de taux de fuite global : ≤ 1×10^{-9} mbar·L/s, sauf justification contraire acceptée par le Maître d'ouvrage.

Vérification des volumes interstitiels double paroi : cuve, porte avant et porte arrière.
Fourniture du protocole d'essai, des moyens utilisés, de la sensibilité de mesure et des résultats détaillés.

Le Titulaire précisera si le pompage à 1×10^{-6} mbar est démontré en usine ou seulement garanti par conception et essai de fuite, compte tenu de l'exclusion des groupes de pompage du présent lot.

  - **Critères d'acceptation FAT :**

Critère	Acceptation attendue
Dimensions utiles	Conformes aux dimensions minimales spécifiées et aux plans validés.
Guidage porte	Ouverture/fermeture complète sans point dur anormal, sans perte d'alignement et sans sollicitation excessive du joint.
Support plateau	Translation fonctionnelle sous charge représentative ou selon protocole validé.
Brides et emports	Présence, position, obturation et accessibilité conformes au tableau d'interfaces.
Étanchéité	Résultat conforme au taux de fuite spécifié ou à la valeur contractuellement acceptée.
Documentation	Dossier de conformité complet livré avant acceptation finale usine.

- **Livraison, installation et SAT mécanique :**

Le Client devra assurer la livraison de l'ensemble conditionné et protégé par le titulaire contre les chocs, la corrosion, la contamination et les dégradations de plans de joint.

Les plans de joint vide devront être protégés pendant fabrication, transport, manutention et installation. Toute rayure, choc ou défaut sur les surfaces d'étanchéité devra être déclaré et traité avant acceptation.

Le Titulaire devra fournir les instructions de manutention, levage, déchargement, mise en place, mise à niveau et ancrage éventuel.

L'assistance à l'installation sur site, incluant mise en place, nivellement, réglage rails et vérification mécanique, est demandée en Option B.

Le SAT mécanique sur site portera à minima sur l'inspection visuelle, la vérification d'implantation, l'ouverture/fermeture porte, la translation du support plateau et la vérification des interfaces visibles.

Les essais thermiques, essais de pompage complets et qualification système sont hors périmètre du présent lot.

- **Livrables documentaires :**

Livrable	**Contenu attendu**
Plan d'ensemble général (GA)	Vues, dimensions, encombrement, course porte/plateau, zones de maintenance, interfaces sol.
Plans de définition	Cuve, portes, châssis, rails, support plateau, brides, interfaces internes.
ICD mécanique et vide	Tableau complet des interfaces internes et externes, positions, standards, contraintes d'intégration.
Note de conception / dimensionnement	Tenue au vide, porte mobile, châssis, support plateau, charges au sol, interfaces critiques.
Liste matière et certificats	Matériaux principaux, joints, éléments mobiles, traitements.
Dossier soudage / fabrication	Procédures ou synthèse, contrôles réalisés, traitements de surface.
Procédure de nettoyage	Produits, méthode, précautions, conditionnement.
Rapports FAT	Contrôles dimensionnels, essais mécaniques, essai fuite, vérification interfaces.
Manuel d'exploitation mécanique	Ouverture/fermeture, verrouillage, remplacement joints, maintenance rails, sécurité.
Dossier de conformité final	Déclaration de conformité au CCTP et liste des écarts acceptés.

- **Options à chiffrer séparément :**

Option	Description
Option A – Note de calcul renforcée	Analyse détaillée porte, rails, support plateau et châssis, éventuellement par éléments finis.
Option B – Assistance installation site	Présence du Titulaire pour mise en place, nivellement, réglage rails et vérification mécanique sur site.
Option C – Assistance ICD lots ultérieurs	Support technique pour interface avec plateau thermique, boucliers, pompage, instrumentation et contrôle-commande.

- **Réponse attendue des soumissionnaires :**

Description technique de la solution proposée et identification des écarts au CCTP.

Plan d'ensemble préliminaire ou schéma d'architecture montrant cuve, portes, rails, support plateau, châssis et emports, avec confirmation explicite de la hauteur hors tout maximale ≤ 2000 mm et de l'enveloppe disponible pour la pompe turbomoléculaire sur le DN250 supérieur.

Tableau de conformité exigence par exigence.

Liste des inclusions, exclusions et options chiffrées séparément.

Hypothèses de dimensionnement : masses, charges, efforts, matériaux, joints, moyens de manutention.

Description des essais FAT proposés et des critères d'acceptation.

Planning de conception, approvisionnement, fabrication, essais, livraison et installation éventuelle.

Références industrielles pertinentes en enceintes sous vide, chaudronnerie inox vide, portes mobiles ou systèmes comparables.

- **Annexe A – Tableau récapitulatif des emports :**

Zone	Emports	Fonction / remarques
Porte avant coulissante	6 × K200 ; 4 × K100	Instrumentation / traversées ; compatibilité bouclier de porte futur avec perçages et caches éventuels.
Porte arrière	5 × K200	Instrumentation / maintenance ; compatibilité bouclier de porte futur.
Sommet cuve	1 × DN250	Pompage principal turbomoléculaire futur.
Côté cuve	1 × CF250 à 45°	Pompe ionique future.
Cylindre double paroi	1 × KF25	Pompage vide interstitiel.
Porte avant double paroi	1 × KF25	Pompage vide interstitiel.
Porte arrière double paroi	1 × KF25	Pompage vide interstitiel.
Cylindre	1 × KF40	Capteur de pression futur, hors fourniture.
Porte arrière	1 × KF40	Capteur de pression futur, hors fourniture.

- **Annexe B – Plans et vues 3D de référence :**

Les figures ci-dessous sont présentées comme références fonctionnelles. Elles ne se substituent pas aux plans de définition que le titulaire devra produire avant fabrication. La porte devra être guidée lors de l'ouverture et de la fourniture de la cuve.

Figure B-1 – Extrait plan / vue 3D de référence

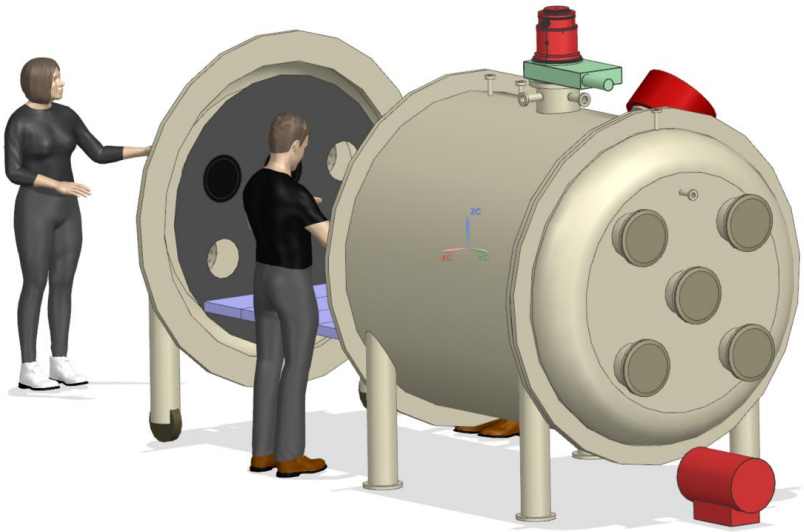


Figure B-2 – Extrait plan / vue 3D de référence

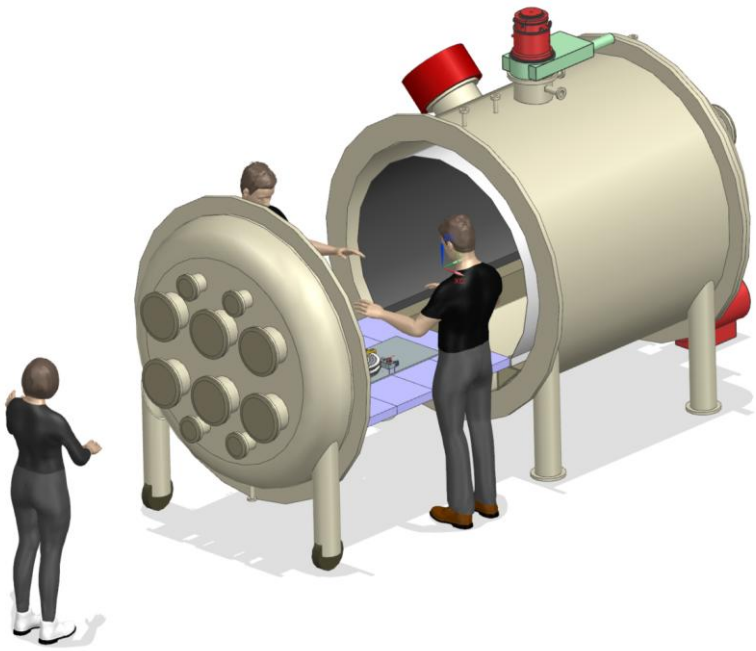


Figure B-3 – Extrait plan / vue 3D de référence

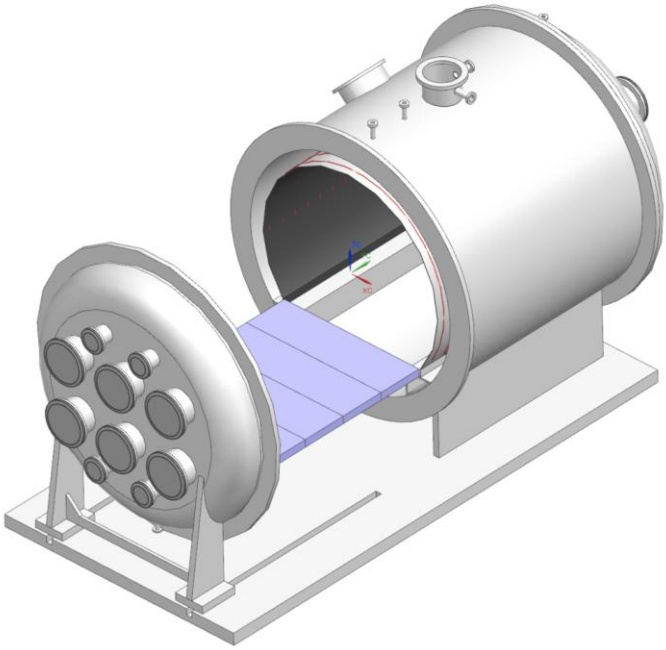


Figure B-4 – Extrait plan / vue 3D de référence

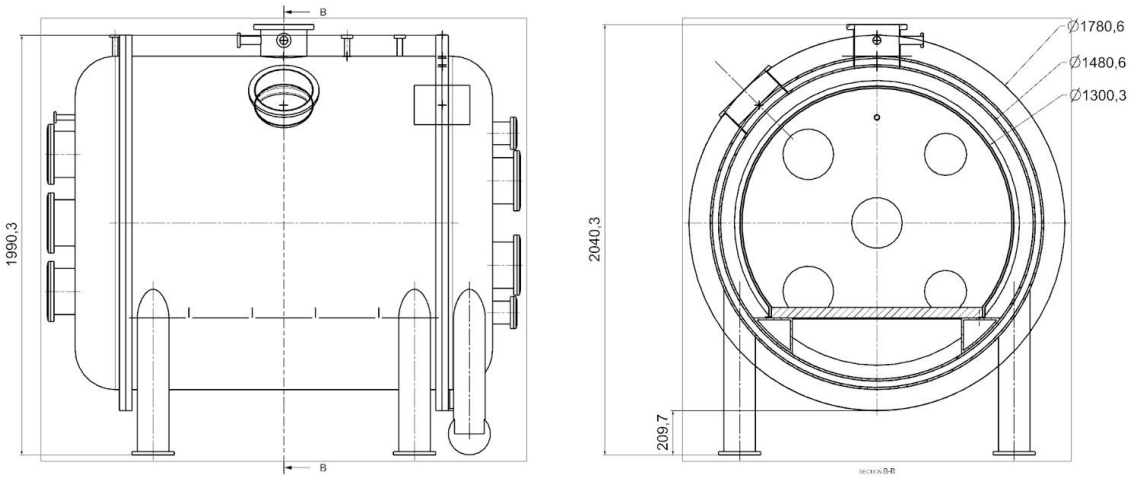


Figure B-5 – Extrait plan / vue 3D de référence

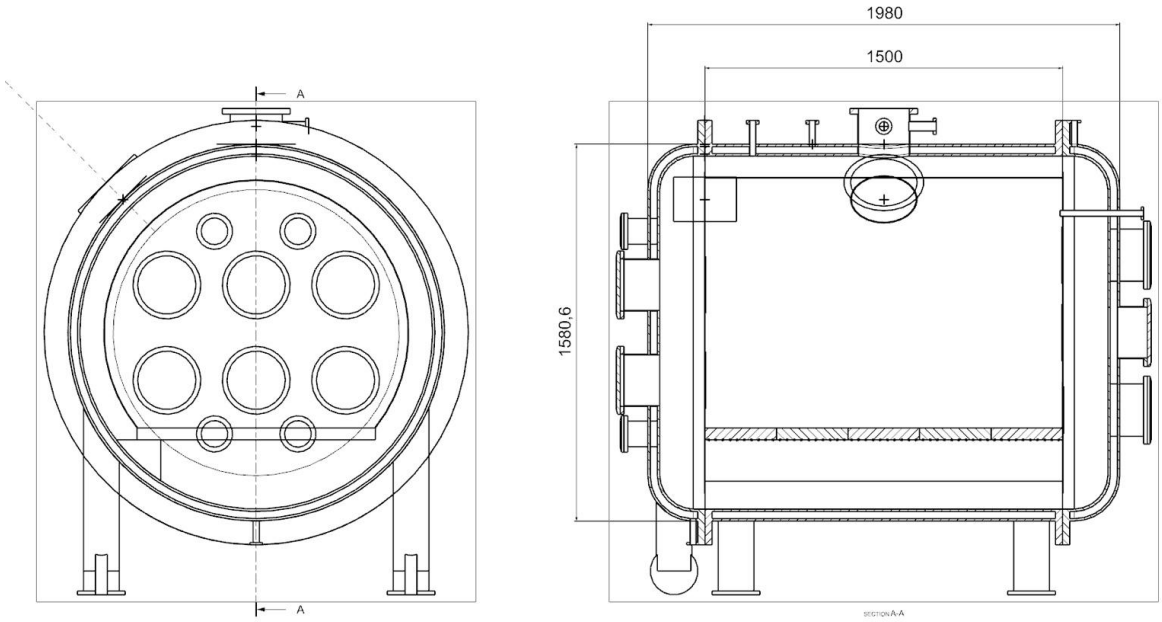


Figure B-6 – Extrait plan / vue 3D de référence

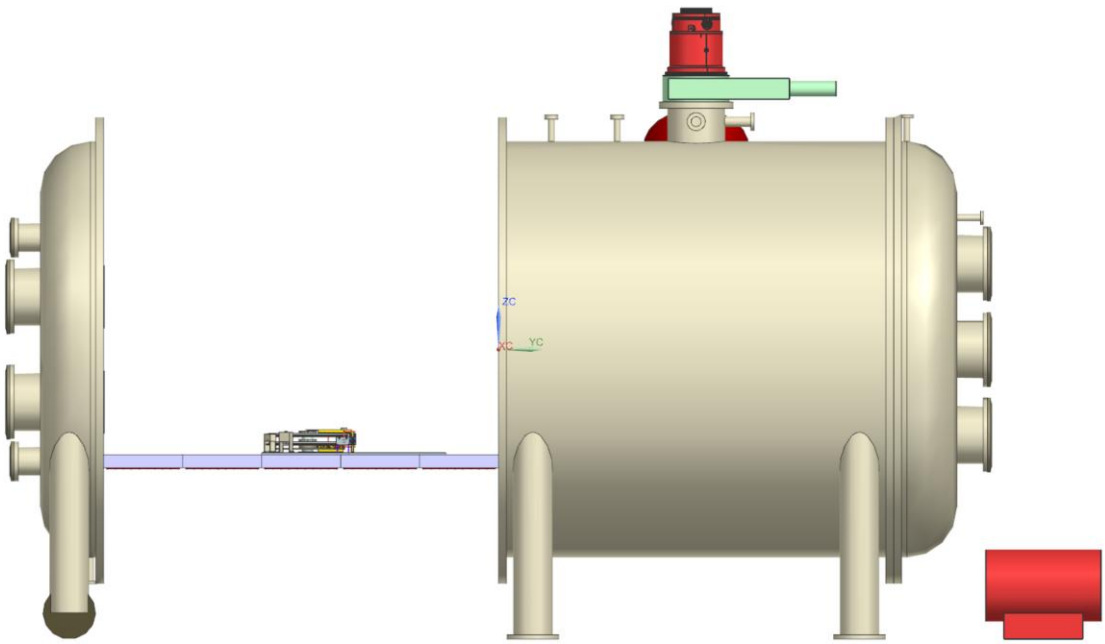


Figure B-7 – Extrait plan / vue 3D de référence

