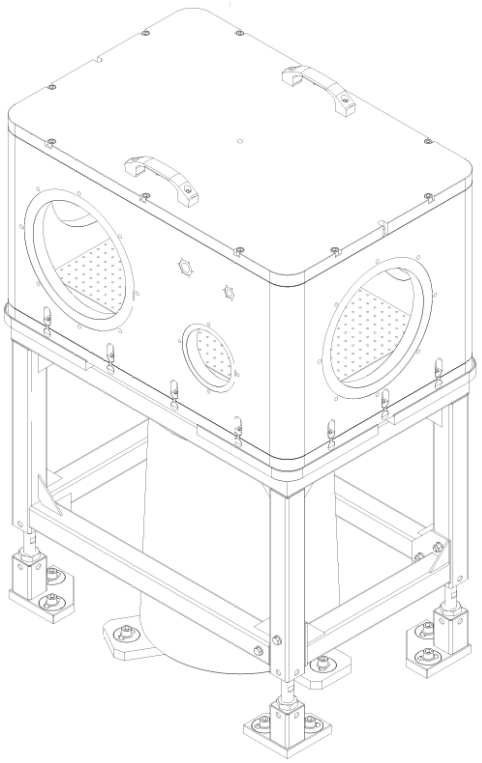
Laboratoire d'Optique Appliquée

UMR 7639, ENSTA, CNRS, École Polytechnique, IP-Paris

Cahier des charges fonctionnel des éléments majeurs d'une enceinte à vide

Functional Specifications for the Major Components of a Vacuum Chamber



LOA/ENSTA
828 Boulevard des Maréchaux
91762 Palaiseau cedex, France
Tel: +33 (0)1 69 31 97 09

Table des matières

1. Objet et objectifs de l'acquisition : 4
2. Périmètre de la fourniture : 4
2.1. Support cuve mère : La quantité à fournir est fixée à sept (7) exemplaires. 6
2.2. Base-Cuve mère : La quantité à fournir est fixée à sept (7) exemplaires. 7
2.3. Parois-Cuve mère : La quantité à fournir est fixée à sept (7) exemplaires. 7
2.4. Couvercle : La quantité à fournir est fixée à sept (7) exemplaires. 8
2.5. Tête de système d'accouplement : La quantité à fournir est fixée à cent (100) exemplaires. 8
2.6. Écrou de système d'accouplement : La quantité à fournir est fixée à cent (100) exemplaires. 9
2.7. Rondelle Spé M16 : La quantité à fournir est fixée à cent-soixante (160) exemplaires. 9
2.8. Breadboard : La quantité à fournir est fixée à sept (7) exemplaires. 9
2.9. Point : La quantité à fournir est fixée à sept (7) exemplaires. 9
2.10. Plan : La quantité à fournir est fixée à sept (7) exemplaires. 9
2.11. Trait : La quantité à fournir est fixée à sept (7) exemplaires. 9
2.12. Pied de découplage : La quantité à fournir est fixée à vingt et un (21) exemplaires. 9
2.13. Base de Pied de découplage : La quantité à fournir est fixée à vingt et un (21) exemplaires. 9
2.14. Platine-Base : La quantité à fournir est fixée à sept (7) exemplaires. 9
2.15. Patte de fixation de la base : La quantité à fournir est fixée à vingt et un (21) exemplaires. 10
3. Conditions générales relatives à l'offre et au contrat : 10
3.1. Déroulement de l'offre : 10
3.1.1. Échanges : 10
3.1.2. Offre de prix : 10
3.1.3. Planning de livraison : 11
3.1.4. Sous-traitants : 11
3.2. Exécution du contrat : 11
3.2.1. Responsabilités du titulaire : 11
3.2.2. Suivi du contrat : 11
3.2.3. Écarts par rapport au cahier des charges : 11
3.2.4. Accès au site : 11
4. Nettoyage et Contrôles : 11
4.1. Nettoyage : 11
4.2. Contrôle dimensionnel : 11
4.3. Inspection du LOA : 12

5. Stockage, emballage et transport : 12
5.1. Stockage : 12
5.2. Emballage et transport : 12
5.3. Réception : 12
6. Contacts au LOA : 12
7. Liste des documents annexés : 13
8. Propriété intellectuelle et confidentialité : 13

1. Objet et objectifs de l'acquisition :

Dans le cadre du projet **« Laplace »**, le Laboratoire d'Optique Appliquée (**LOA**) souhaite acquérir **sept (7) enceintes à vide**, dénommées **« Turning Box »**.

Ces enceintes ont pour fonction d'assurer l'interconnexion entre les différentes plateformes expérimentales sous vide de la nouvelle salle **« Laplace Haute Énergie »** (**LHE**), tout en garantissant la continuité et l'intégrité du système de vide de l'installation expérimentale.

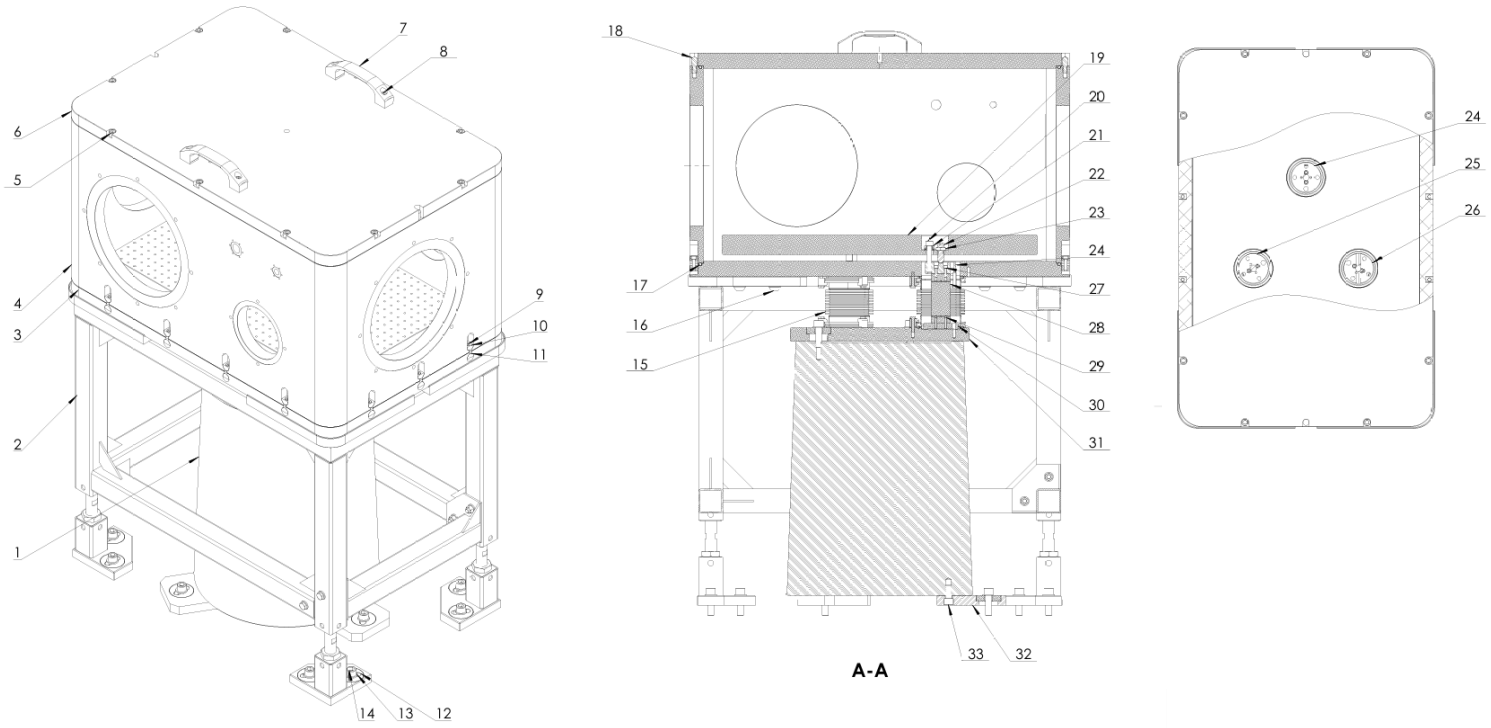
À cette fin, le choix de conception s'oriente vers une architecture excluant toute opération de soudure sur les pièces en contact direct avec le vide.

À l'exception de support, l'ensemble des composants constituant l'enceinte sera réalisé à partir de pièces usinées dans la masse. Cette approche vise à garantir une meilleure intégrité mécanique, à réduire les risques de fuite et à assurer une compatibilité optimale avec les exigences des applications sous vide.

Le présent cahier des charges technique, accompagné des plans associés, a pour objet de définir le cadre général ainsi que les exigences techniques relatives à la conception, à la fabrication et à la fourniture des principaux composants constituant ces enceintes à vide.

2. Périmètre de la fourniture :

Le présent cahier des charges couvre exclusivement la fabrication du sous-ensemble n° **2** et des pièces n° **3**, **4**, **6**, **10**, **11**, **12**, **19**, **24**, **25**, **26**, **28**, **30**, **31** et **32** telles qu'identifiées dans la nomenclature ci-après. Toute autre pièce ou tout autre sous-ensemble figurant dans cette nomenclature est réputé hors du périmètre de la présente prestation et n'est pas inclus dans la fourniture attendue.



34	Vis CHC M6 x 20	ISO 4762 M6 x 20 - 20N	AISI Acier inoxydable type 316L	6	
33	Vis CHC M16 x 35	ISO 4762 M16 x 35 - 35N	AISI Acier inoxydable type 316L	9	
32	Patte de fixation de la base		AISI Acier inoxydable type 316L	3	LOA-LHE-TB032
31	Platine-Base		7075-T6 (SN)	1	LOA-LHE-TB031
30	Base de Pied de découplage		7075-T6 (SN)	3	LOA-LHE-TB030
29	Goupille cylindrique 5 x 30	ISO 8734 - 5 x 30 - A - St	AISI Acier inoxydable type 316L	12	
28	Pied de découplage		7075-T6 (SN)	3	LOA-LHE-TB028
27	Vis CHC M6 x 25	ISO 4762 M6 x 25 - 25N	AISI Acier inoxydable type 316L	6	
26	Trait		AISI Acier inoxydable type 316L	1	LOA-LHE-TB026
25	Plan		AISI Acier inoxydable type 316L	1	LOA-LHE-TB025
24	Point		AISI Acier inoxydable type 316L	1	LOA-LHE-TB024
23	Écrou Fin M16	ISO - 4035 - M16 - N	AISI Acier inoxydable type 316L	3	
22	Vis à bille orientable sans tête	emile_maurin_31-440-16-50	AISI Acier inoxydable type 316L	3	
21	Rondelles à portée sphérique compactes DIN 6319	230500562	AISI Acier inoxydable type 316L	3	
20	Vis CHC M12 x 70	ISO 4762 M12 x 70 - 36N	AISI Acier inoxydable type 316L	3	
19	Breadboard		7075-T6 (SN)	1	LOA-LHE-TB019
18	Pine de centrage	SJPNGA12-P16-B20-R10-SC13	AISI Acier inoxydable type 316L	2	
17	Joint Torique		VITON	2	
16	Vis CHC tête bombée M16 x 45	ISO 7380 - M16 x 45 - 45N	AISI Acier inoxydable type 316L	8	
15	Ensemble de découplage		-	3	
14	Vis CHC M16 x 55	ISO 4762 M16 x 55 - 55N	AISI Acier inoxydable type 316L	14	
13	Rondelle plate pour vis M16	Washer ISO 7089 - 16	AISI Acier inoxydable type 316L	22	
12	Rondelle Spé M16		7075-T6 (SN)	22	LOA-LHE-TB012
11	Ecrou de système d'accouplement		7075-T6 (SN)	14	LOA-LHE-TB011
10	Tète de système d'accouplement		7075-T6 (SN)	14	LOA-LHE-TB010
9	Vis CHC M8 x 30	ISO 4762 M8 x 30 - 30N	AISI Acier inoxydable type 316L	14	
8	Vis CHC M10 x 35	ISO 4762 M10 x 35 - 35N	AISI Acier inoxydable type 316L	4	
7	Poignées de manutention	06916-10-1180101 A	ABS	2	
6	Couvercle		7075-T6 (SN)	1	LOA-LHE-TB006
5	Vis CHC M12 x 45	ISO 4762 M12 x 45 - 45N	AISI Acier inoxydable type 316L	10	
4	Parois-Cuve mère		7075-T6 (SN)	1	LOA-LHE-TB004
3	Base-Cuve mère		7075-T6 (SN)	1	LOA-LHE-TB003
2	Support cuve mère		-	1	LOA-LHE-TB002
1	Base		Béton	1	
No. ARTICLE	**NUMERO DE PIECE**	**DESCRIPTION**	**Matériau**	**QTE**	**N° du Plan**

Sous-Ensembles & Pièces concernées.

Le fournisseur devra soumettre une offre relative à la fourniture des sous-ensembles et des pièces concernés, tels que définis dans les plans annexés, conformément aux exigences du présent cahier des charges.

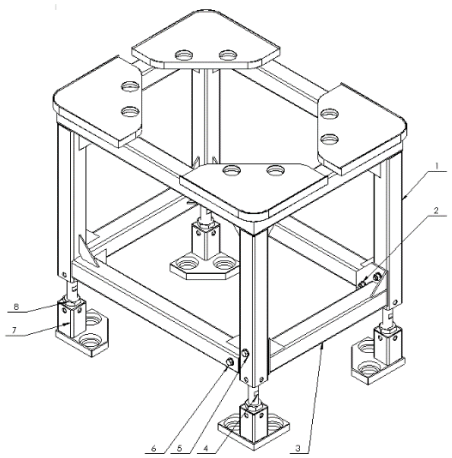
Les prestations devront comprendre :

- La réalisation de toutes les pièces mécaniques conformément aux plans joints ;
- Le nettoyage après fabrication ;
- La réalisation des contrôles dimensionnels et la fourniture des documents ;
- La réalisation des Inspections de la rugosité des surfaces et la fourniture des documents ;
- L'emballage et le transport de l'équipement du fournisseur jusqu'au site de l'ENSTA à Palaiseau.

2.1. Support cuve mère : La quantité à fournir est fixée à sept (7) exemplaires.

Le support de cuve mère (Rep. 2), défini par le plan **LOA-LHE-TB002**, devra être fourni par le fournisseur sous la forme d'un sous-ensemble complet et entièrement assemblé, incluant la totalité des composants constitutifs conformément aux exigences du plan.

Les pièces composant ce sous-assemblage ainsi que les matériaux associés sont définis dans le tableau ci-après :



8	**ISO - 4035 - M30 - N**	AISI Acier inoxydable type 316L	4	-
7	**Patte de fixation**	AISI Acier inoxydable type 316L	4	LOA-LHE-TB002-7
6	**ISO 4014 - M12 x 90 x 30-N**	AISI Acier inoxydable type 316L	4	-
5	**Washer ISO 7089 - 12**	AISI Acier inoxydable type 316L	8	-
4	**Vis de Réglage**	AISI Acier inoxydable type 316L	4	LOA-LHE-TB002-4
3	**Bras de structure support cuve mère**	S235JR	1	LOA-LHE-TB002-3
2	**ISO - 4032 - M12 - W - N**	AISI Acier inoxydable type 316L	4	-
1	**Structure support cuve mère**	1.0037 (S235JR) & AISI Acier inoxydable type 316L	1	LOA-LHE-TB002-1
No. ARTICLE	**NUMERO DE PIECE**	**Matériau**	**Quantité**	**N° du Plan**

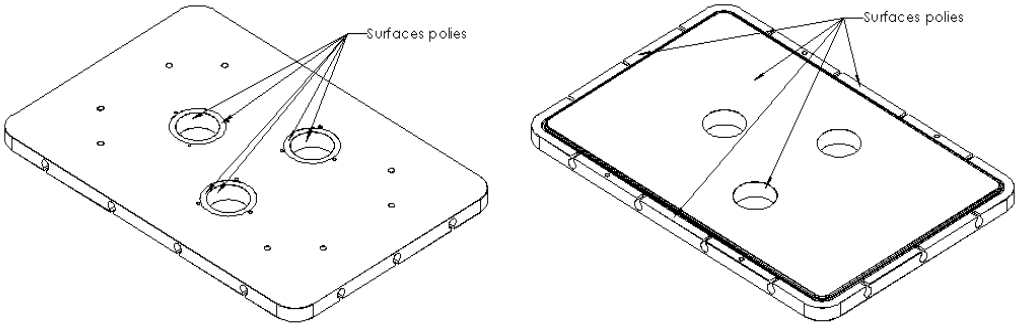
Concernant ce sous-ensemble, il est important de noter que :

- Le fournisseur devra fournir l'ensemble de la visserie nécessaire à l'assemblage des différents éléments (vis, écrous et rondelles).
- **La vis de réglage** (Rep. 4), ainsi que l'ensemble de la visserie, devront être adaptés aux conditions d'utilisation et de mise en œuvre, de manière à prévenir tout risque de grippage ou de blocage des écrous sur les filetages, ainsi qu'au niveau des taraudages.

- Comme indiqué sur les plans **LOA-LHE-TB002-1** et **LOA-LHE-TB002-3**, la structure support cuve mère et son bras devront recevoir un revêtement par **thermolaquage (peinture poudre) de teinte RAL 000 20 00, finition mate**. Les pièces en acier inoxydable, identifiées sur les plans, sont exclues de cette opération de peinture.
- Sauf indication contraire figurant sur les plans, l'ensemble des soudures nécessaires à la fabrication de la structure support cuve mère et de son bras devra être réalisé sous forme de **soudures concaves de type a = 3**.
- Le réglage de la hauteur est assuré par les vis de réglage (rep. 4), dotées d'un filetage **M30 à droite** sur une extrémité et d'un filetage **M30 à gauche** sur l'autre, comme indiqué sur le plan **LOA-LHE-TB002-4**. Par conséquent, tout risque de grippage ou de blocage de ces vis doit être éliminé.
- Un montage et un démontage aisés du bras de structure support cuve mère (rep. 3), sont fortement requis.

2.2. Base-Cuve mère : La quantité à fournir est fixée à sept (7) exemplaires.

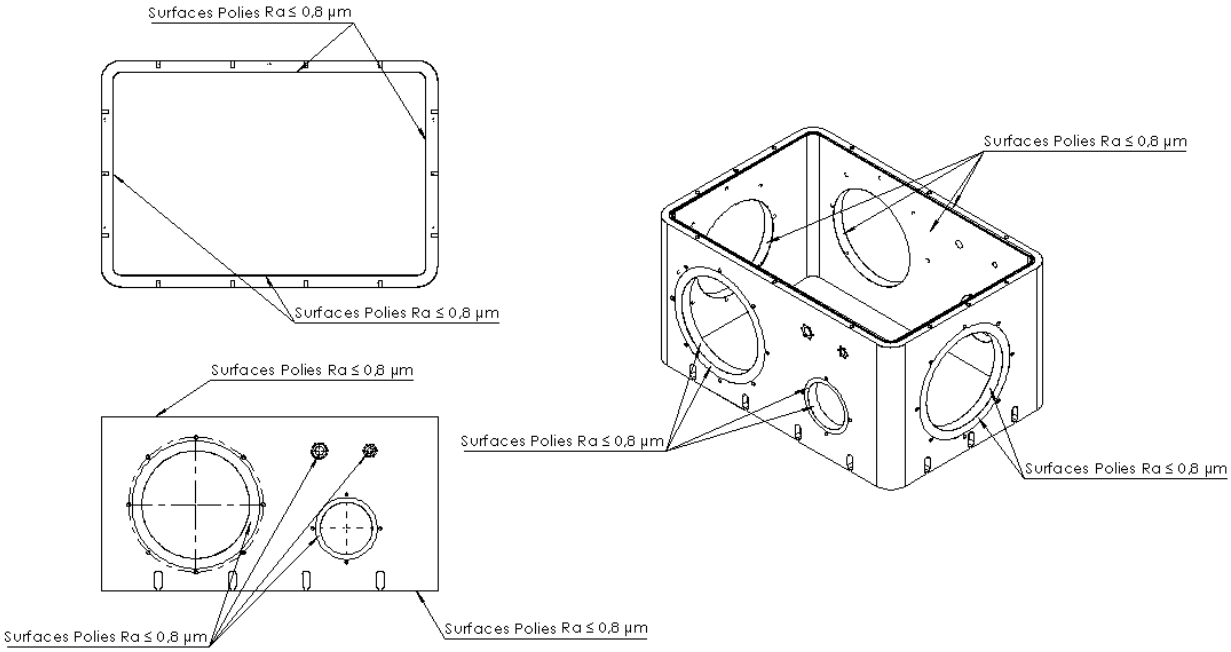
- **La Base-cuve mère** (Rep. 3), définie par le plan **LOA-LHE-TB003,** devra être fabriquée en **alliage d'aluminium 7075-T6**. Elle devra être **entièrement usinée dans la masse** ; aucun assemblage mécanique ni aucune soudure ne seront acceptés.
- Tous les taraudages devront être adaptés aux conditions d'utilisation et de montage afin de prévenir tout risque de grippage, de blocage ou de détérioration des vis lors des opérations d'assemblage et de démontage.
- Comme indiqué sur le plan et sur l'illustration ci-dessous, toutes les surfaces inférieures, ainsi que les bords et les contours des piquages, devront être polis. La rugosité de surface devra être de **Ra ≤ 0,8 µm.**



2.3. Parois-Cuve mère : La quantité à fournir est fixée à sept (7) exemplaires.

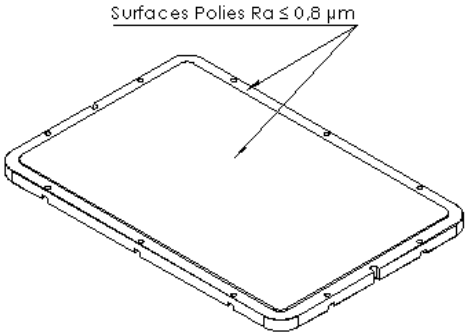
- La pièce **parois-cuve mère** (rep. 4), définie par le plan **LOA-LHE-TB004**, devra être fabriquée en alliage d'aluminium **7075-T6**. Elle devra être **entièrement usinée dans la masse** ; aucun assemblage mécanique ni aucune soudure ne seront acceptés.
- Tous les taraudages devront être adaptés aux conditions d'utilisation et de montage afin de prévenir tout risque de grippage, de blocage ou de détérioration des vis lors des opérations d'assemblage et de démontage.
- Tous les taraudages (rep. E) de type **M12 x 24** devront être réalisés avec des **inserts**.

- Comme indiqué sur le plan ainsi que sur l'illustration ci-dessous, l'ensemble des surfaces intérieures, supérieures et inférieures, ainsi que les bords et les contours des piquages, devront être polis. La rugosité de surface obtenue devra être **Ra ≤ 0,8 µm**.



2.4. Couvercle : La quantité à fournir est fixée à sept (7) exemplaires.

- **Le Couvercle** (rep. 6), définie par le plan **LOA-LHE-TB006**, doit être fabriqué en alliage d'aluminium **7075-T6**. Il devrait être **entièrement usinée dans la masse** ; aucun assemblage mécanique ni aucune soudure ne seront acceptés.
- Tous les taraudages devront être adaptés aux conditions d'utilisation et de montage afin de prévenir tout risque de grippage, de blocage ou de détérioration des vis lors des opérations d'assemblage et de démontage.
- Comme indiqué sur le plan ainsi que sur l'illustration ci-dessous, l'ensemble des surfaces inférieurs, devront être polis. La rugosité de surface obtenue devra être **Ra ≤ 0,8 µm**.



2.5. Tête de système d'accouplement : La quantité à fournir est fixée à cent (100) exemplaires.

- **La Tête de système d'accouplement** (rep. 10), définie par le plan **LOA-LHE-TB010**, doit être fabriquée en alliage d'aluminium **7075-T6**.

2.6. Écrou de système d'accouplement : La quantité à fournir est fixée à cent (100) exemplaires.

- **L'Écrou de système d'accouplement** (rep. 11), définie par le plan **LOA-LHE-TB011**, doit être fabriqué en alliage d'aluminium **7075-T6**.

2.7. Rondelle Spé M16 : La quantité à fournir est fixée à cent-soixante (160) exemplaires.

- **La Rondelle Spé M16** (rep. 12), définie par le plan **LOA-LHE-TB012**, doit être fabriquée en alliage d'aluminium **7075-T6**.

2.8. Breadboard : La quantité à fournir est fixée à sept (7) exemplaires.

- **Le Breadboard** (rep. 19), définie par le plan **LOA-LHE-TB019**, doit être fabriqué en alliage d'aluminium **7075-T6**. Il devrait être **entièrement usinée dans la masse** ; aucun assemblage mécanique ni aucune soudure ne seront acceptés.
- Tous les taraudages devront être adaptés aux conditions d'utilisation et de montage afin de prévenir tout risque de grippage, de blocage ou de détérioration des vis lors des opérations d'assemblage et de démontage.
- Comme indiqué sur le plan, l'ensemble des surfaces devront être polis. La rugosité de surface obtenue devra être **Ra ≤ 0,8 µm**.

2.9. Point : La quantité à fournir est fixée à sept (7) exemplaires.

- **Le Point** (rep. 24), définie par le plan **LOA-LHE-TB024**, doit être fabriquée en **Acier inoxydable type 316L**.

2.10. Plan : La quantité à fournir est fixée à sept (7) exemplaires.

- **Le Plan** (rep. 25), définie par le plan **LOA-LHE-TB025**, doit être fabriquée en **Acier inoxydable type 316L**.

2.11. Trait : La quantité à fournir est fixée à sept (7) exemplaires.

- **Le Trait** (rep. 26), définie par le plan **LOA-LHE-TB026**, doit être fabriquée en **Acier inoxydable type 316L**.

2.12. Pied de découplage : La quantité à fournir est fixée à vingt et un (21) exemplaires.

- **Le Pied de découplage** (rep. 28), définie par le plan **LOA-LHE-TB028**, doit être fabriqué en alliage d'aluminium **7075-T6**.

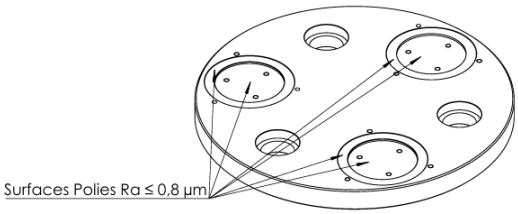
2.13. Base de Pied de découplage : La quantité à fournir est fixée à vingt et un (21) exemplaires.

- **La Base de Pied de découplage** (rep. 30), définie par le plan **LOA-LHE-TB030**, doit être fabriqué en alliage d'aluminium **7075-T6.**

2.14. Platine-Base : La quantité à fournir est fixée à sept (7) exemplaires.

- **La Platine-Base** (rep. 31), définie par le plan **LOA-LHE-TB031**, doit être fabriqué en alliage d'aluminium **7075-T6**.

- **Tous les taraudages devront être réalisés avec des inserts**. Ceux-ci devront être adaptés aux conditions d'utilisation et de montage afin de prévenir tout risque de grippage, de blocage ou de détérioration des vis lors des opérations d'assemblage et de démontage.
- Comme indiqué sur le plan ainsi que sur l'illustration ci-dessous, l'ensemble des surfaces des trois poches, aux hauteurs de 0,5 mm et 3,5 mm, devra être poli. La rugosité de surface obtenue devra être de **Ra ≤ 0,8 µm**.



2.15. Patte de fixation de la base : La quantité à fournir est fixée à vingt et un (21) exemplaires.

- **La Patte de fixation de la base** (rep. 32), définie par le plan **LOA-LHE-TB032**, doit être fabriquée en **Acier inoxydable type 316L**.

3. Conditions générales relatives à l'offre et au contrat :

3.1. Déroulement de l'offre :

La réponse à l'appel d'offres devra être transmise à **M. Wissem ETTISS** par courrier électronique à l'adresse « wissem.ettiss@ensta.fr », ainsi que par courrier postal.

Le prix proposé devra être détaillé et inclure l'ensemble des frais d'expédition, ainsi que les prestations de nettoyage et d'emballage des différents composants.

Les offres devront impérativement mentionner :

- Le numéro de l'avis de consultation ;
- La date d'établissement du devis ;
- Le délai de fabrication, exprimé en semaines, et/ou la date prévisionnelle de livraison sur le site de l'ENSTA Palaiseau ;
- La raison sociale du fournisseur ;
- La date de validité du devis.

3.1.1. Échanges :

Le fournisseur est invité à prendre contact avec le LOA afin de discuter du présent cahier des charges technique, dans le but d'éviter toute mauvaise interprétation avant la remise de son offre.

Par ailleurs, s'il estime que certaines dispositions de ce cahier des charges sont techniquement difficiles à réaliser ou présentent un coût excessif, il est libre de proposer des solutions alternatives. Ces solutions devront être clairement décrites dans l'offre, accompagnées de leurs justifications et de leurs avantages.

Le LOA se réserve le droit d'accepter ou de refuser ces solutions alternatives, sans avoir à motiver sa décision.

3.1.2. Offre de prix :

Le fournisseur devra présenter une offre de prix couvrant l'intégralité de la fourniture définie au chapitre 1.

Le LOA se réserve le droit de demander le détail de la répartition des coûts selon les différentes prestations.

3.1.3. Planning de livraison :

Le fournisseur devra proposer, dans son offre, un calendrier de réalisation et de livraison de la fourniture.

3.1.4. Sous-traitants :

Le fournisseur devra indiquer dans son offre la liste des éventuels sous-traitants auxquels il envisage de faire appel pour l'exécution des travaux.

Le LOA se réserve le droit de refuser tout ou partie de ces sous-traitants.

3.2. Exécution du contrat :

3.2.1. Responsabilités du titulaire :

La responsabilité du titulaire est limitée aux éléments décrits au paragraphe 2.

3.2.2. Suivi du contrat :

Le titulaire devra désigner une personne responsable de l'exécution du contrat et de l'ensemble des échanges avec le LOA. Le LOA se réserve le droit d'effectuer, au sein même des installations du titulaire, tous les contrôles qu'il jugera utiles aux différentes étapes de la fabrication et des contrôles.

3.2.3. Écarts par rapport au cahier des charges :

Si, après la signature du contrat, le titulaire constate qu'il a mal interprété le présent document, il ne pourra en aucun cas proposer de modifications. Il devra fournir les équipements conformément au présent cahier des charges technique, sans coût supplémentaire.

Pendant l'exécution du contrat, toute proposition de dérogation au présent cahier des charges ou à l'offre initialement remise par le titulaire devra être soumise au LOA par écrit. Le LOA se réserve le droit d'accepter ou de rejeter ces propositions, sans justification.

Le LOA se réserve également le droit de modifier le présent cahier des charges technique. Les conséquences de ces modifications devront faire l'objet d'une discussion et d'un accord mutuel entre le LOA et le titulaire.

3.2.4. Accès au site :

Le LOA pourra accéder au site de fabrication pendant toute la durée du contrat, durant les horaires normaux d'ouverture de l'entreprise titulaire.

4. Nettoyage et Contrôles :

4.1. Nettoyage :

À l'issue des opérations de fabrication, à l'exception de support de cuve mère (Rep. 2), les différents composants devront être nettoyés de manière à éliminer toute trace de contamination, de graisse, d'hydrocarbures ainsi que toute autre substance susceptible d'affecter le fonctionnement sous vide.

La procédure de nettoyage proposée devra être soumise au LOA pour approbation.

Après nettoyage, les différents composants devront être manipulés de façon à préserver leur état de propreté. Les raccordements devront être obturés afin d'éviter toute pollution extérieure.

4.2. Contrôle dimensionnel :

Le titulaire est responsable du respect des dimensions et des tolérances mécaniques définies sur les plans de référence.

Un contrôle dimensionnel des différents composants devra être effectué et un rapport de contrôle devra être transmis au LOA pour acceptation.

En cas de non-conformité, le LOA se réserve le droit de refuser le ou les composants et/ou d'exiger la reprise des travaux réalisés.

4.3. Inspection du LOA :

Le LOA devra être informé au minimum deux semaines avant la réalisation des contrôles dimensionnels.

Le LOA pourra assister à ces essais dans les locaux du titulaire.

5. Stockage, emballage et transport :

5.1. Stockage :

Le titulaire devra disposer d'une zone propre et sèche destinée au stockage des pièces.

5.2. Emballage et transport :

L'emballage des différentes pièces en vue de leur transport, est à la charge du titulaire. Il devra assurer une protection efficace contre la poussière, la pluie ainsi que contre tous les chocs pouvant survenir lors des opérations de manutention et de transport.

Tous les emballages deviendront la propriété du client.

Les opérations de chargement, de transport et de déchargement depuis les locaux du titulaire jusqu'au LOA sont à la charge du titulaire.

5.3. Réception :

La réception, sous réserve de la remise par le titulaire des documents de contrôle et d'essais prévus dans le présent cahier des charges, sera réalisée au LOA sur le site de l'ENSTA.

Elle interviendra au plus tard un mois après la date de livraison.

6. Contacts au LOA :

Le responsable du dossier au LOA est :

M. Wissem ETTISS « wissem.ettiss@ensta.fr »

ENSTA-LOA

Chemin de la Hunière

91761 Palaiseau Cedex

Fax : +33 (0)1 69 31 98 54

En cas d'absence :

M. Grégoire FABREGES « gregoire.fabreges@ensta.fr »

M. Julien GAUTIER « julien.gautier@ensta.fr »

7. Liste des documents annexés :

Les fichiers de définition (plans) des différentes pièces, ainsi que leurs modèles 3D au format **STEP**, sont regroupés dans une archive au format **ZIP** intitulée : **« LOA-LHE-TB »**

Cette archive est disponible sur demande.

8. Propriété intellectuelle et confidentialité :

L'ensemble des documents fournis demeure la propriété du client.

Toute reproduction est interdite sans l'autorisation écrite préalable du client.