

Compte rendu essai vide thermique pour la prestation CNES/BERTIN :  
Mesure de WFE - Télescope Céramique compact

# Compte Rendu Essai Vide-Thermique

## Prestation CNES / BERTIN :


### Mesure WFE en vide - thermique

### Télescope céramique compact

Essai Vide-Thermique du 30/08/2024 au 06/09/2024



**Compte rendu essai vide thermique pour la prestation CNES/BERTIN :  
Mesure de WFE - Télescope Céramique compact**

Rédigé par	Fonction	Date	Visa
Patrick Lanzoni	LAM - Responsable d'ESSAI V-T	06/09/2024	
Vérifié par	Fonction	Date	Visa
Approuvé par	Fonction	Date	Visa
Michael Carle	LAM - Responsable Plateforme SPATIAL		
Johan Floriot	LAM - Responsable Plateforme POLARIS		
Diego Le Gouz De Saint Seine	Bertin Technologies		
Laure Oudda	Chef de Projet		

### Liste de distribution

Nom		Entreprise / Laboratoire	Edition / Révision						
			1.0						
Emmanuel Grassi	EG	LAM SCQS	<b>X</b>						
Patrick Vors	VP	LAM SCQS	<b>X</b>						
Anne-Sophie Hutter	ASH	LAM SCQS	<b>X</b>						
Rudy Barette	RB	LAM SCQS	<b>X</b>						
Mickael Carle	MC	LAM SCQS	<b>X</b>						
Christophe Fabron	CF	LAM SCQS	<b>X</b>						
Johan Floriot	JF	LAM SO	<b>X</b>						
José Garcia		LAM BE/mécanique							
Patrick Lanzoni	PL	LAM SCQS	<b>X</b>						
Kjetil Dohlen		LAM SO							
Christian Surace	CS	LAM DT							
Diego Le Gouz De Saint Seine		Bertin Technologies	<b>X</b>						
Romain Burla		Bertin Technologies	<b>X</b>						
Laure Oudda		CNES	<b>X</b>						
Frédéric Zamkotsian		LAM GRD							

Compte rendu essai vide thermique pour la prestation CNES/BERTIN :  
Mesure de WFE - Télescope Céramique compact

## Sommaire

1. DOCUMENTS & ABREVIATION .....	5
1.1 ..... Document applicables .....	5
1.2 ..... Abréviations : .....	6
2. OBJECTIF .....	7
2.1 ..... Résumé de la demande .....	7
3. LE COL.....	8
3.1 ..... Présentation .....	8
3.2 ..... Sources de puissances froides.....	8
3.3 ..... Sources de puissances chaudes .....	8
3.4 ..... Logiciel.....	8
3.5 ..... Photos d'ensemble.....	9
4. PHASE DE PREPARATION / INTEGRATION:.....	10
4.1 ..... Modification de la configuration du Cryostat pour cet essai .....	10
4.2 ..... Affectation et mise en place des sondes de températures sur le spécimen .....	10
4.2.1     Tableau des sondes TC utilisées .....	10
4.2.2     Photo de l'ensemble spécimen / sondes TC.....	11
4.3 ..... Affectation des sondes du cryostat.....	12
5. INTEGRATION DU SPECIMEN SUR LA TABLE OPTO-THERMIQUE DU COL .....	12
6. COURBES VIDE-THERMIQUE DE L'ESSAI : .....	15

Compte rendu essai vide thermique pour la prestation CNES/BERTIN :  
Mesure de WFE - Télescope Céramique compact

## 1. DOCUMENTS & ABREVIATION

### 1.1 Document applicables

[DA1] LAM.ESS.COL.PRC.1048-1-3 Procédure d'Utilisation

[DA2] Manuel d'utilisateur de Winpilot n° AD

[DA3] LAM\_ESS\_099\_TEC\_000199\_8\_1\_WinPilot \_ Description \_ du \_ fonctionnement

[DA4] 2024 Prestation CNES-BT LAM.SCQS.COL.Procédure d'essai 2

[DA5] COL WFE CNES-BT\_24090202\_Enregistrements\_VT

[DA4] BERTIN Technologies Réf 011301-610-SP003-B

Compte rendu essai vide thermique pour la prestation CNES/BERTIN :  
Mesure de WFE - Télescope Céramique compact

## 1.2 Abréviations :

*(AC) : A confirmer*

*(AD) : A définir*

*AirC : Air comprimé*

*Auto : Automatique*

*B.Alim1 et B.Alim2 : Baie Alimentation1 et 2*

*B.P : Baie de puissance*

*BCC : Baie contrôle commande*

*BT : Bertin Technologies*

*Canal1 et Cana2: Canalisation pompage 1 et 2*

*COL : Cryostat Optique du LAM*

*Comp 1 : Compresseur 1 Tête froide*

*Comp 2 : Compresseur 2 Tête froide*

*Comp 3 : Compresseur 3Tête froide*

*Comp TF : Compresseur Tête froide*

*DT : Sonde diode silicium*

*GN2 : Gaz nitrogène (Azote)*

*Inter : Interrupteur*

*LAM : Laboratoire d'astrophysique de Marseille*

*Manu : Manuel*

*MLI : Multi Layers isolation*

*P.Cuve : Pression Cuve*

*P.PP1 : Pression pompe primaire*

*P.PP2 : Pression pompe primaire entretien PTM*

*P.PTM : Pression refoulement turbo-moléculaire*

*PP : Pompe primaire*

*PP1 : Pompe primaire 1*

*PP2 : Pompe primaire 2*

*PS : Pompe secondaire*

*PT100 : Sonde platine (100 Ohms à 0°C)*

*PTM : Pompe turbo moléculaire*

*SCQS : Service cryogénique et qualification spatiale*

*TC : Thermocouple Cuivre/Constantan*

*TF : Tête froide*

*VI : Vanne primaire*

*V2 : Vanne entretien PTM*

*V3 : Vanne secondaire*

**Compte rendu essai vide thermique pour la prestation CNES/BERTIN :  
Mesure de WFE - Télescope Céramique compact**

## 2. OBJECTIF

*Répondre à spécifications demandées dans le cadre de la prestation :*

### Mesure de WFE - Télescope Céramique compact

*Cette prestation est en collaboration entre le CNES, Bertin Technologies et les plateformes technologiques du LAM, SPATIAL et POLARIS.*

*Voir document [DA4]*

*L'essai vide-thermique se déroulera en salle ISO8 avec un des moyens de la plateforme SPATIAL : le COL, Cryostat Optique du LAM*

*Les mesures WFE seront obtenues avec un interféromètre de la plateforme POLARIS : modèle H1000.*

### 2.1 Résumé de la demande

*Les cycles thermiques vus par le télescope sont définis dans le tableau suivant :*

Paramètre	Niveau
Niveau de vide	10-6 mbar
Température	-10°C/+30°C
Tolérance température max	0/+3°C
Tolérance température min	0/-3°C
Nombre de cycles	4
Palier	30 min
Rampe de température	Inférieure à 10°C/min

*Un gradient sur l'environnement est tolérable durant les phases de montée et de descente en température.*

*L'important est que les paliers, mesurés au TRP soient atteints.*

*Le palier sera déclaré atteint par BT si les températures max et min sont dépassées au niveau du TRP.*

*Si le temps le permet, il sera possible de faire le dernier cycle poussé à -30 °C en température min.*

*Il est également possible, afin de limiter la présence de personnel sur site, de couper la régulation en température de l'enceinte après atteinte d'un palier. L'essentiel est que le télescope ait vu 4 cycles. Il est donc possible de rabouter des courbes en retirant les paliers de retour à la température ambiante après coupure de la régulation.*

Compte rendu essai vide thermique pour la prestation CNES/BERTIN :  
Mesure de WFE - Télescope Céramique compact

### 3. LE COL

#### 3.1 Présentation

*Le Cryostat Optique du LAM (COL) est situé géographiquement dans la zone 3 du grand hall d'essai de la plateforme spatiale du LAM.*

*Il se compose des éléments de bases suivants :*

- Une enceinte inox de 900 litres comprenant un fond de cuve, une virole, et couvercle bombée.
- Une ligne de pompage primaire
- Une ligne de pompage secondaire
- Trois vannes électropneumatiques
- Deux sources de puissances froides (Cryo-générateurs bi-étagés)
- Des sources de puissances chaudes

*Ce cryostat a pour objectif de caractériser des optiques de 330K à 30K sous vide secondaire, dans un volume utile suivant : Diamètre = 400mm Hauteur = 400mm. Ce volume se compose d'une table opto-thermique, d'une virole et son couvercle. Cet ensemble en aluminium est supporté par trois pieds en invar reliés à un banc optique amorti. Trois soufflets englobent ces pieds, ils permettent l'herméticité en vide et le désaccouplement vibratoire avec l'ensemble de l'enceinte.*

*Un écran externe en aluminium composé d'un fond d'écran, d'une virole et d'un couvercle, permet de couper le flux radiatif entre l'enceinte et l'écran interne.*

*Le COL avec ses écrans dispose d'un maximum de seize hublots permettant des mesures optiques dans différentes configurations.*

*Voir documentation du moyen : [DA1]*

*Voir documentation de l'essai : [DA4]*

#### 3.2 Sources de puissances froides

*Le refroidissement du Col repose sur l'utilisation de deux cryo générateurs bi-étagés de marque SUMITOMO.*

*Ces Cryo générateurs fonctionnent sur le principe Gifford-McMahon.*

*Ils se composent chacun d'un compresseurs hélium et d'une tête froides bi-étagés.*

#### 3.3 Sources de puissances chaudes

*Le chauffage est réalisé par des réchauffeurs de surface, de type Klayborn, Thermocoax.*

*Ces réchauffeurs sont agencés en fonction de la demande en puissance de chaque zone. L'installation dispose de 14 zones.*

#### 3.4 Logiciel

*La supervision, le contrôle et/ou la commande est fait via le logiciel Winpilot développé au LAM.*

*Voir documents : [DA2] et [DA3]*

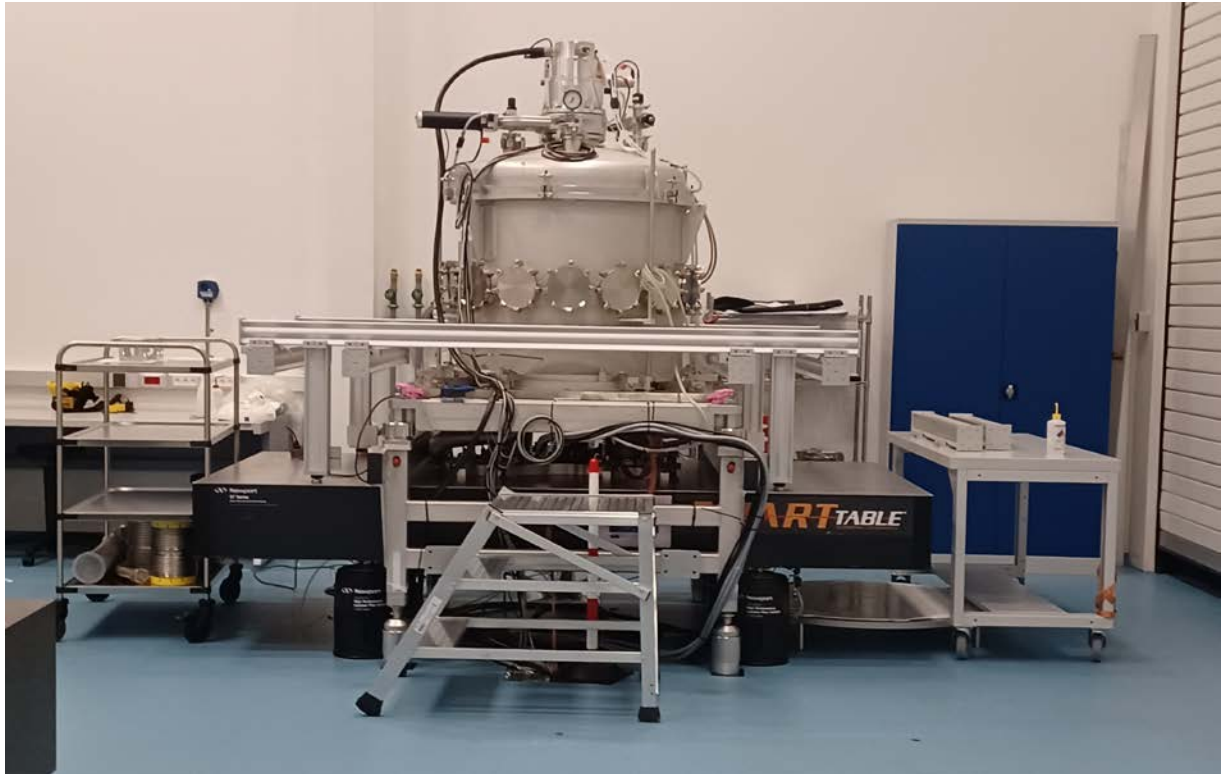
*Nom de la configuration Winpilot dédiée à l'essai : COL WFE CNES-BT\_24090202*

*Voir les Séquences et paramètres dans le document [DA3]*



Compte rendu essai vide thermique pour la prestation CNES/BERTIN :  
Mesure de WFE - Télescope Céramique compact

### 3.5 Photos d'ensemble.



*Installation dans le grand Hall zone3*



*Installation au sous-sol*

## 4. PHASE DE PREPARATION / INTEGRATION:

### 4.1 Modification de la configuration du Cryostat pour cet essai

- Ecran interne sans MLI
- Une tôle diamètre 100mm a été ouverte sur l'écran interne et une tôle diamètre 120mm sur l'externe.
- Un hublot optique diamètre 127mm (106mm utile) a été installé sur une DN160
- La PTM est refroidi avec un chiller indépendant
- L'interféromètre est monté sur le châssis optique en rails X95 de Newport et fixé sur la table optique externe

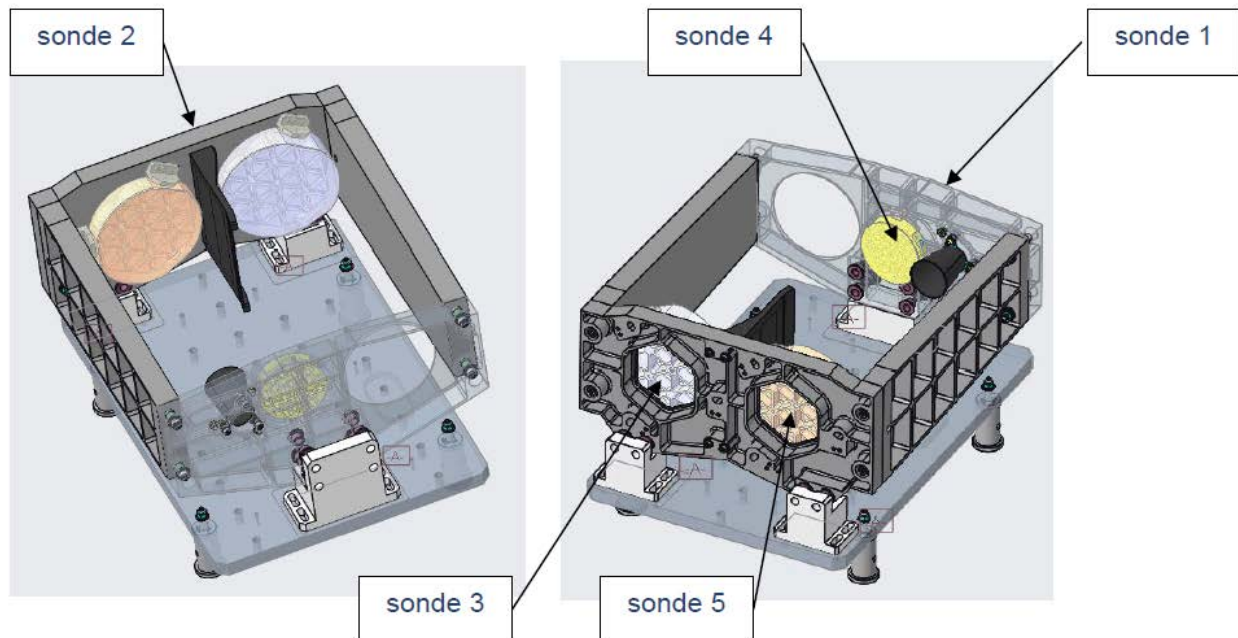
Note : Aucune tresse thermique n'a été installée sur la plaque d'interface ou le télescope.

### 4.2 Affectation et mise en place des sondes de températures sur le spécimen

#### 4.2.1 Tableau des sondes TC utilisées

Voici le tableau des sondes TC utilisées sur le spécimen suivant la demande de Bertin Technologies de disposer de 5 sondes à instrumenter sur le télescope.

Voir document : [DA4]

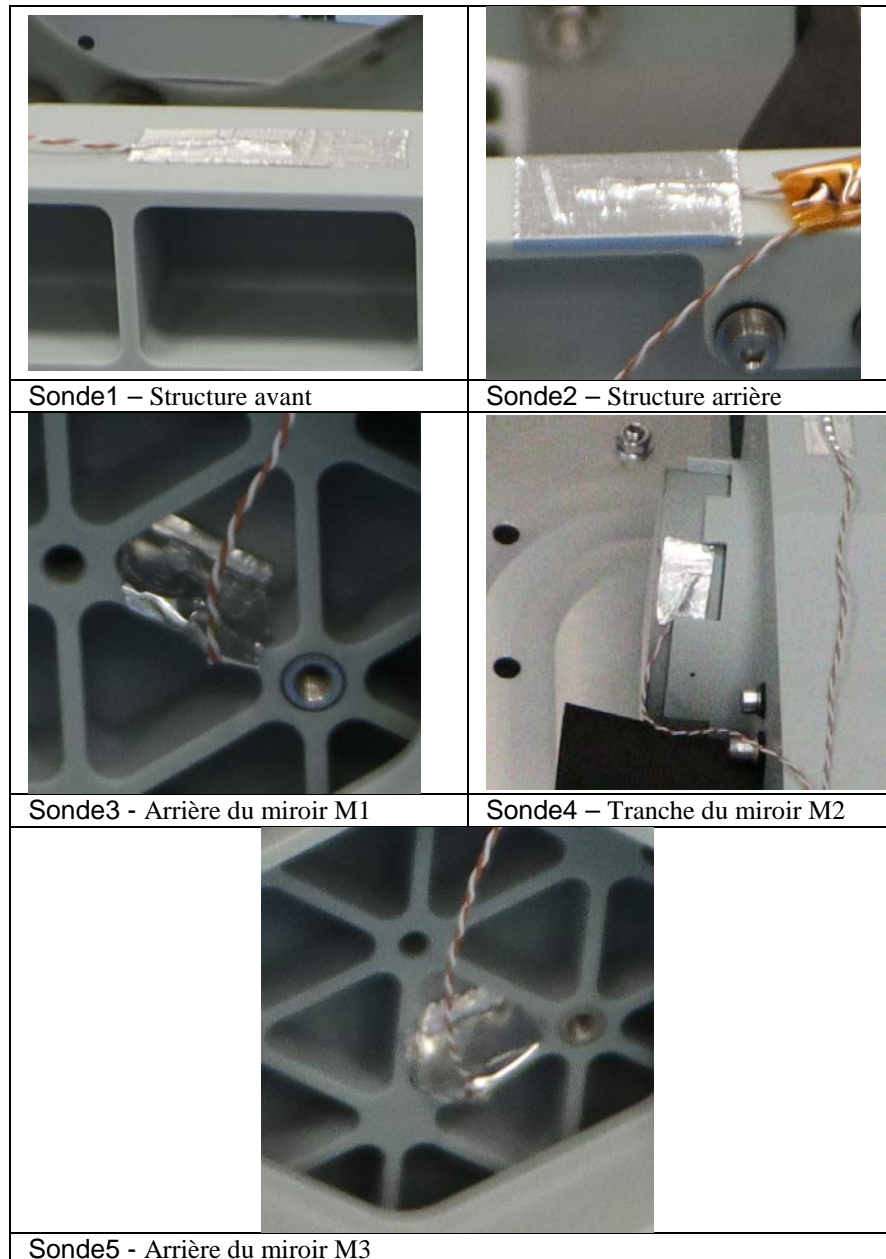


Nous avons identifié 7TC type T (cuivre/constantan) pour instrumenter le télescope, le LAM a ajouté 2 sondes sur la plaque d'interface :

Numéro des sondes	Positions	Numéro des TC	Noms configuration Essai Winpilot
Sonde1	Structure télescope	TC27	TC27_Sonde1
Sonde2	Structure télescope	TC13	TC13_Sonde2
Sonde3	Arrière du miroir M1	TC15	TC15_Sonde3
Sonde4	Tranche du miroir r M2	TC30	TC30_Sonde4
Sonde5	Arrière du miroir M3	TC18	TC18_Sonde5
Sonde6	Plaque d'interface	TC21	TC21_Sonde6
Sonde7	Plaque d'interface	TC22	TC22_Sonde7

Compte rendu essai vide thermique pour la prestation CNES/BERTIN :  
Mesure de WFE - Télescope Céramique compact

#### 4.2.2 Photo de l'ensemble spécimen / sondes TC



Compte rendu essai vide thermique pour la prestation CNES/BERTIN :  
Mesure de WFE - Télescope Céramique compact

### 4.3 Affectation des sondes du cryostat

Positions	Types de sondes	Numéro des Sonde	Noms configuration Essai Winpilot voir le fichier Excel associé
Cuve	Penning		P_Cuve_
Table opto-thermique	DT470	DT10	DT10_Table
Table opto-thermique	DT470	DT13	DT13_Table
Table opto-thermique	DT470	DT15	DT15_Table_centre
Ecran interne	DT470	DT16	DT16_Ecran_INT
Ecran interne	DT470	DT17	DT17_Ecran_INT
Ecran interne	DT470	DT18	DT18_Ecran_INT

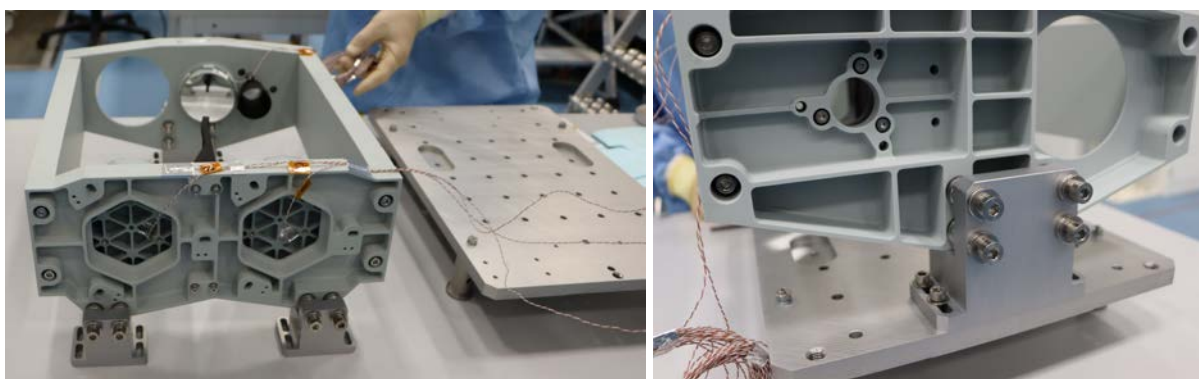
Note : Voir les valeurs dans le fichier Excel de l'essai. : [DA5]

## 5. INTEGRATION DU SPECIMEN SUR LA TABLE OPTO-THERMIQUE DU COL

L'intégration du télescope a été effectuée par Bertin Technologies et sous la responsabilité de Bertin Technologies.

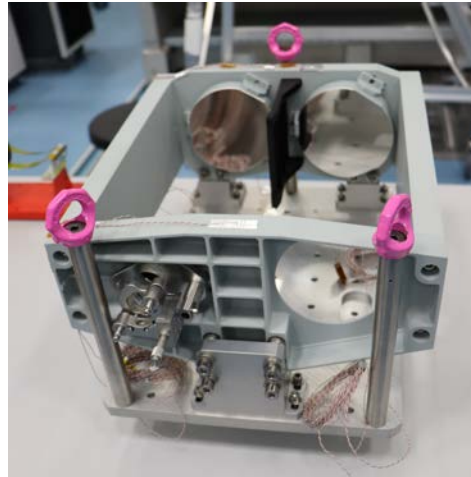
A la demande du LAM et validé par BT (voir photo ci-dessous et pages suivantes)

- 1 pied de la plaque d'interface a été fixé par une bride sur la table du COL, les 3 autres pieds sont libres.
- 1 vis (sur 12) des pieds liant le télescope à la plaque d'interface a été mis en place et serré par BT, BT a demandé au LAM d'enlever les 11 autres vis M6.



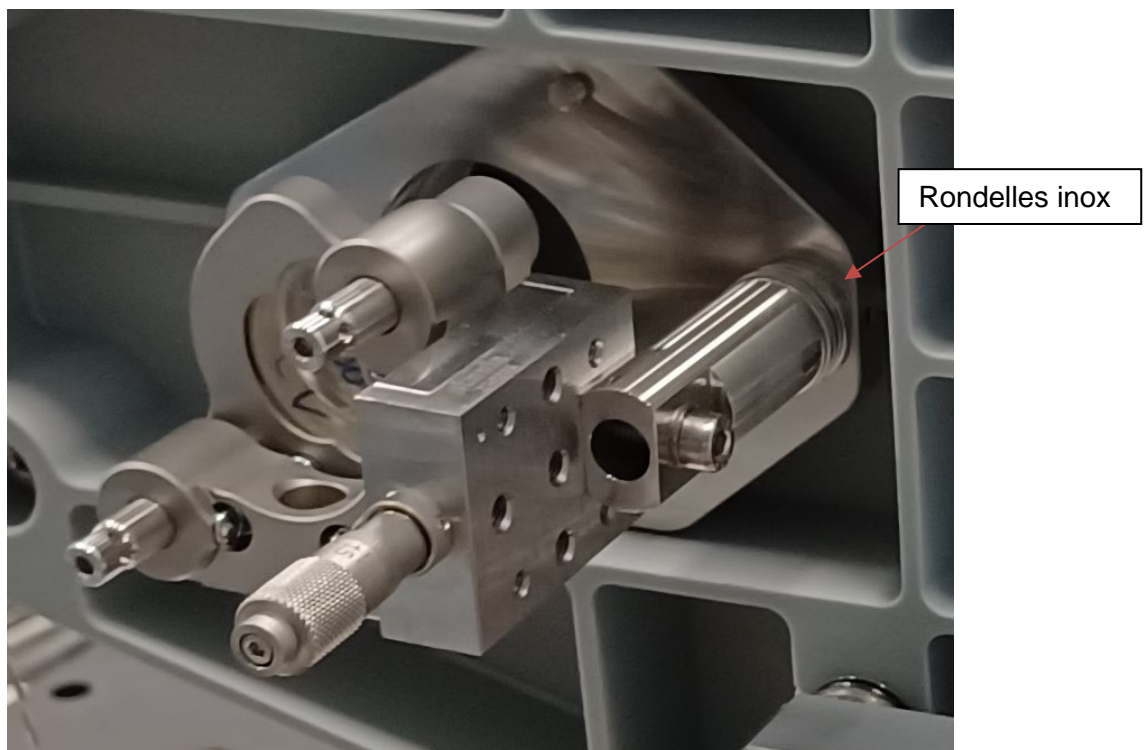


Compte rendu essai vide thermique pour la prestation CNES/BERTIN :  
Mesure de WFE - Télescope Céramique compact



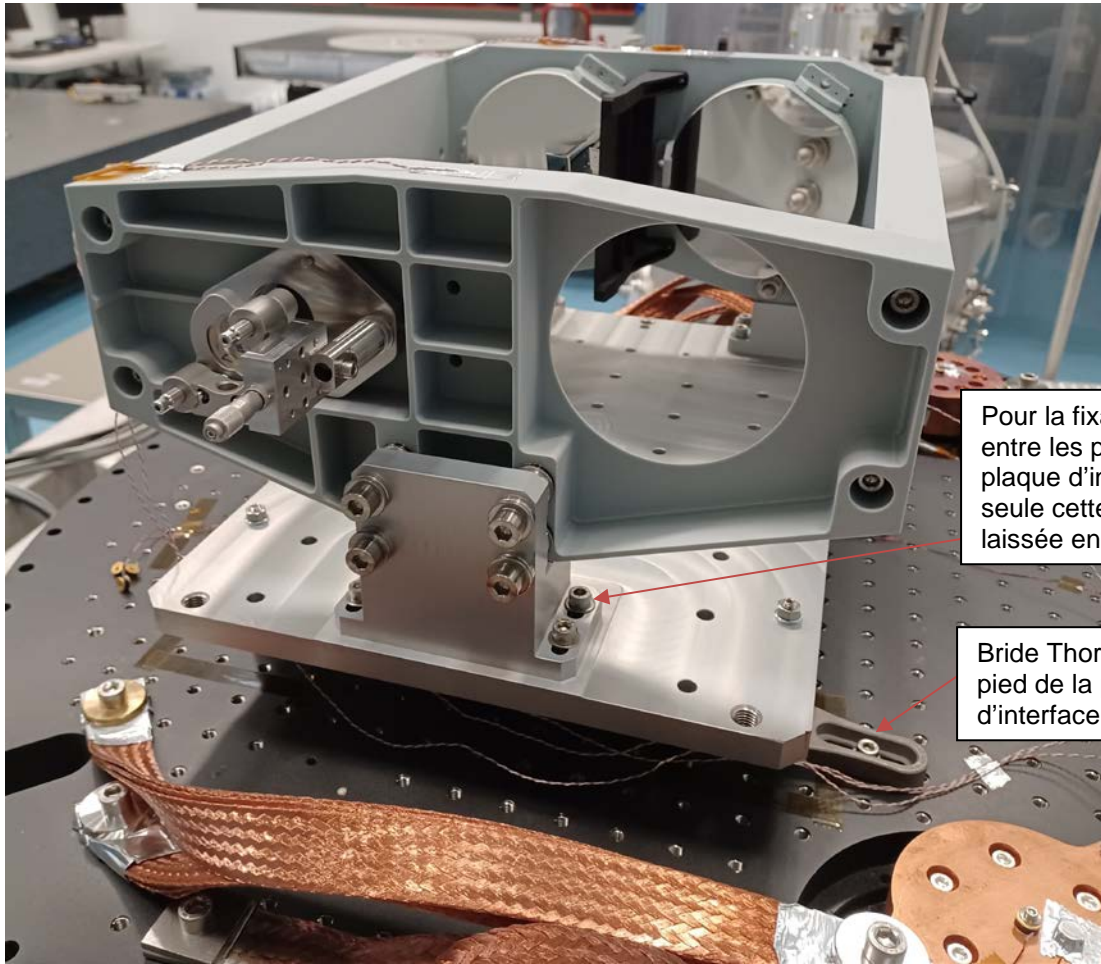
Préparation pour la manutention au pont

*Avec l'accord de Bertin un empilement de plusieurs rondelles en inox ont été rajouté pour obtenir la position correcte de la sphère de réglage, voir le paragraphe 5.4 sur le calibre dans le document BT [DA4]. Une épaisseur totale d'environ 7.6mm, valeur à confirmer par BT.*



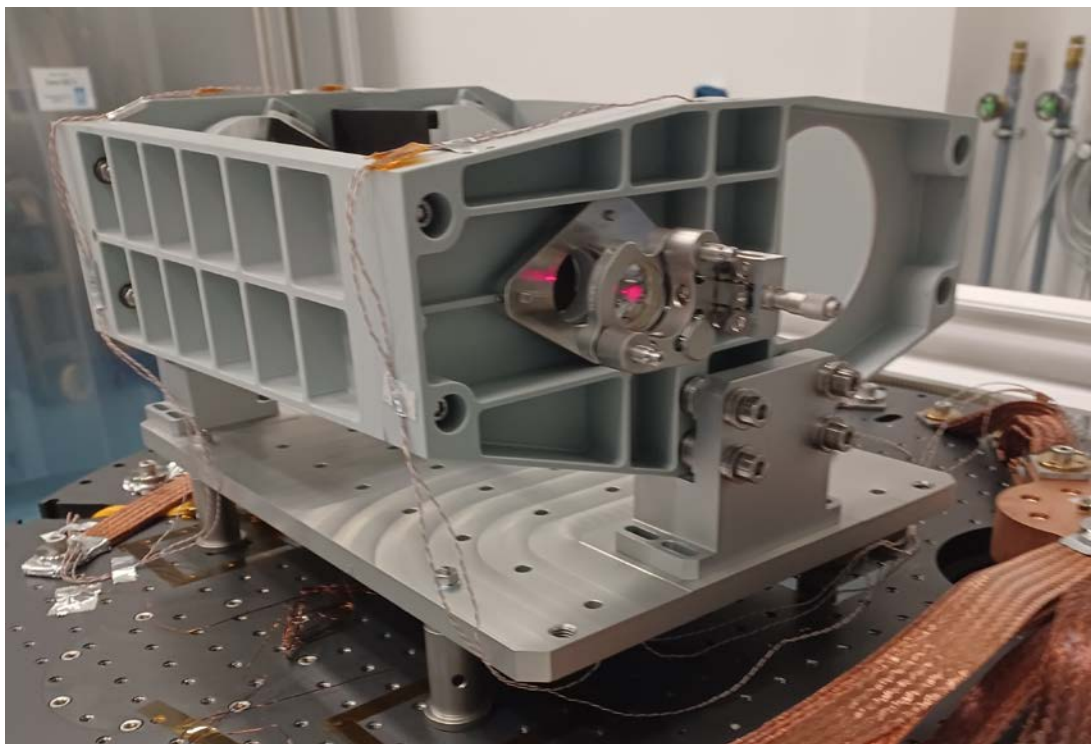
Rondelles inox

Compte rendu essai vide thermique pour la prestation CNES/BERTIN :  
Mesure de WFE - Télescope Céramique compact



Pour la fixation  
entre les pieds et la  
plaque d'interface  
seule cette vis a été  
laissée en place

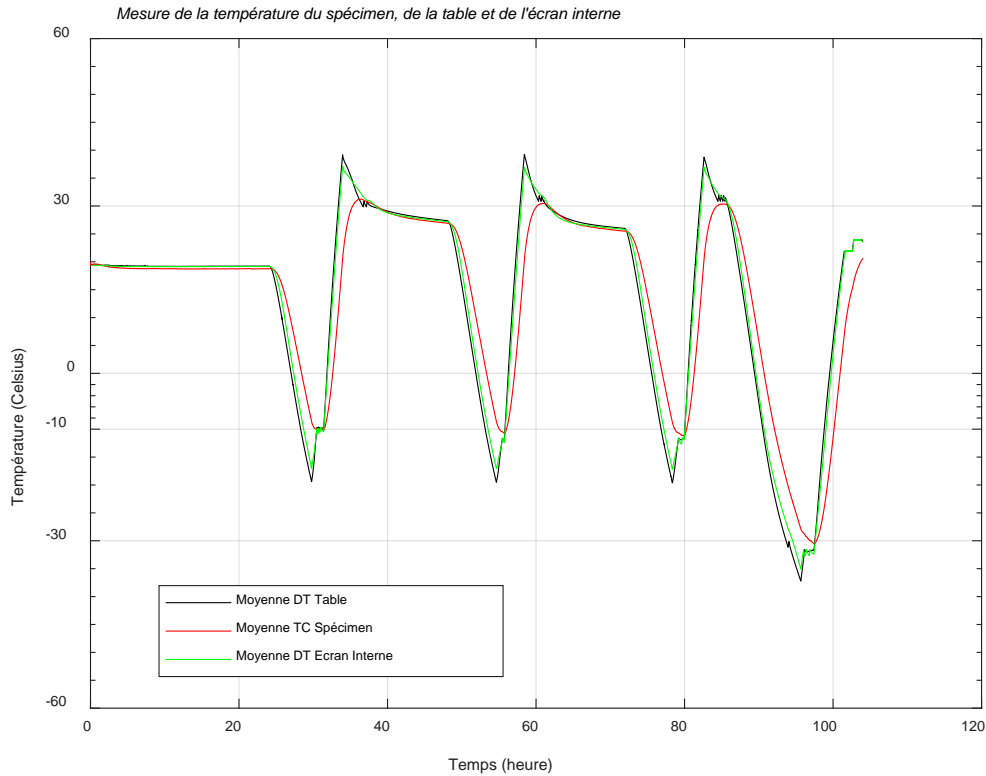
Bride Thorlabs sur 1  
pied de la plaque  
d'interface



Compte rendu essai vide thermique pour la prestation CNES/BERTIN :  
Mesure de WFE - Télescope Céramique compact

6. COURBES VIDE-THERMIQUE DE L'ESSAI :

COL : Petit Télescope CNES/BT du :02/09/2024



COL : Petit Télescope CNES/BT du :2/09/2024

Mesure de la pression de l'enceinte P.cuve

