	<b>MST-CAM</b>	<b>Ref. : 4683</b>
		Procédure de montage mécanique DU	<b>Ed. : 1</b> <b>Rev. : 1</b> <b>Date: 12/06/2025</b> <b>Page : 1/18</b>

## PROCEDURE de montage mécanique d'un DU



Préparé par	Institut	Vérifié par	Institut
Eric DELEAGE	UPS-FSI	Caroline STEPIEN	ALTEN for IRAP
Caroline STEPIEN	ALTEN for IRAP	Robin LARROCHE	SCOP&CO for IRAP

Validation	Fonction/Institut	Date	Signature
Baptiste MOT	Chef de projet FPM / NectarCam / IRAP		

Résumé	Ce document définit la procédure réalisée pour l'assemblage mécanique de l'unité de détection (DU) de la caméra NectarCAM.
--------	--



Mise à jour		
Version/révision	Date	Modifications
1/0	26/03/2025	Version initiale
1/1	12/06/2025	MAJ suite aux premiers montages

Acronymes			
FPM	Focal Plane Module / Module Plan Focal	PMT	Photo multiplier Tube
DU	Detector Unit	ESD	Electrostatic Discharge
UPS	Université Paul Sabatier	QM	Qualification Model / Modèle de Qualification
HVPA	High Voltage PreAmplifier	IRAP	Institut de Recherche en Astrophysique et Planétologie
FSI	Faculté Sciences et Ingénierie		

		<b>MST-CAM</b>	<b>Ref. : 4683</b>
		Procédure de montage mécanique DU	<b>Ed. : 1</b> <b>Rev. : 1</b> <b>Date: 12/06/2025</b> <b>Page : 2/18</b>

## 1 - TABLE DES MATIERES

2 -	Description et champ d'application .....	3
3 -	Environnement et précautions .....	3
4 -	Personnel .....	3
5 -	Suivi qualité .....	3
6 -	Fournitures .....	3
6.1	Fournitures et responsabilité de l'IRAP .....	3
6.2	Fournitures et responsabilités sous-traitant .....	3
7 -	Procédure .....	3
7.1	Personnel .....	4
7.2	Documentation requise .....	4
7.3	Outillage et consommables .....	4
7.4	Liste des composants pour l'assemblage .....	5
7.4.1	Assemblage mécanique des DU .....	5
7.4.2	Visserie .....	5
7.5	Liste des opérations .....	6
7.5.1	Vérifications .....	6
7.5.2	Assemblage des modules de détection DU .....	7
7.6	Vérifications .....	18
7.6.1	Serrage des vis .....	18
7.6.2	Documentation .....	18
7.7	Validation et clôture de la tâche .....	18

		<b>MST-CAM</b>	<b>Ref. : 4683</b>
		Procédure de montage mécanique DU	<b>Ed. : 1</b> <b>Rev. : 1</b> <b>Date: 12/06/2025</b> <b>Page : 3/18</b>

## 2 - DESCRIPTION ET CHAMP D'APPLICATION

Ce document définit la procédure à suivre pour réaliser l'assemblage mécanique de l'unité de détection (DU) de la caméra NectarCAM. La procédure concerne l'assemblage des DU de la production série.

Ce document constitue une procédure interne IRAP et s'applique dans le cadre d'un câblage dans les locaux de l'IRAP.

## 3 - ENVIRONNEMENT ET PRECAUTIONS

Les conditions d'hygrométrie et de température devront rester maîtrisées.

Les plans de travail devront être protégés contre les décharges électrostatiques. Les opérateurs seront munis de bracelets ESD lorsque les étapes d'assemblage incluent la manipulation des différentes cartes électroniques qui entrent dans la composition d'un DU : cartes HVPA.

## 4 - PERSONNEL

Le personnel en charge de la tâche devra avoir une expérience en assemblage mécanique et être sensibilisé aux précautions requises pour la manipulation de cartes ou composants électroniques. L'activité sera suivie par un responsable qualité.

La liste du personnel sera indiquée dans le Tableau 1 : Liste du personnel.

## 5 - SUIVI QUALITE

Le travail se fera en conformité avec le plan d'assurance qualité du sous-traitant. Les anomalies et non-conformités détectées durant les différentes étapes de la procédure seront référencées dans la case "NC" du tableau décrivant la tâche. Une fiche d'anomalie ou de non-conformité correspondante sera rédigée.

Les fiches d'anomalie et non-conformité font partie de la fourniture du sous-traitant.

## 6 - FOURNITURES

### 6.1 Fournitures et responsabilité de l'IRAP

Les fichiers STEP seront fournis au titulaire par l'IRAP.



### 6.2 Fournitures et responsabilités sous-traitant

Le sous-traitant fournit à l'IRAP les modules de l'unité de détection (DU) conformément à la présente procédure. Les tests de vérification de la conformité aux spécifications et de caractérisation des performances des DU devront au préalable être effectués. Ces aspects ne sont pas couverts par le présent document.

La documentation générée pendant l'assemblage mécanique (procédure renseignée, fiches de non-conformité) fait partie de la fourniture du sous-traitant.

Le sous-traitant prend en charge l'approvisionnement des consommables et outillages. Ils sont listés dans le Tableau 3 : Liste des outillages et consommables pour la tâche.

## 7 - PROCEDURE

		<b>MST-CAM</b>	<b>Ref. : 4683</b>
		Procédure de montage mécanique DU	<b>Ed. : 1</b> <b>Rev. : 1</b> <b>Date: 12/06/2025</b> <b>Page : 4/18</b>

## 7.1 Personnel

Le personnel impliqué dans l'activité d'assemblage de l'unité de détection DU sera listé dans le Tableau 1 : Liste du personnel ou dans une fiche de tâche fournie en annexe.

**Tableau 1 : Liste du personnel**

Responsable tâche	Opérateurs	Responsable qualité

## 7.2 Documentation requise

Les plans d'ensemble des éléments de détection DU doivent être à disposition pour réaliser l'assemblage mécanique des DU. Les plans sont listés dans le Tableau 2 : Liste des documents.

**Tableau 2 : Liste des documents**

#	Référence	Version	Description	Visa	Rem
<b>D2</b>	CTA-MD-010102-000	D	Detector Unit Assembly	<input type="checkbox"/>	

## 7.3 Outillage et consommables

L'assemblage des DU nécessite uniquement de l'outillage à main classique. Des tournevis et embouts adaptés aux deux types de vis utilisées devront être disponibles :

- Tournevis et embout T7 pour vis M3 à tête à empreinte Torx®.
- Tournevis et embout hexagonal 2 mm pour vis M3 à tête six pans creux.

Le serrage est contrôlé et implique l'utilisation de tournevis dynamométriques.

**Tableau 3 : Liste des outillages et consommables pour l'activité d'assemblage des DU**

#	Identification/description	Visa	Remarque
T1	Gants non poudrés en coton, nitrile ou latex dissipatifs		
T2	Bracelet antistatique ou chaussures dissipatives		
T14	PC pour scan		
T15	Douchette pour scan		
T16	Tournevis dynamométrique à 0,3N.m		
T17	Tournevis dynamométrique à 0,6N.m		
T18	Tournevis et embout male Torx® T7		
T19	Tournevis et embout male six pans 2 mm		
T20	Douille femelle six pans creux 5 mm		

## 7.4 Liste des composants pour l'assemblage

### 7.4.1 Assemblage mécanique des DU

Les quantités indiquées dans le Tableau 4 : Liste des composants pour l'assemblage des DU sont les quantités pour l'assemblage d'un DU.

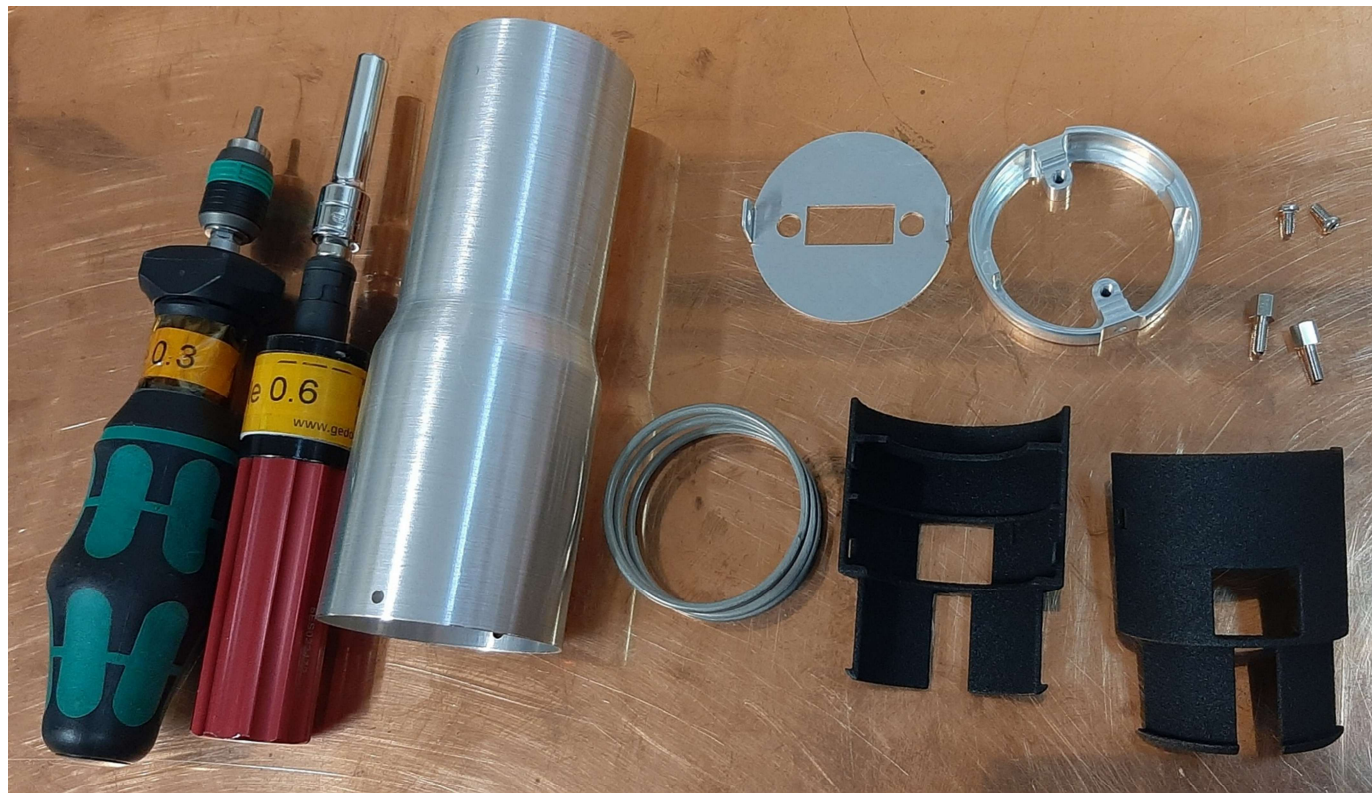
**Tableau 4 : Liste des composants pour l'assemblage des DU**

#	Quantité	Référence	Description	Visa	Rem
C1	1	CTA-010102-001	Detector Unit (HVPA+PMT)	<input type="checkbox"/>	
C2	1	CTA-010104-003	Connector Board Support Ring	<input type="checkbox"/>	
C3	2	CTA-010104-004	PMT Plastic Stand	<input type="checkbox"/>	
C4	1	DURY R67200	DU Compression Spring	<input type="checkbox"/>	
C5	1	CTA-010104-005	Detector Unit Tube	<input type="checkbox"/>	
C6	1	CTA-010104-006	Detector Unit Cap	<input type="checkbox"/>	
C7	2	304305040050	Entretoise hexagonale M/F M3-5	<input type="checkbox"/>	

### 7.4.2 Visserie

**Tableau 5 : Liste de la visserie**



#	Quantité	Référence	T9Description	Visa	Rem
F1	2	Vis BN 20146 M2.5x5	Vis à tête bombée à embase à six lobes internes M2.5x5	<input type="checkbox"/>	



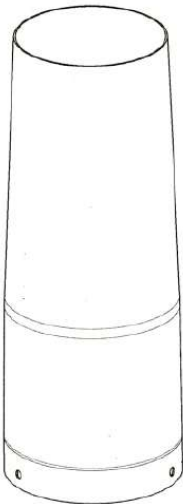
## 7.5 Liste des opérations

### 7.5.1 Vérifications

Description	OK/NOK /NC	Date/Nom /Rem
Vérifier que l'outillage listé dans le tableau 3 : Liste des outillages et consommables pour la tâche est disponible, fonctionnel et calibré.		
Vérifier que tous les composants listés dans les Tableau 4 : Liste des composants pour l'assemblage des DU et Tableau 5 : Liste de la visserie sont présents.		
Vérifier qu'il n'y a pas de non-conformité ouverte pour aucun des composants de la liste. Les composants pour lesquels des non conformités sont encore en cours de traitement ne peuvent pas être utilisés pour l'assemblage des DU.		
L'ensemble des PMT sera protégé par des capuchons en plastique positionnés sur leur zone active (photocathode). Ces capots de protection devront être laissés en place durant l'intégralité de la phase d'assemblage (et stocker tel quel).		

		MST-CAM	Ref. : 4683
		Procédure de montage mécanique DU	Ed. : 1 Rev. : 1 Date: 12/06/2025    Page : 7/18

## 7.5.2 Assemblage des modules de détection DU

Description	OK/NOK /NC	Date/Nom /Rem
Préparation		
Le port de gants non poudrés est obligatoire pour la manipulation du PMT. Mettre un bracelet antistatique lors de toute manipulation. Ou port de chaussures dissipatives		
S'assurer qu'il y ait le capuchon sur le PMT avant démarrage des activités		
Faire un kitting de toutes les pièces nécessaires au montage d'un DU. Ce kitting pourra prendre la forme d'un plateau permettant le cas échéant un positionnement de POKA YOKE notamment en ce qui concerne les vis et entretoises.		
<p>(Etape à consolider suite aux évolutions de design du tube)</p> <p>Identifier le tube CTA-010104-005 en collant 2 étiquettes d'identification :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La 1ere étiquette d'identification doit être à 30° d'un des trous à 2mm du bord haut</li> <li>La 2<sup>ème</sup> étiquette d'identification doit être à 180° de la 1<sup>ère</sup>. à 2mm du bord haut</li> <li>Un outillage sera éventuellement fourni par l'IRAP pour faciliter la mise en place de l'étiquette TBD</li> </ul> <div data-bbox="571 1285 754 1787">  </div> <p>Figure 1 : Mise en place de l'étiquette d'identification (photo non contractuelle) (en attente de livraison des nouveaux tubes pour consolider cette étape)</p>		

Montage des différents éléments

- MONTAGE dans la coquille.** Suivre les étapes suivantes:
- Positionner le PMT avec son circuit HVPA dans une des demi-coquilles en plastique CTA-010104-004 - PMT Plastic Stand (photos 1 et 2)
  - Le circuit flexible doit passer par la petite ouverture de la pièce et le QR code doit être visible. (photo 3)
  - La base du tube photomultiplicateur vient s'appuyer sur la couronne prévue à cet effet. (si applicable) (photo 4)
  - CS : On prendra soin de ne pas pincer le flex et de ne pas abîmer les composants en bord de carte.

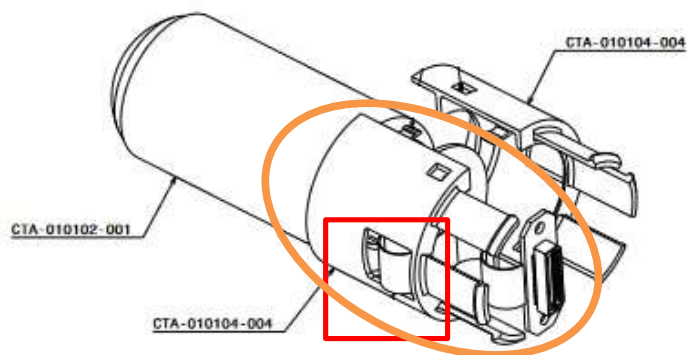


Figure 2 : mise en place de la première demi-coquille avec passage du flex

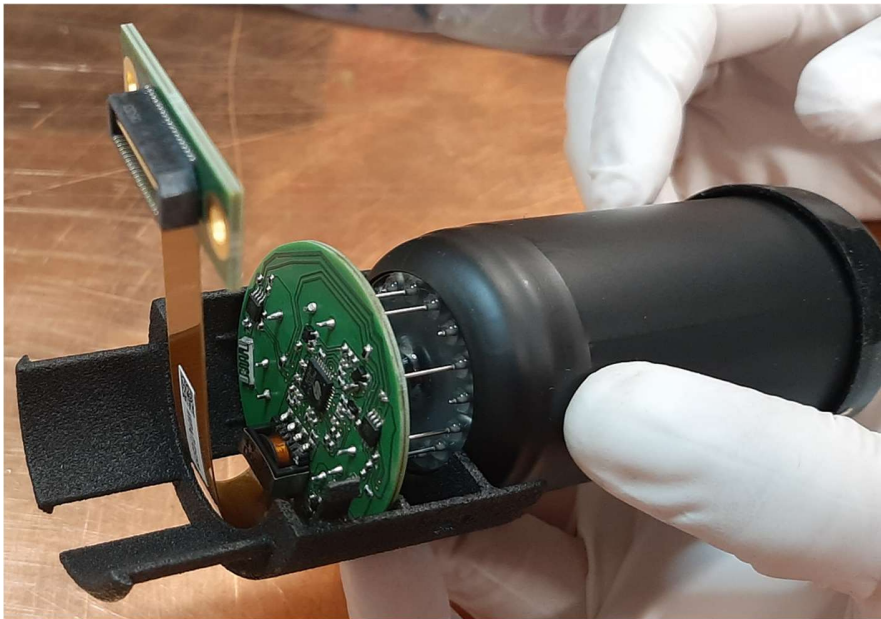
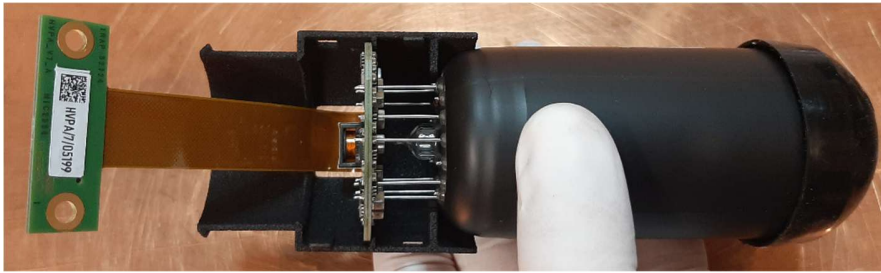


Photo 1 & Photo 2 : positionnement de l'ensemble HVPA/PMT dans la demi-coquille



Photo 3 : passage du flex dans l'encoche prévue à cet effet

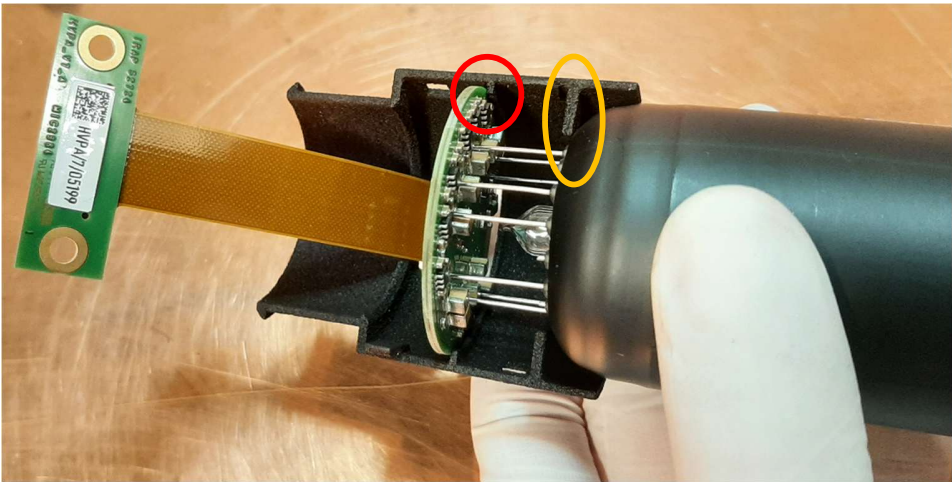


Photo 4 : le PMT et la carte HVPA repose sur les couronnes spécifiques dédiées

Encliqueter la deuxième demi-coquille CTA-010104-004 en prenant soin de ne pas pincer le flex.

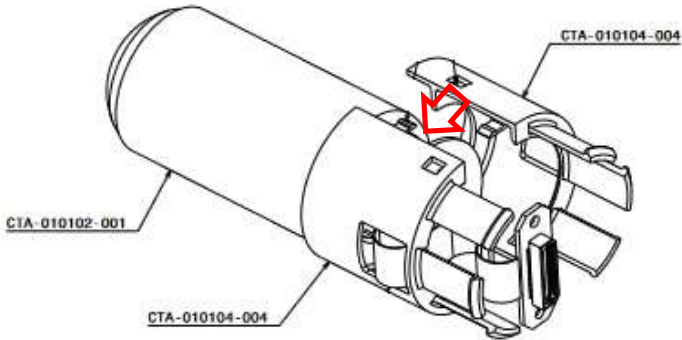
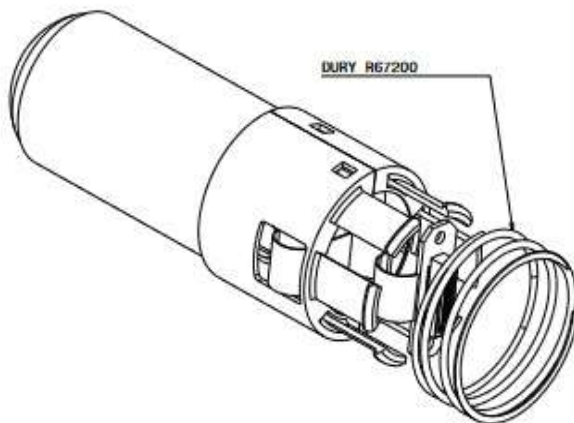


Photo 5 : encliquetage de la 2<sup>ème</sup> demi-coquille

Enfiler le ressort de compression (**DURY/R67200**) autour des pièces en plastique assemblées (**CTA-010104-004**)



**Photo 6 : mise en place du ressort**

Passer le circuit avec le connecteur SAMTEC dans la bague en aluminium CTA-010104-003 et encliqueter celle-ci dans les pièces en plastique.



Photo 7 : mise en place de la bague en aluminium

Fixation des entretoises :

Fixer le circuit sur la bague à l'aide de 2 entretoises hexagonale male-femelle RICHCO 304305040050.

Equiper le tournevis dynamométrique avec la douille hexagonale de 5 mm.

Serrer au couple de **0.6 Nm**.

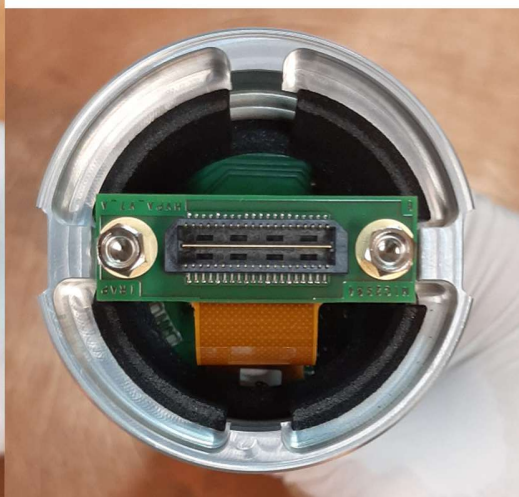
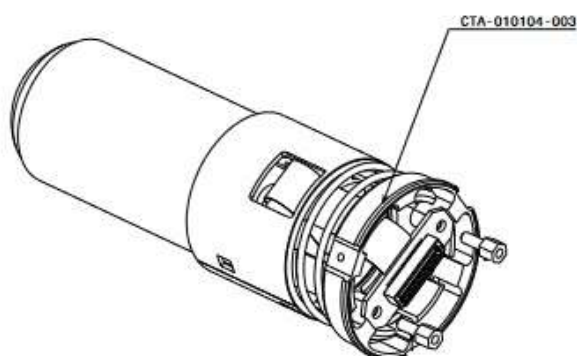


Photo 8 : fixation des entretoises

Passer le capuchon en aluminium CTA-010104-006 autour des entretoises et du connecteur SAMTEC

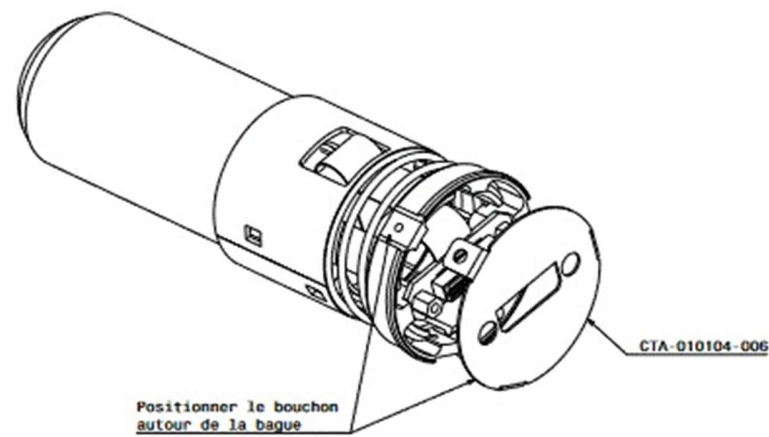


Photo 9 : positionnement du capuchon en aluminium

Montage du tube

Si l’identification PMT+ HVPA+ tube DU n’a pas été faite précédemment, la faire ici :

- Scanner le PMT (ou noter son n°)
- Scanner la carte HVPA associée
- Scanner le tube DU CTA-010104-005

N° PMT	Scan carte HVPA	Scan du tube DU CTA-010104-005

Recouvrir avec le **tube CTA-010104-005** en alignant les trous avec ceux du capuchon CTA-010104-006.



Solidariser avec **2 vis M2.5 x 5**

Equiper le tournevis dynamométrique avec l'**embout Torx TX7**

Et serrer les **vis au couple de 0.3 Nm**.

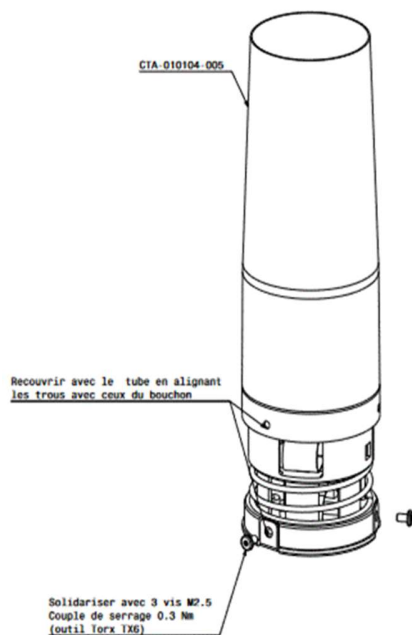




Photo 10 : montage du tube DU

 <small>astrophysique &amp; planétologie</small>	 <small>cherenkov telescope array</small>	<div>MST-CAM</div> <div>Procédure de montage mécanique DU</div>	<div>Ref. : 4683</div> <div>Ed. : 1</div> <div>Rev. : 1</div> <div>Date: 12/06/2025    Page : 17/18</div>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stocker proprement le DU jusqu'à la prochaine étape d'assemblage.</li> <li>• Prévoir une caisse dissipative avec un tapis de mousse propre pour recevoir 7 Dus.</li> </ul> <p>(pour préserver les PMTs de la poussière et de la lumière)</p>				

## 7.6 Vérifications

### 7.6.1 Serrage des vis

A l'aide du tournevis dynamométrique, vérifier que toutes les vis ont été correctement serrées au couple :

- 2 vis serrées au couple de 0.3 Nm sur le tube.
- 2 entretoises hexagonale serrées au couple de 0.6 Nm autour du connecteur Samtec

### 7.6.2 Documentation

Vérifier la documentation générée pendant la procédure d'assemblage mécanique : les étapes de la procédure doivent être visées, les non-conformités consignées, les fiches de suivies remplies.

## 7.7 Validation et clôture de la tâche

Non conformités	<input type="checkbox"/> Mineures	<input type="checkbox"/> Majeures
-----------------	-----------------------------------	-----------------------------------

Responsable Affaire	Responsable Tâche	Responsable Qualité