	<b>MST-CAM</b>	<b>Ref. : R4684</b>
		Procédure de câblage d'un DU : couplage PMT / HVPA	<b>Ed. : 1</b> <b>Rev. : 1</b> <b>Date: 31/03/2025</b> <b>Page : 1/21</b>

## PROCEDURE de câblage d'un DU : couplage PMT / HVPA

HVPA Vxx SN xxxxx + PMT xxxxx



Préparé par	Institut	Vérifié par	Institut
Caroline STEPIEN	ALTEN SO	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 de câblage des PMT sur les cartes HVPA ainsi que le procédé de tropicalisation de la carte HVPA.
--------	---



Mise à jour		
Version/révision	Date	Modifications
1/0	31/03/2025	Version initiale
1/1	30/06/2025	Modifications des descriptions de l'activité

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		

 <small>astrophysique &amp; planétologie</small>	 <small>cherenkov telescope array</small>	<b>MST-CAM</b> Procédure de câblage d'unDU : couplage PMT / HVPA	<b>Ref. : R4684</b> <b>Ed. : 1</b> <b>Rev. : 1</b> <b>Date: 31/03/2025    Page : 2/21</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 opérations .....	6
7.4.1	Vérifications .....	6
7.4.2	Assemblage des modules de détection HVPA sur PMT .....	6
7.5	Vérifications .....	21
7.5.1	Documentation .....	21
7.6	Validation et clôture de la tâche .....	21

		<b>MST-CAM</b> Procédure de câblage d'un DU : couplage PMT / HVPA	<b>Ref. : R4684</b> <b>Ed. : 1</b> <b>Rev. : 1</b> <b>Date: 31/03/2025</b> <b>Page : 3/21</b>
--	---	---	--

## 2 - DESCRIPTION ET CHAMP D'APPLICATION

Ce document définit la procédure à suivre pour réaliser le câblage du Photomultiplicateur (PMT) sur la carte HVPA ainsi que la tropicalisation de la carte HVPA pour une unité de détection (DU) de la caméra NectarCAM.

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. : R4684</b>
		Procédure de câblage d'unDU : couplage PMT / HVPA	<b>Ed. : 1</b> <b>Rev. : 1</b> <b>Date: 31/03/2025</b> <b>Page : 4/21</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. 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		

## 7.3 Outillage et consommables

L'assemblage des HVPA et PMT nécessite uniquement de l'outillage à main classique.

**Tableau 3 : Liste des outillages et consommables pour l'activité de soudure HVPA+PMT**

#	Identification/description	Visa	Remarque
T1	Gants non poudrés en coton, nitrile ou latex,		
T2	Bracelet antistatique		
T3	Fer à souder allant jusqu'à 390°C		
T4	Etain sans plomb SAC 305 (voir photo ci-dessous)		
T5	Flux pour soudure		
T6	Pinceau ou écouvillon pour application du flux (préférer l'écouvillon)		
T7	Pince coupante		
T8	Pince coupante à 1,6mm (Knipex)		
T9	Outillage montage PMT		
T10	Tube PVC ø40mm découpé		
T11	Alcool ISO pour nettoyage		
T12	Lampe UV		
T13	Lunette pour lampe UV		
T14	PC pour scan		
T15	Douchette pour scan		

		<b>MST-CAM</b>	<b>Ref. : R4684</b>
		Procédure de câblage d'unDU : couplage PMT / HVPA	<b>Ed. : 1</b> <b>Rev. : 1</b> <b>Date: 31/03/2025    Page : 5/21</b>

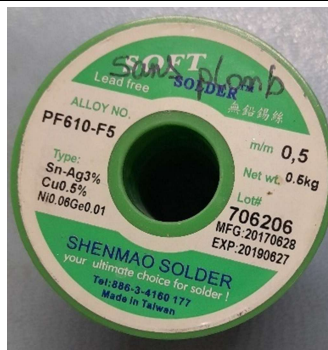




photo de l'étain sans plomb à utiliser

		<b>MST-CAM</b>	<b>Ref. : R4684</b>
		Procédure de câblage d'unDU : couplage PMT / HVPA	<b>Ed. : 1</b> <b>Rev. : 1</b> <b>Date: 31/03/2025</b> <b>Page : 6/21</b>

## 7.4 Liste des opérations

### 7.4.1 Vérifications

**Tableau 6 : Liste des opérations de vérification**

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 livrés tel quel).		

### 7.4.2 Assemblage des modules de détection HVPA sur PMT

**Tableau 7 : Liste des opérations assemblage HVPA sur PMT**

Description	OK/NOK /NC	Date/Nom /Rem
<b>Préparation</b>		
<b>Le port de gants non poudrés est obligatoire pour la manipulation du PMT.</b> <b>Mettre un bracelet antistatique lors de toute manipulation.</b>		
S'assurer qu'il y ait le capuchon sur le PMT avant démarrage des activités		
<u>PRESENTATION DE L'OUTILLAGE</u> Afin de s'assurer de la longueur reproductible des pins du PMT (et donc par conséquent de la distance entre PMT et carte HVPA) , un outillage de montage est nécessaire pour cette étape.		

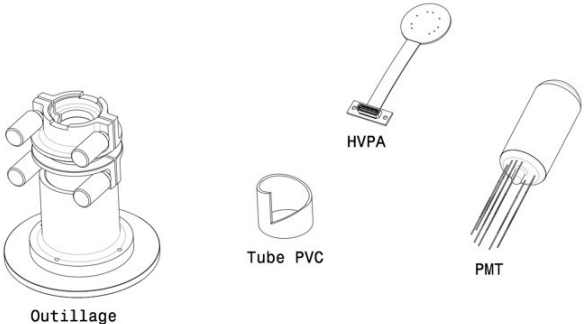

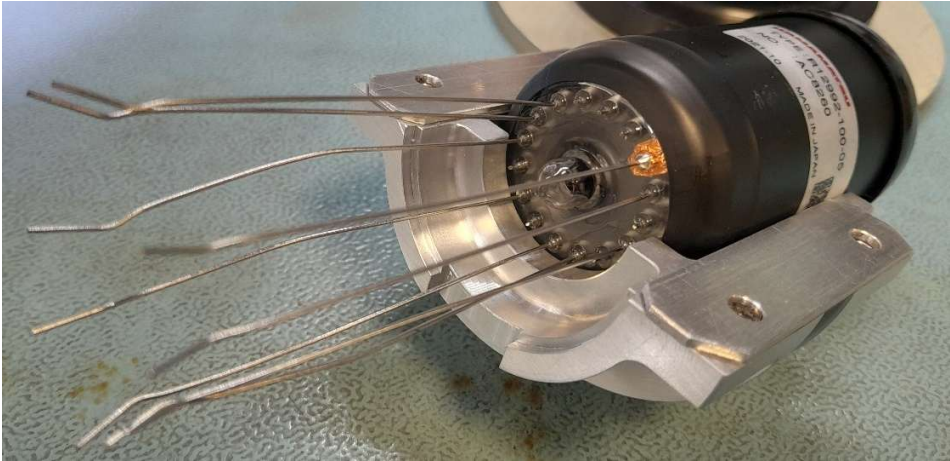
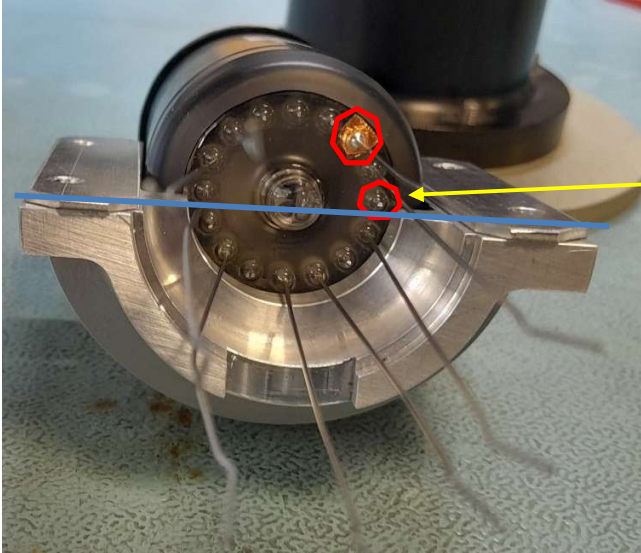
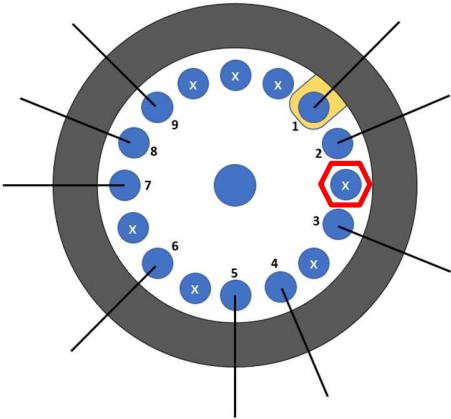
Description	OK/NOK /NC	Date/Nom /Rem
		
		

Figure 1 : Ensemble des pièces pour le montage du PMT et de la carte HVPA.

Montage de l'outillage		
Prendre la demi coque de l'outillage -partie avec filetage (avec les 2 cales collées) et le placer à l'horizontale		
Placer le PMT dans cette demi coque, <ul style="list-style-type: none"> <li>○ face étiquette visible-et anode vers le haut</li> <li>○ En calant le PMT contre la couronne</li> <li>○ Tel que défini sur la figure ci-dessous :</li> </ul>		
		

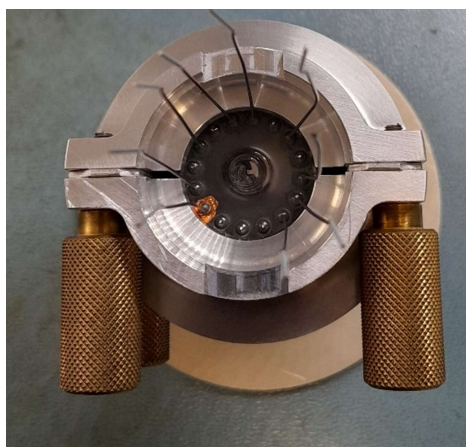
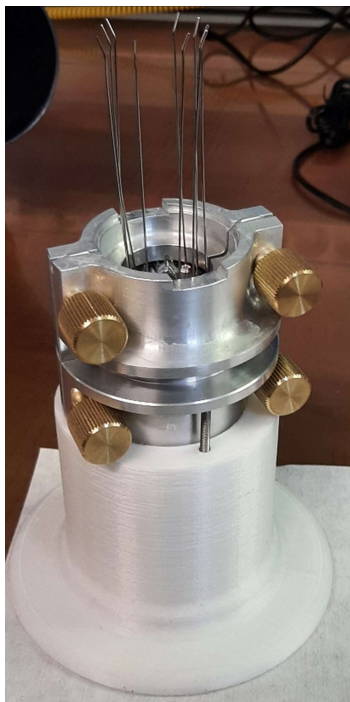
Description	OK/NOK /NC	Date/Nom /Rem
<div data-bbox="124 472 767 1023" data-label="Image">  </div> <div data-bbox="791 546 1080 719" data-label="Text"> <p>Pin coupée alignée à l'outillage (2<sup>ème</sup> pin après la pin dorée)</p> </div> <div data-bbox="140 1070 592 1487" data-label="Diagram">  </div> <p>Puis mettre la 2eme demi-coque sans filet dans les trous sur l'ensemble précédent.</p>		
<p>Visser les 4 vis moletées de l'outillage.</p> <p>S'assurer au cours du vissage que le PMT est bien plaqué au fond de l'outillage (contre la collerette) ;</p>		
<p>Vérifier qu'il y a une mousse antistatique au fond du support qui permet de sécuriser le PMT et de maintenir vers le haut le PMT.</p>		

## Description

OK/NOK  
/NC

Date/Nom  
/Rem

photos :



Positionner le tube en PVC coupé en colimaçon autour des pattes du PMT.

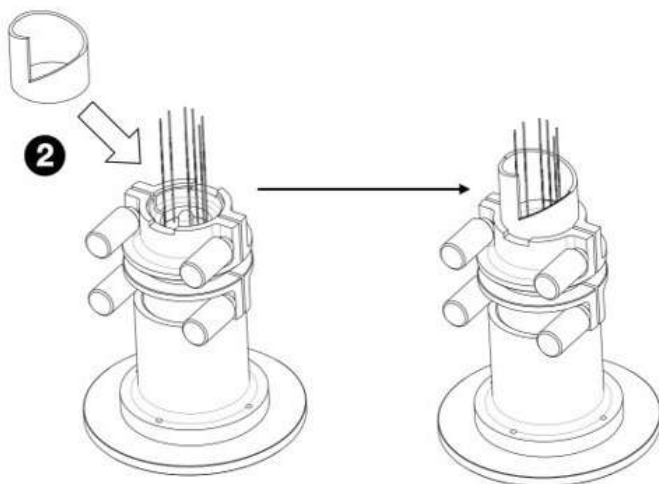

Couper les 9 pattes du PMT suivant la hauteur définie par le tube en PVC.  
Puis retirer le tube en PVC.

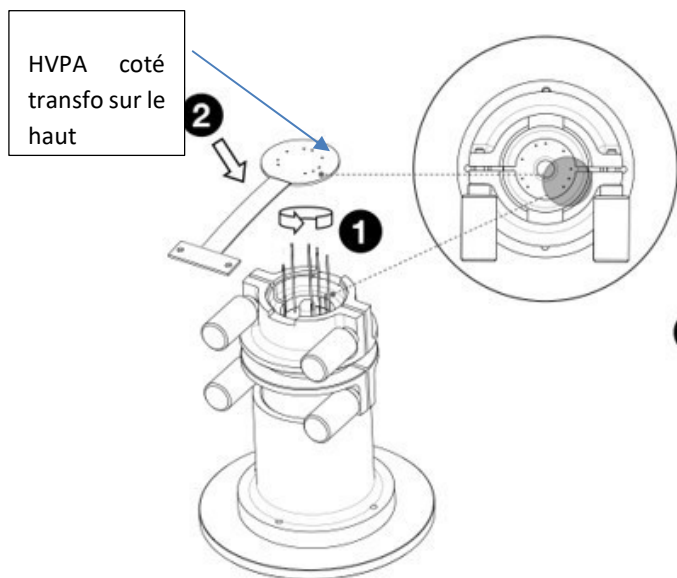
Figure 4 : Découpe des pattes du PMT :


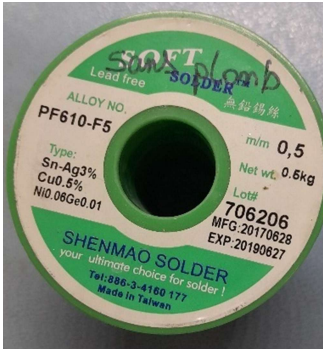

Description	OK/NOK /NC	Date/Nom /Rem
<div data-bbox="202 472 963 898">  </div> <div data-bbox="169 927 533 1653">  </div> <div data-bbox="549 1052 976 1653">  </div>		
<p>Prépositionner la carte HVPA : transformateur vers le haut et flex vers l'avant comme sur la figure ci-dessous</p> <p>Puis enfiler la carte HVPA sur les pattes du PMT en commençant par la patte la plus longue.</p>		

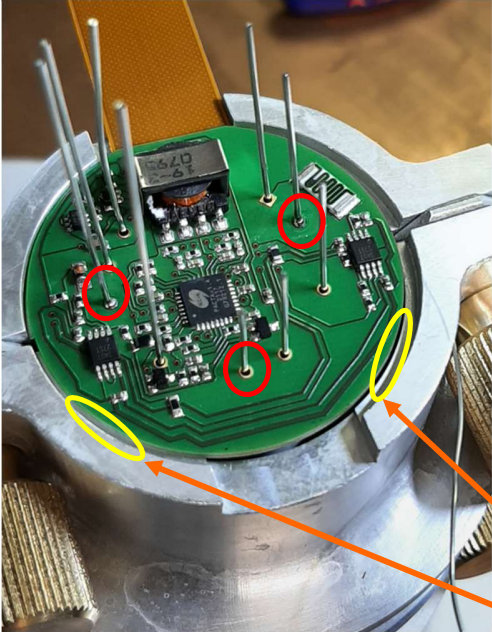
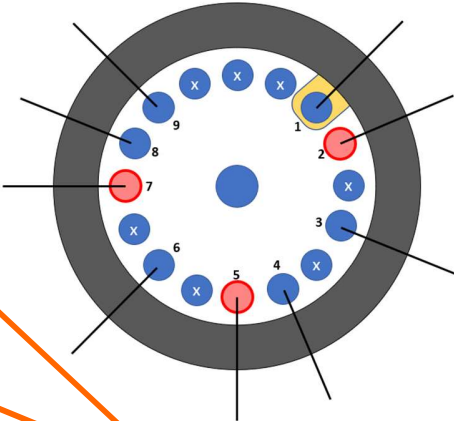

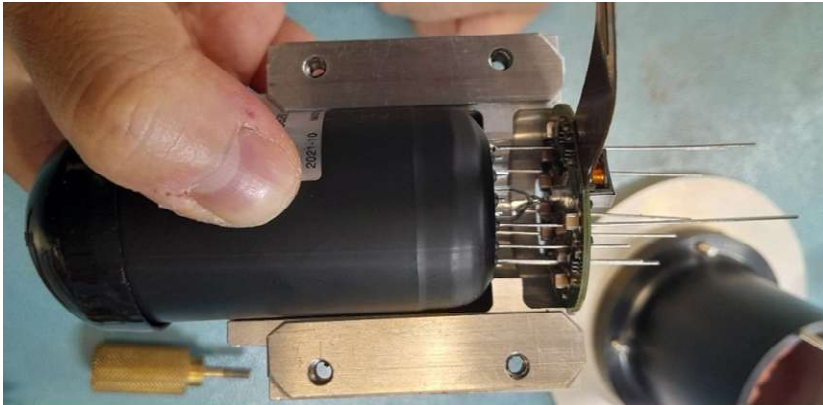
**Description**

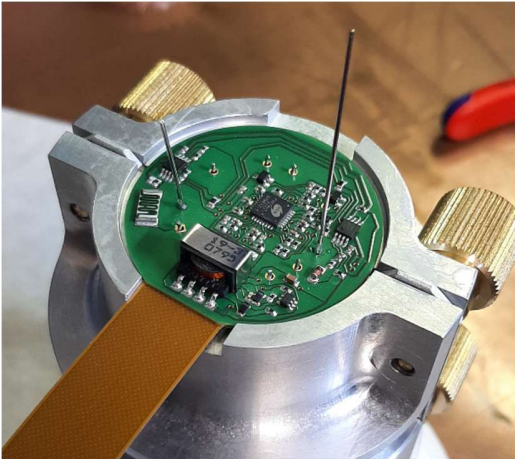
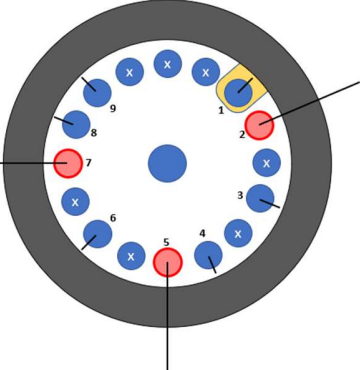
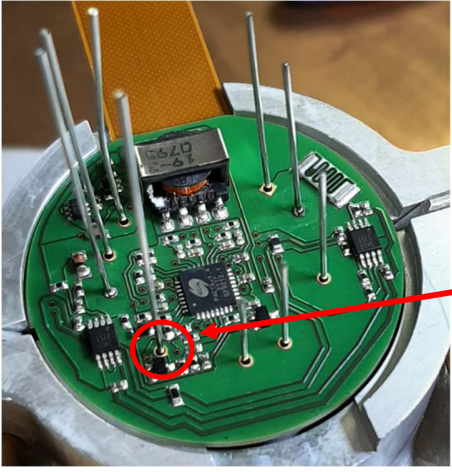

OK/NOK  
/NC



Date/Nom  
/Rem

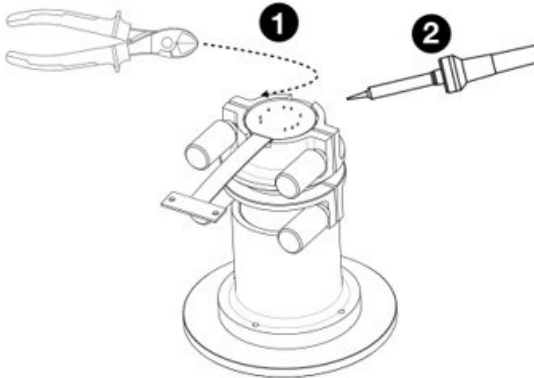
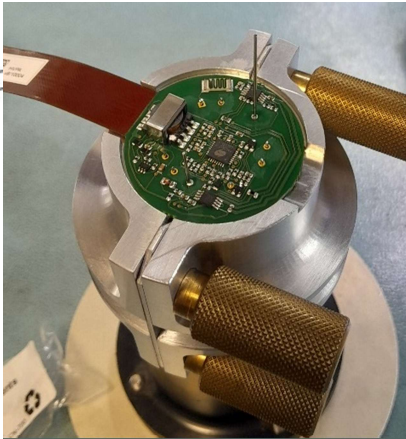
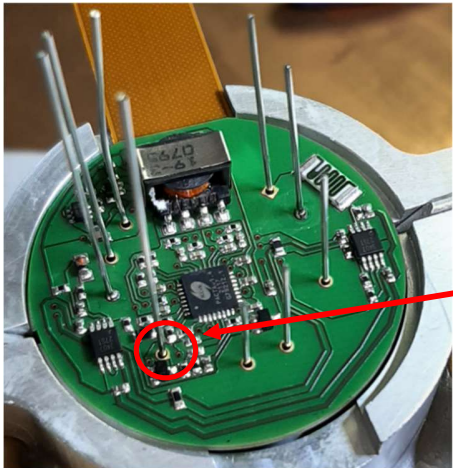




Description	OK/NOK /NC	Date/Nom /Rem
		
Bien positionner la partie ronde de carte HVPA horizontalement contre l'outillage et le flex sur le méplat.		
<b>Soudure PMT sur HVPA</b>		
Appliquer du flux sur les pattes à pointer.		
Régler le fer de l'IRAP à 380-390°C (cette température permet d'avoir un joint de brasage coté bottom) (pour information ,un essai à 350°C → température trop basse)		
Pointer sur 3 pattes opposées du PMT avec <b>soudure sans plomb</b> .		
 		

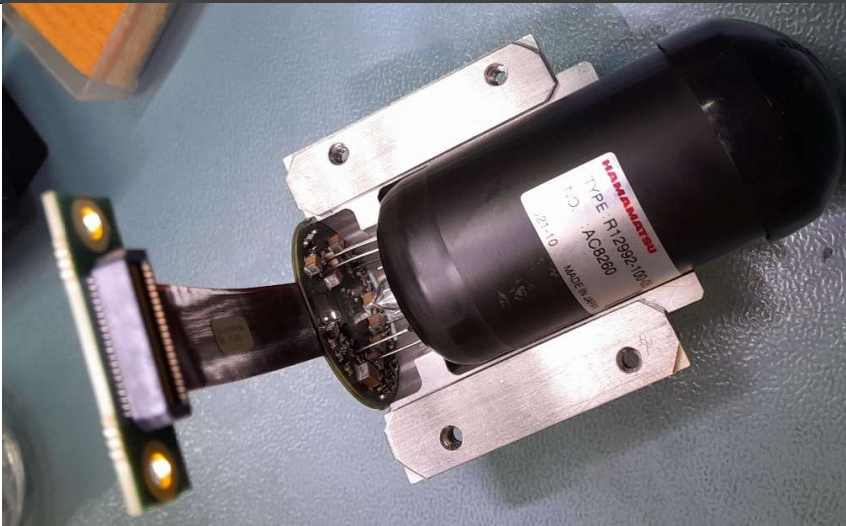
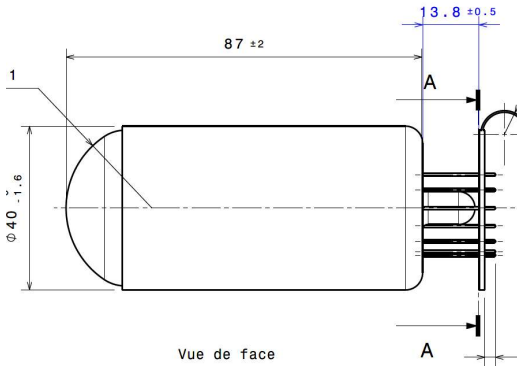
Description	OK/NOK /NC	Date/Nom /Rem
<div data-bbox="134 425 628 1055">  </div> <div data-bbox="644 627 1099 1046">  </div> <div data-bbox="126 1070 1074 1171"> <p> Durant l'opération de pointage, s'assurer que le PCB soit bien centré sur l'outillage pour éviter de vriller les pattes du PMT.</p> </div>		
<p>Démonter l'outillage afin de vérifier que le PMT soit correctement monté ( pas de pin qui twiste trop, et emplacement correct→ ceci permet de continuer l'activité sereinement.)</p> <div data-bbox="212 1328 1038 1731">  </div>		

Description	OK/NOK /NC	Date/Nom /Rem
<p><b>Attention : ne pas couper les pattes pointées.</b></p> <p>Couper les 6 pattes non pointées du PMT à environ 1.6 mm du PCB.</p>   <p><i>(photo non contractuelle : il manque la patte 5)</i> Ne pas couper les pattes pointées : 2, 5 et 7.</p>  <div data-bbox="673 1258 1114 1460" style="border: 1px solid red; padding: 5px;">  <p>Attention particulière lors de la coupe de cette patte qui se trouve à proximité de composants ! (patte 6)</p> </div>		
<p>Mettre du flux sur les pattes à souder.</p>		

 irap <small>astrophysique &amp; planétologie</small>	 cta <small>cherenkov telescope array</small>	<b>MST-CAM</b> Procédure de câblage d'unDU : couplage PMT / HVPA	<b>Ref. : R4684</b> <b>Ed. : 1</b> <b>Rev. : 1</b> <b>Date: 31/03/2025    Page : 15/21</b>
---	--	--	---

Description	OK/NOK /NC	Date/Nom /Rem
<p>Souder les pattes du PMT sur la carte HVPA avec du flux + soudure sans plomb avec un fer à souder à 390°C</p> <div data-bbox="135 544 671 920">  </div> <div data-bbox="676 517 1083 954">  </div> <p>(photo non contractuelle : il manque la patte 5)</p> <div data-bbox="122 1061 576 1527">  </div> <div data-bbox="676 1216 1118 1435" style="border: 1px solid red; padding: 5px;">        Attention lors de la soudure de cette patte, de ne pas endommager, déplacer, chauffer le composant à côté ! (patte 6)     </div>		
Puis couper les 3 pattes pointées 2, 5 et 7.		
Mettre du flux sur les pattes à souder.		

Description	OK/NOK /NC	Date/Nom /Rem
<p>Souder les pattes du PMT sur la carte HVPA avec du flux + soudure sans plomb avec un fer à souder à 390°C</p> 		
<p>Bien nettoyer la carte à l'aide d'alcool ISO et la souffler</p> <p> Vigilance à apporter aux fils fragiles du transfo : pas de pinceaux à poils rigides</p>		
<b>Retrait de l'outillage et vérification</b>		
Enlever l'outillage du support		
Poser à l'horizontale l'outillage		
<p>Dévisser les 4 vis moletées de l'outillage et enlever la demi-coque.</p> <p>Et retirer l'ensemble PMT + HVPA</p>		

Description	OK/NOK /NC	Date/Nom /Rem
		
<p>Effectuer les vérifications suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Que l'ensemble PMT et HVPA soient bien plaqué sur l'outillage</li> <li>○ qu'il y a des remontées de soudure à la bino coté bottom du PCB .</li> <li>○ Que la longueur 13.8+/-0.5 mm soit respectée.</li> </ul> <div data-bbox="387 1243 906 1608">  </div>		
Sécuriser les {HVPA-PMT} si l'étape suivante n'a pas lieu en suivant.		

**Identification**

Si nécessaire, effectuer l'identification des éléments montés, en utilisant la scannette prévue :

QR code de la carte HVPA	QR code du PMT associé

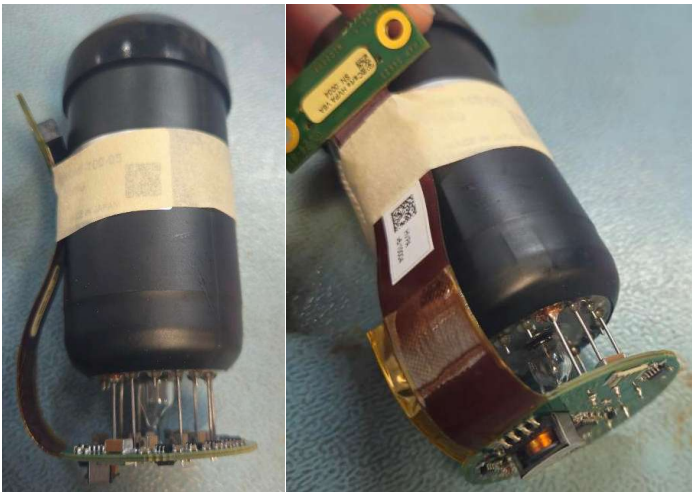
Ou remplir le fichier d'association des éléments.

**Tropicalisation**

Masquer

- le flex au kapton
- le connecteur au kapton

Fixer le flex avec du adhesif papier sur le PMT



Tropicaliser avec TROPICOAT 7361 ou équivalent (avec spec voir ci-dessous) par trempage de la carte.

3 trempages à 10 min d'écart sont nécessaires.



Infos de le spécification du produit (exemple AVR80 d'AB chimie):

- tension d'isolement 50kV/mm au minimum
- dépôt contrôlable par UV

**Attention le procédé peut changer suivant le produit utilisé.**

Trempage1 :



Trempage2 :

Trempage3 :

## VERIFICATION

Vérifier à la lampe UV + lunette de protection que le vernis a bien été déposé, sans en mettre sur le flex ni dans le SAMTEC.



 <small>astrophysique &amp; planétologie</small>	 <small>cherenkov telescope array</small>	<b>MST-CAM</b> Procédure de câblage d'unDU : couplage PMT / HVPA	<b>Ref. : R4684</b> <b>Ed. : 1</b> <b>Rev. : 1</b> <b>Date: 31/03/2025    Page : 20/21</b>
---	---	--	---

<b>Laisser sécher le vernis 24h.</b>   <div style="text-align: right;">         Début séchage :          Fin séchage :       </div>		
Après la phase de séchage, retirer délicatement le kapton en prenant soin de ne pas endommager le flex, ni la couche de vernis.		
S'assurer qu'il n'y a pas de présence de vernis dans le connecteur Samtec.		

## 7.5 Vérifications

### 7.5.1 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.

## 7.6 Validation et clôture de la tâche

Non conformités	<input type="checkbox"/> Mineures	<input type="checkbox"/> Majeures						
<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="212 869 624 907">Responsable Affaire</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="212 907 624 1090"></td> </tr> </tbody> </table>	Responsable Affaire		<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="624 869 1029 907">Responsable Tâche</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="624 907 1029 1090"></td> </tr> </tbody> </table>	Responsable Tâche		<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="1029 869 1370 907">Responsable Qualité</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1029 907 1370 1090"></td> </tr> </tbody> </table>	Responsable Qualité	
Responsable Affaire								
Responsable Tâche								
Responsable Qualité								