

N-ECAM	TITRE : N-ECAM – DESCRIPTION DU DESIGN REF.: EUL-NE-RP-1003 ISSUE : 1.1 DATE: 30.01.19 PAGE 1/27
---------------	--

N-ECAM – Description du design

<i>Préparé par :</i>	<i>Signature</i>
<i>Name:</i> <i>Institute:</i> <i>Date :</i>	
<i>Approuvé par :</i>	<i>Signature</i>
<i>Name:</i> <i>Institute:</i> <i>Date :</i>	
<i>Publié par :</i>	<i>Signature</i>
<i>Name:</i> <i>Institute:</i> <i>Date :</i>	

Contributeurs:

- L. Genolet
- I. Hughes
- R. Schnell
- M. Sordet

<h1>N-ECAM</h1>	TITRE : N-ECAM – DESCRIPTION DU DESIGN REF.: EUL-NE-RP-1003 ISSUE : 1.1 DATE: 30.01.19 PAGE 2/27
-----------------	--

Change Record

Issue	§	Page	Date	Observations	RIX
1.1			30.01.19	1st issue	

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯

Table des matières

1. GÉNÉRALITÉS	4
1.1 Objectif du document	4
1.2 Documents applicable	4
1.3 Documents de référence	4
1.4 Acronymes	4
2. DESCRIPTION DU DESIGN	5
2.1 Spécifications	6
2.2 Interface	6
2.3 Sous-ensemble cryocooler	8
2.3.1 <i>Design mécanique</i>	8
2.3.1.1 Cryocooler	9
2.3.1.1.1 Principe de fonctionnement	11
2.3.1.2 Structure de support	11
2.3.1.3 Système de suspension	12
2.3.1.4 Cryopompe	13
2.3.1.5 Écran radiatif	14
2.3.1.6 Refroidissement	14
2.3.1.7 Ligne de pompage	15
2.3.1.8 Visserie	16
2.4 Sous-ensemble cryostat	16
2.4.1 <i>Design mécanique</i>	16
2.4.1.1 Support CCD	17
2.4.1.2 Assemblage caloporteur	18
2.4.1.3 Écran radiatif	19
2.4.1.4 Diaphragme	20
2.4.1.5 Enceinte	20
2.4.1.6 Liaisons vissées	22
2.5 Traitement de surface	22
3. DESIGN ÉLECTRIQUE	22
3.1 Sous-ensemble cryocooler	23
3.1.1 <i>Sondes de température</i>	23
3.1.2 <i>Ventilateurs</i>	24
3.1.3 <i>Connecteurs</i>	24
3.2 Sous-ensemble cryostat	24
3.2.1 <i>CCD</i>	24
3.2.2 <i>Sondes de température</i>	25
3.2.3 <i>Réchauffeurs</i>	25
3.2.4 <i>Connecteurs</i>	26
3.2.5 <i>Carte de pré-amp</i>	27
3.2.6 <i>Flexibles</i>	27

1. GÉNÉRALITÉS

1.1 *Objectif du document*

Ce document décrit le design de la caméra N-ECAM

1.2 *Documents applicable*

no.	Nom du document	Numéro du document, Iss./Rev.
AD1		

1.3 *Documents de référence*

no.	Nom du document	Numéro du document, Iss./Rev.
RD01	ECL-NE-RP-1002	N-ECAM_dimensionnement_v1.0
RD02		
RD03		

1.4 *Acronymes*

EF	Éléments finis
----	----------------

2. DESCRIPTION DU DESIGN

La caméra N-ECAM est composée de 2 sous-ensembles :

Cryocooler (cadre bleu): il a pour but principal de maintenir le cryocooler, de limiter les vibrations transmises au reste de la caméra et d'assurer l'évacuation par convection les calories générées par le cryocooler.

Cryostat (cadre rouge): il contient le CCD et garantit des conditions de température et de pression optimales dans son enceinte tout en maintenant fermement le CCD.

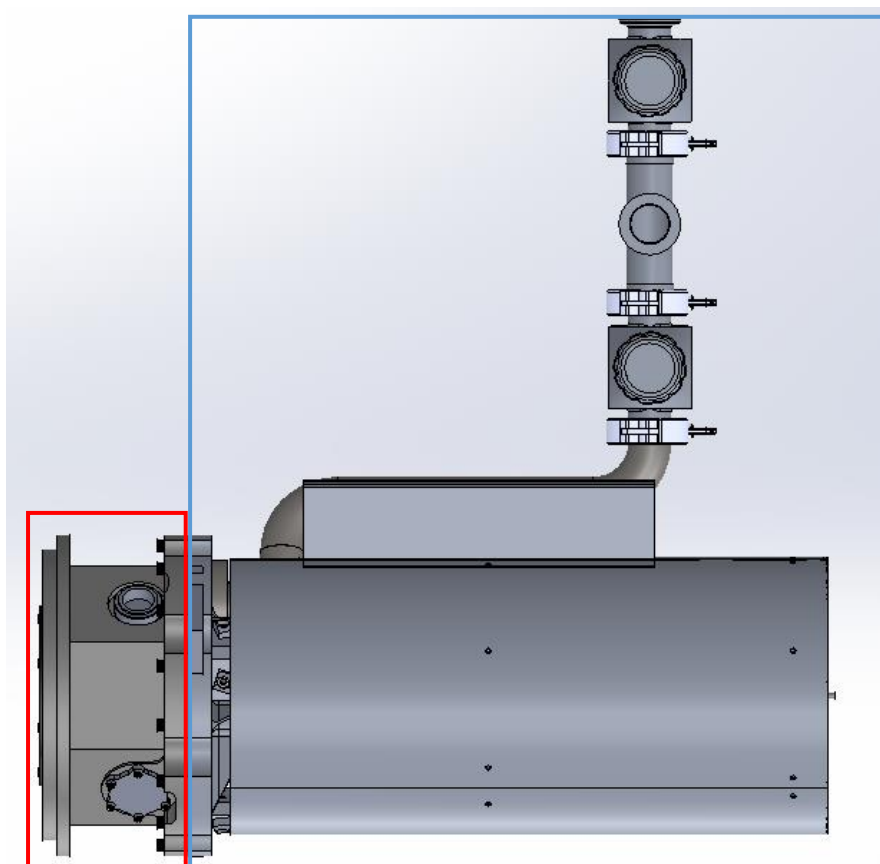


Figure 2-1: vue de N-ECAM

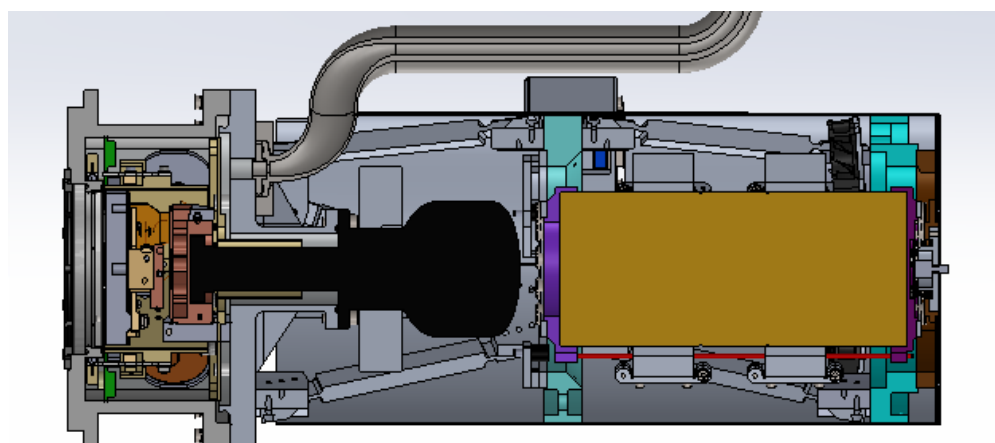


Figure 2-2: coupe de N-ECAM

2.1 Spécifications

Ci-dessous la liste des spécifications:

NE-SPEC-001 : N-ECAM et C2U doivent avoir les mêmes interfaces mécaniques et électriques

NE-SPEC-002 : N-ECAM utilise le CCD de C2U

NE-SPEC-003 : La position et l'orientation du CCD par rapport à l'interface mécanique doit être identique dans le design N-ECAM et C2U

NE-SPEC-004 : Les déplacements du CCD causés par la gravité et le changement d'élévation du télescope doit être inférieures à 15 microns (1 pixel)

NE-SPEC-005 : N-ECAM doit réutiliser l'interface électrique existante.

2.2 Interface

La caméra N-ECAM doit être montée au foyer Cassegrain du télescope suisse Euler. Il est entouré d'un châssis électronique limitant son accès.

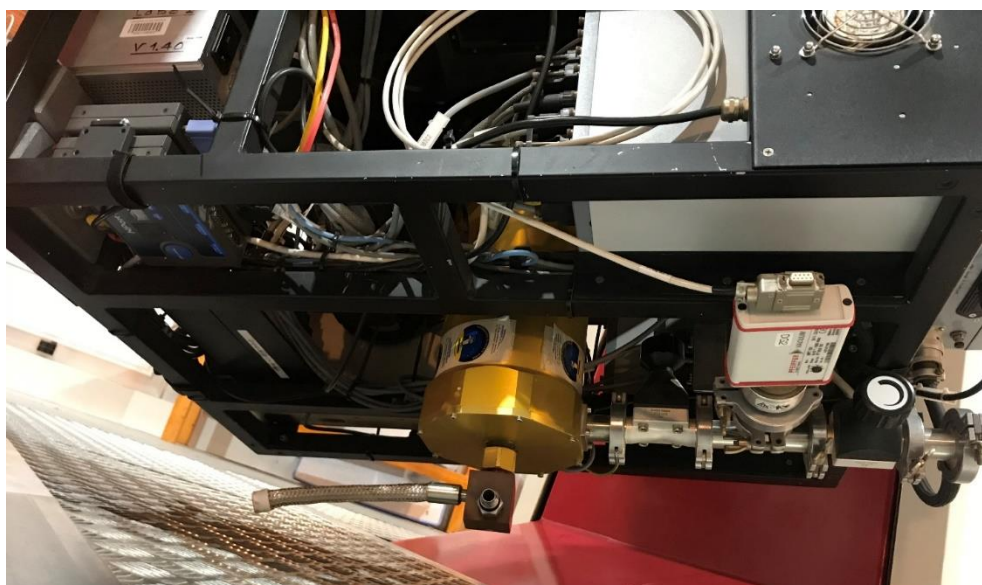


Figure 2-3: Photo de C2U entouré du châssis tournant

2.3 Sous-ensemble cryocooler

2.3.1 Design mécanique

Le sous-ensemble cryocooler est composé des éléments principaux suivants :

- cryocooler
- Structure de support
- Système de suspension
- Capotage
- Ventilateurs
- Ligne de pompage

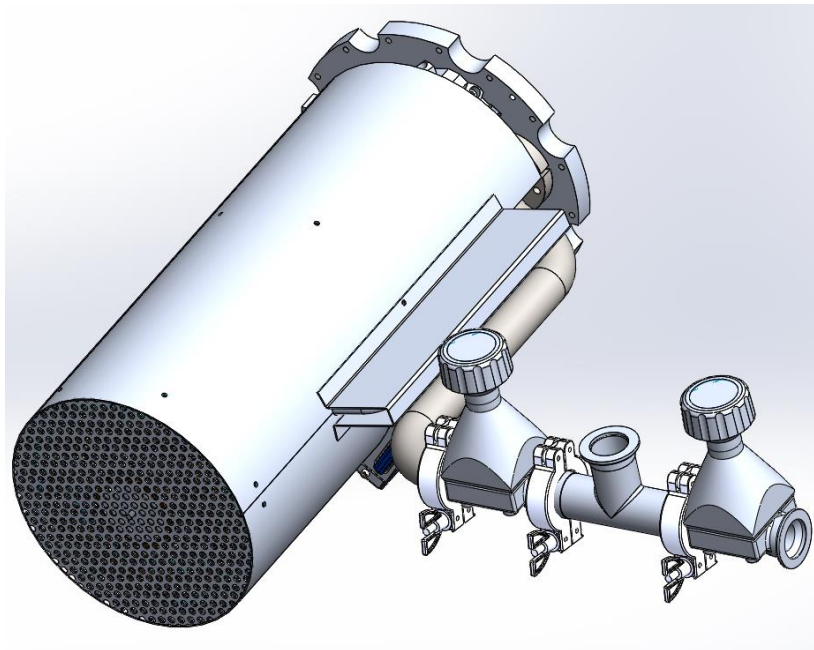


Figure 2-6: Vue du sous-ensemble cryocooler

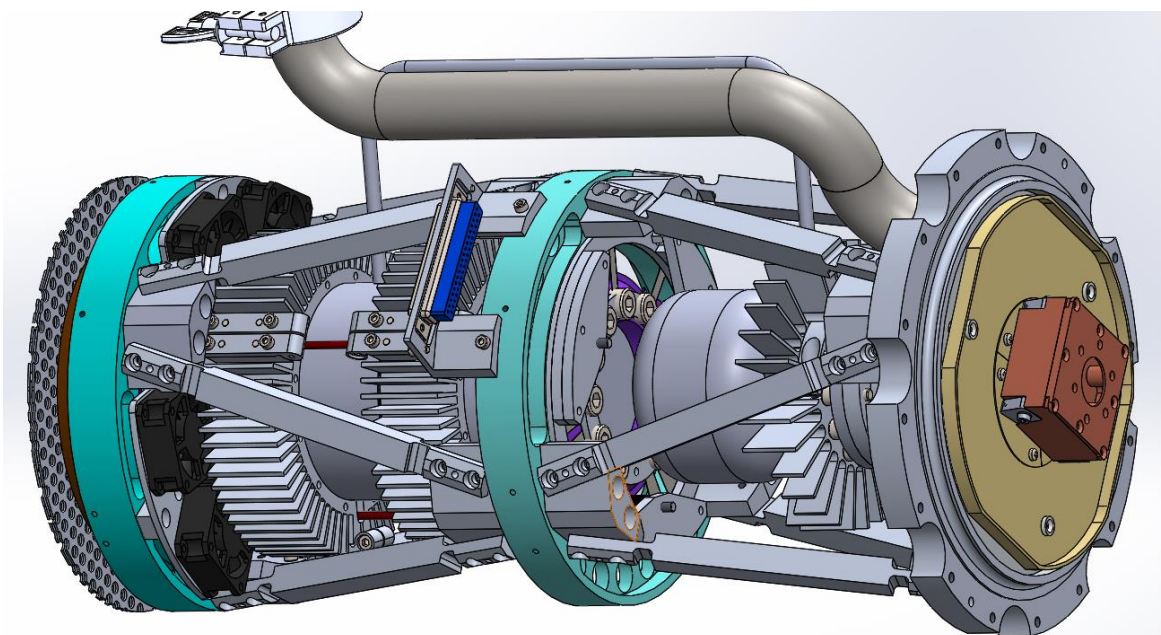


Figure 2-7: Vue du sous-ensemble cryocooler sans capotage

2.3.1.1 Cryocooler

Le cryocooler est du type tube à gaz pulsé ou pulse tube. Il fonctionne sur un cycle de Stirling en utilisant comme gaz l'hélium. Il est composé de 2 éléments reliés par un tube coudé ③:

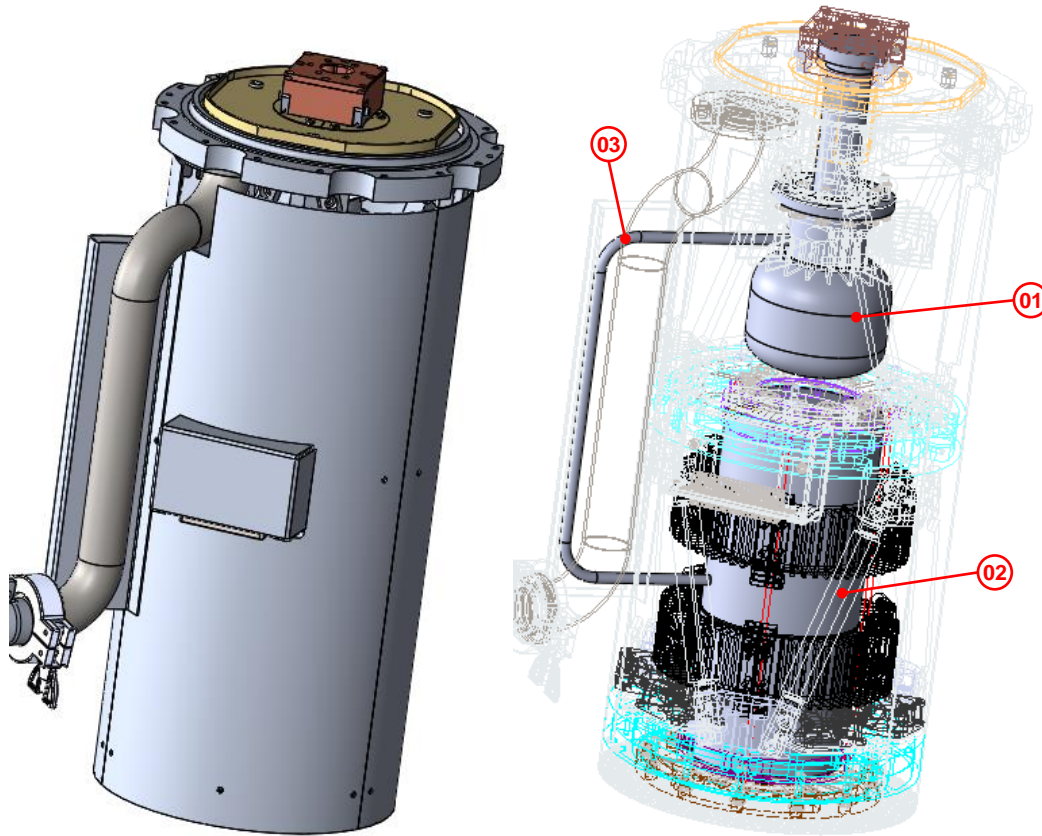


Figure 2-8: Localisation du cryocooler

- Un oscillateur de pression ② constitué de 2 pistons linéaires montés sur des lames ressort fonctionnant en opposition grâce à des moteurs linéaires.

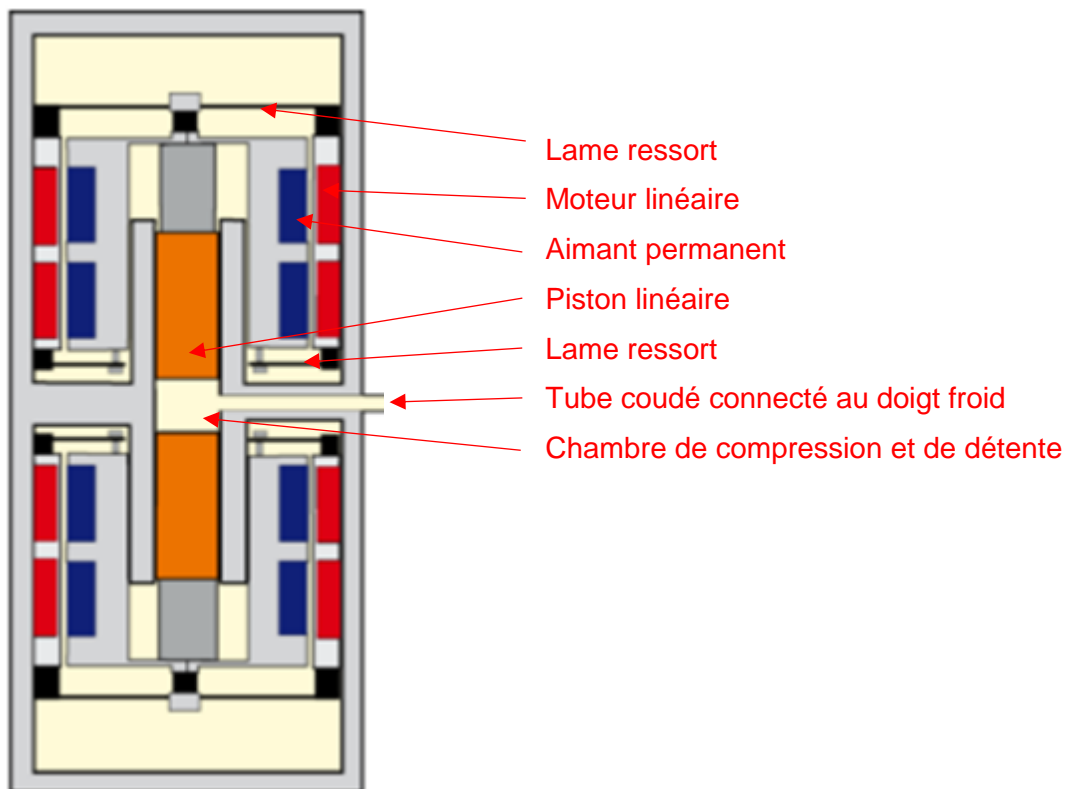


Figure 2-9: Coupe du oscillateur de pression (Source : 2018-04-04-ESA-SCW-Presentation-LPT9310-COTS-cooler-for-ECOSTRESS.pdf)

- Un doigt froid à tube à gaz pulsé coaxial ①. Il se présente ainsi :

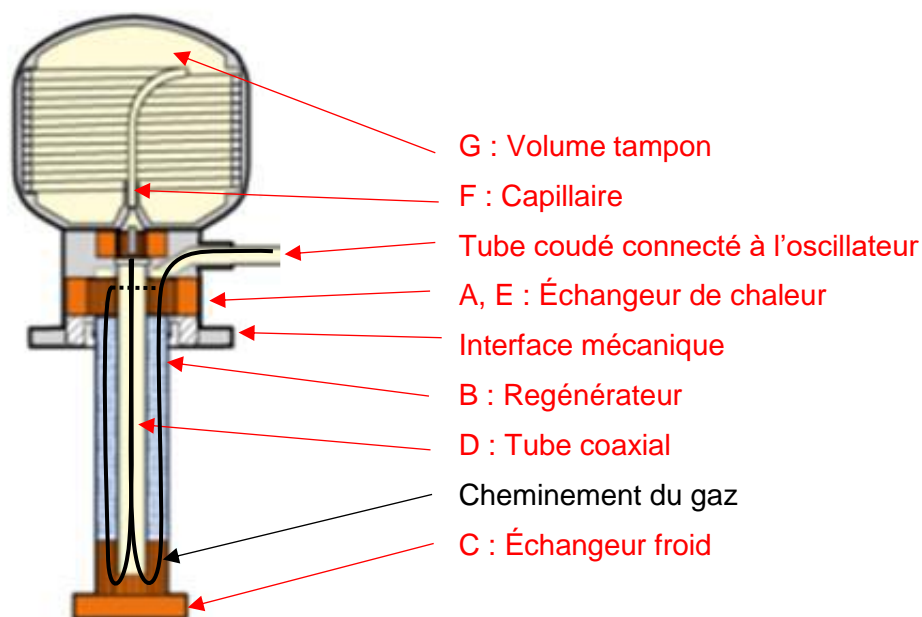


Figure 2-10: Coupe du doigt froid (Source : 2018-04-04-ESA-SCW-Presentation-LPT9310-COTS-cooler-for-ECOSTRESS.pdf)

A : Échangeur de chaleur en cuivre pour évacuer au maximum la chaleur de compression avant l'entrée dans le régénérateur.

B : Régénérateur passant le gaz de la température ambiante à la température froide en jouant le rôle "d'éponge thermique". Le régénérateur est composé de matériaux à forte capacité calorifique. Cet échangeur se présente sous la forme de grilles fines.

C : Échangeur froid en cuivre où est localisé l'effet frigorifique.

D : Tube adiabatique vide où est généré le piston gazeux.

E : échangeur chaud évacuant la chaleur de compression adiabatique dans le tube à pulsation.

F : capillaire

G : volume tampon

2.3.1.1.1 Principe de fonctionnement

L'oscillateur de pression engendre des variations de pression et de débit de gaz. Le doigt froid à tube pulsé coaxial contribue à la résonance d'une onde thermo-acoustique sans l'utilisation d'éléments mobiles contrairement à une machine Stirling. Le volume tampon assure une réserve de gaz à pression constante et le capillaire que l'on nomme "inertance" permet de déphaser le débit entre le volume tampon et le tube à pulsation. Grâce à ce montage, le débit et la pression sont en phase au niveau de l'échangeur froid et permettent l'effet frigorifique.

La Figure 2-11 montre la réalisation sur-mesure du cryocooler LPT9310 de chez Thales Cryogenics.

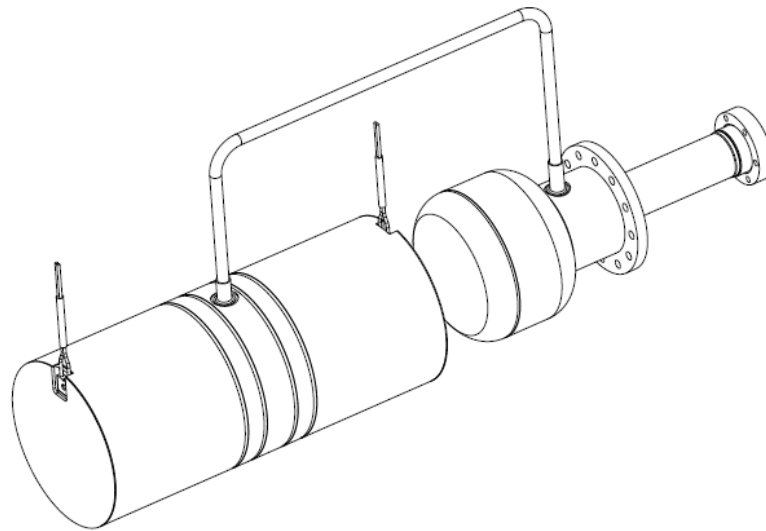


Figure 2-11: Dessin du cryocooler

2.3.1.2 Structure de support

Cette structure, comprenant des hexapodes (2), permet un design léger tout en garantissant une bonne rigidité [RD01]. L'ensemble des pièces sont en aluminium 6061 T6. L'assemblage des 2 sous-ensembles se fait par la flasque du cryostat (1). Les faces à l'intérieur de la flasque du cryostat ont une faible émissivité et les faces externes sont traitées pour assurer la longévité de cette pièce (voir 2.5).

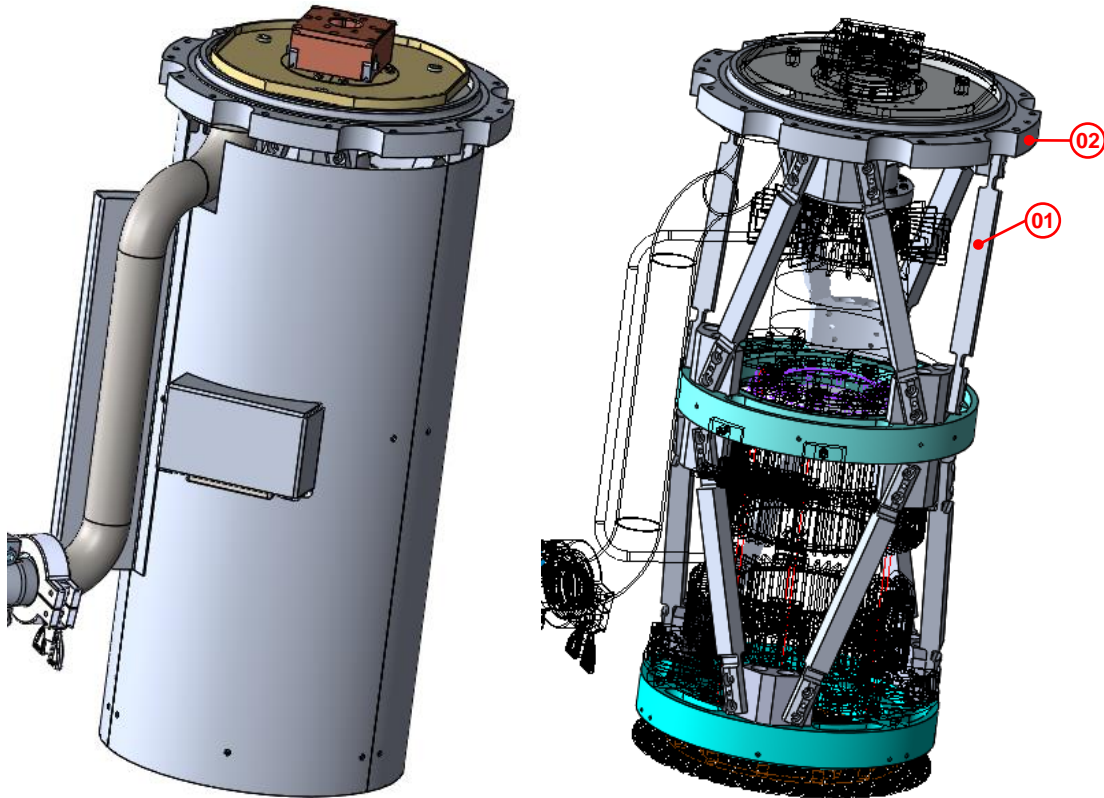


Figure 2-12: Localisation de la structure de support

2.3.1.3 Système de suspension

L'oscillateur de pression du cryocooler est maintenu par 2 lames ressorts ① en acier inoxydable 1.4310 en condition dur. Elles font parties d'un système de suspension qui permet de diminuer la transmission des vibrations générées par l'oscillateur de pression du cryocooler. Pour permettre le montage des lames sur l'oscillateur de pression, 2 coques ② sont montées aux 2 extrémités. Elles prennent en sandwich l'oscillateur de pression grâce à 3 tiges ③ en acier inoxydable. Un empilement de rondelles élastiques permet d'encaisser les dilatations thermiques de l'oscillateur de pression tout en garantissant un bon maintien de l'oscillateur de pression par les 2 coques

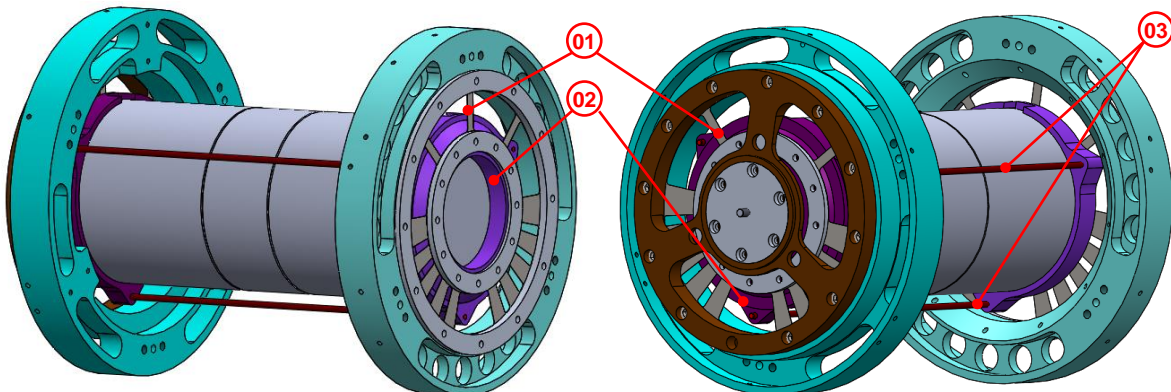


Figure 2-13: Détails de l'oscillateur de pression sans radiateur avec les coques les lames ressort les anneaux les butées

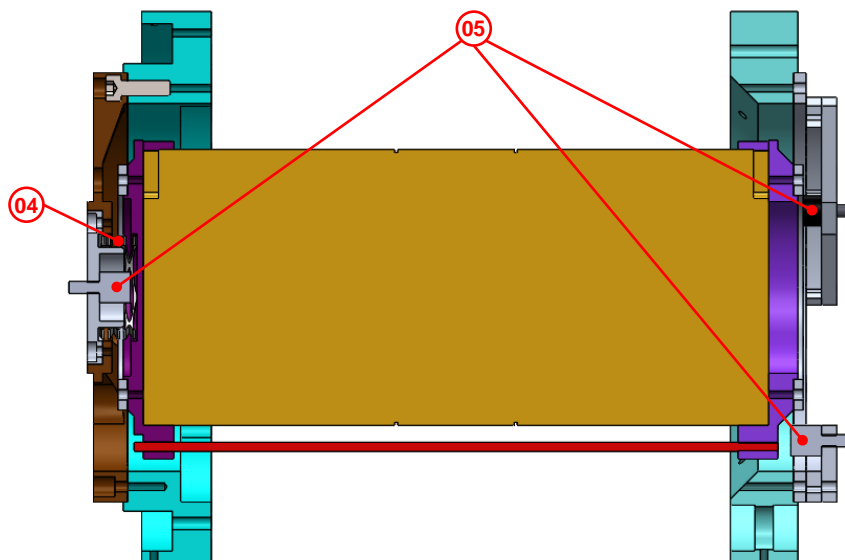


Figure 2-14: Coupe de l'oscillateur de pression sans radiateur avec les coques les lames ressort les anneaux les butées

Pour optimiser les performances du système de suspension, un ressort de faible rigidité ④ compense une partie des effets de la gravité. En effet, plus le lame ressort est plate plus ses performances sont bonnes [RD01].

Des butées en élastomère ⑤ sont positionnées en face des 2 extrémités de l'oscillateur de pression pour protéger les éléments suspendus et les lames ressort en cas de chocs, durant l'allumage et l'extinction de l'oscillateur de pression.

2.3.1.4 Cryopompe

À l'extrémité du doigt froid du cryocooler, un bloc de cuivre ④ est fixé. Il possède une cavité remplie de granulés de charbon actif. Une fois refroidi (<120K), le charbon actif piège par sorption une partie des molécules restant dans l'enceinte du cryostat pour garantir une basse pression et diminuer la fréquence des pompages. Le couvercle ⑤ refermant cette cavité possède une ouverture grillagée (non représentée dans les images) permettant le passage des molécules vers le charbon actif tout en empêchant ce dernier de se vider dans l'enceinte.

Le couple de serrage sur le doigt froid étant limité, une feuille de sil-pad 2000 est installée entre le bloc de cuivre et le doigt froid du cryocooler pour avoir un bon contact thermique.

2 sondes de température ⑥ (nominale et redondante) sont fixées sur le bloc de cuivre pour permettre le contrôle du cryocooler.

Le sous-ensemble cryostat vient se fixer sur le flanc du bloc de cuivre pour refroidir le CCD. Une tôle en cuivre du sous-ensemble cryostat vient s'insérer entre le bloc froid et la plaque de verrouillage ③. 3 vis ② viennent presser la tôle contre la plaque de verrouillage et le bloc de cuivre. Les 3 vis ne sont jamais complètement dévissées. La plaque de verrouillage est repoussée du bloc de cuivre par 2 ressorts guidés par des axes ① jusqu'à atteindre des butées intégrées aux axes.

Le bloc de cuivre et la plaque de verrouillage ont une faible émissivité pour limiter les pertes par radiation (voir 2.5).

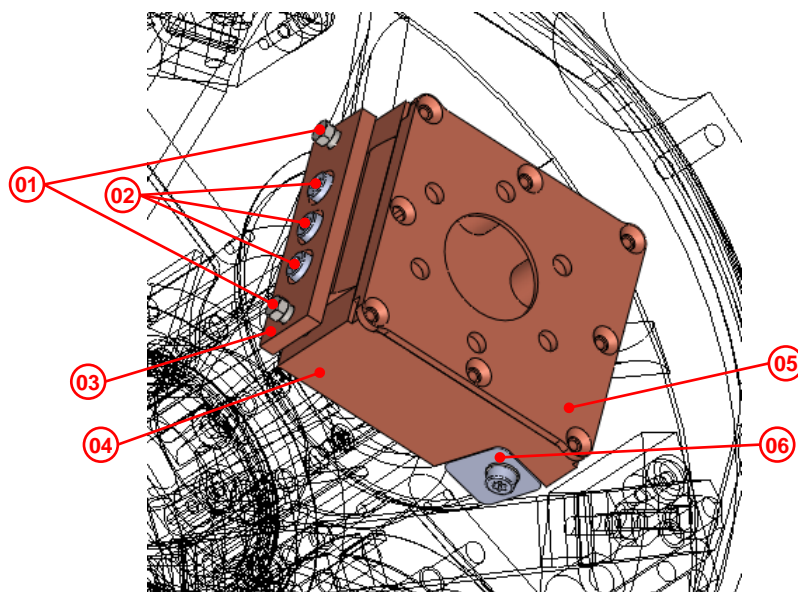


Figure 2-15: Zoom sur le bloc de cuivre

2.3.1.5 Écran radiatif

Un écran radiatif ① fabriqué en aluminium avec une faible émissivité (voir 2.5). Il est monté sur la flasque du cryostat. Des entretoises ② en Peek isolent l'écran de la flasque. Le rebord facilite le routage des sondes installées sur le bloc de cuivre du doigt froid.

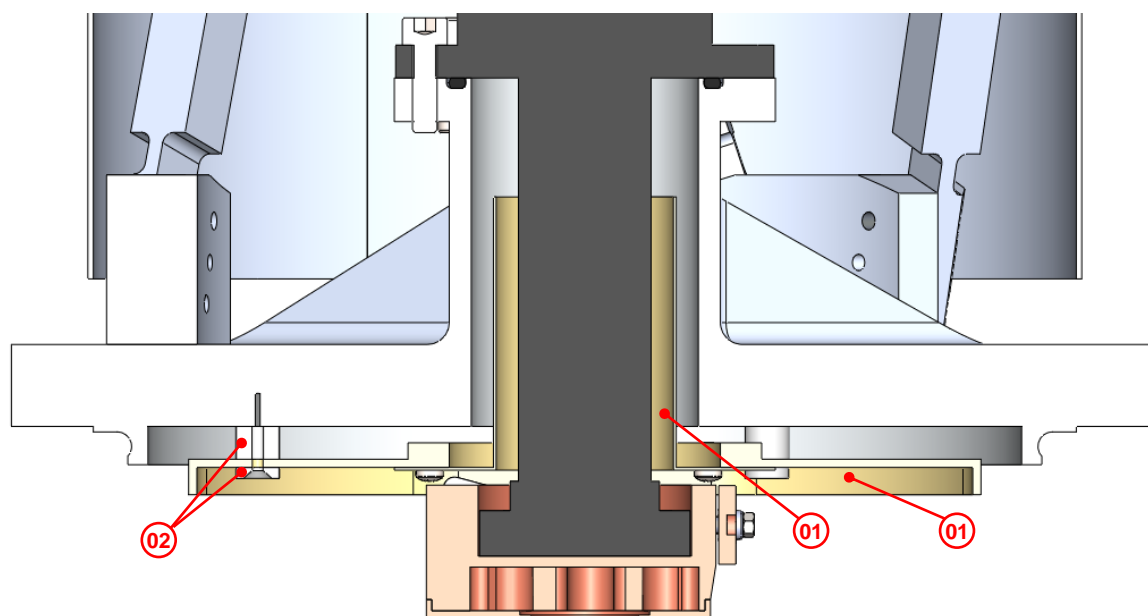


Figure 2-16: coupe du bloc de cuivre

2.3.1.6 Refroidissement

Une série de 6 ventilateurs ② permettent de créer un flux d'air pour refroidir le cryocooler muni de radiateurs ① en aluminium 6061 T6. Le capotage permet de guider le flux. Un filtre, maintenu entre 2 tôles perforées ③ situées à l'arrière de la caméra, empêche l'aspiration de la poussière. 3 sondes de températures installées sur chaque radiateur mesurent la température du cryocooler. Pour

garantir le contact entre les radiateurs et le cryocooler, une série de rondelles élastiques sont ajoutées aux vis des radiateurs. Une fine couche de pâte thermique est étalée sur les surfaces de contact entre les radiateurs et le cryocooler pour garantir un bon contact thermique.

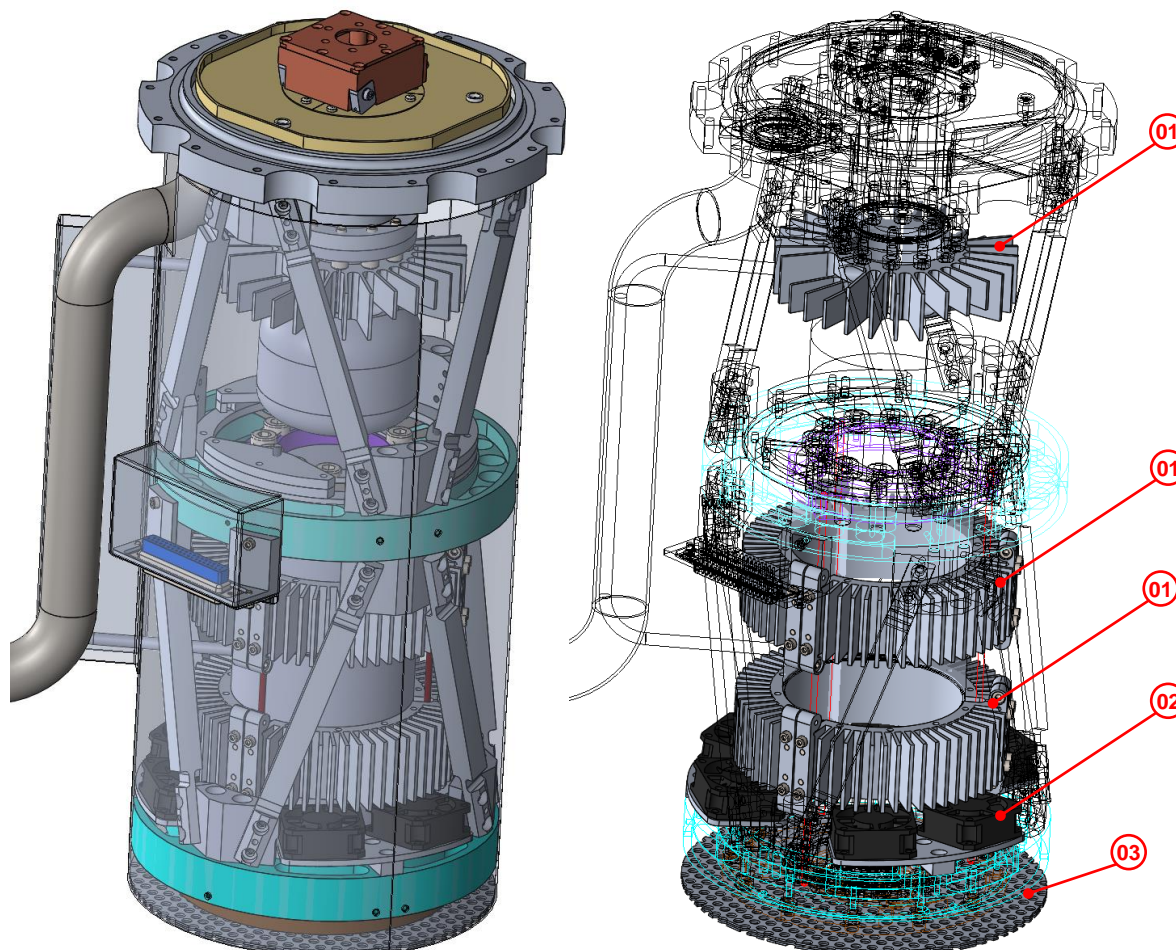


Figure 2-17: Localisation des éléments de refroidissement

2.3.1.7 Ligne de pompage

Attaché à la flasque du cryostat, un tube sur-mesure ① longe le sous-ensemble cryocooler pour se terminer par un coude. Un pressostat ③, entouré par 2 vannes ②, permet de mesurer le niveau de pression. L'interface vers l'unité de pompage ④ se fait proche du bord de châssis tournant comme on peut le voir dans la Figure 2-5.

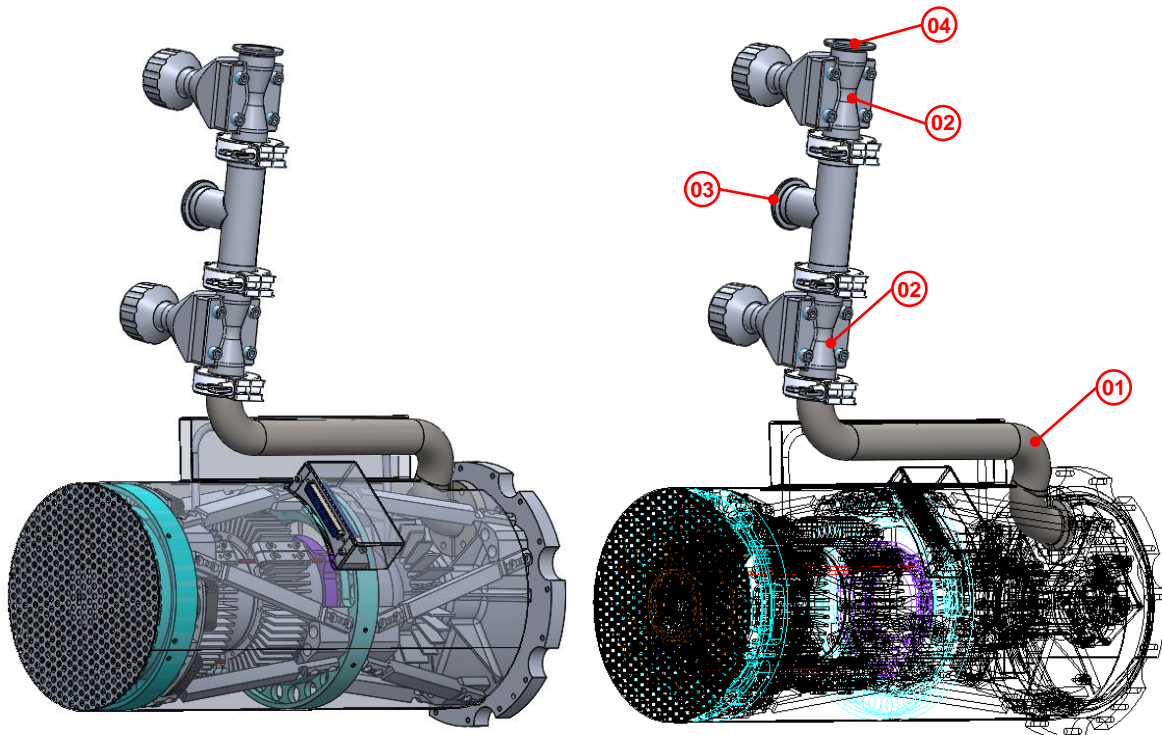


Figure 2-18: Localisation du circuit de pompage

2.3.1.8 Visserie

L'ensemble des vis seront montées avec des rondelles élastiques rainurées et de la colle frein-filet faible dans le filetage.

2.4 Sous-ensemble cryostat

2.4.1 Design mécanique

Le sous-ensemble cryostat est constitué des éléments suivants :

- Enceinte à vide
- Support du CCD
- Assemblage caloporteur
- Écrans radiatifs
- Diaphragme

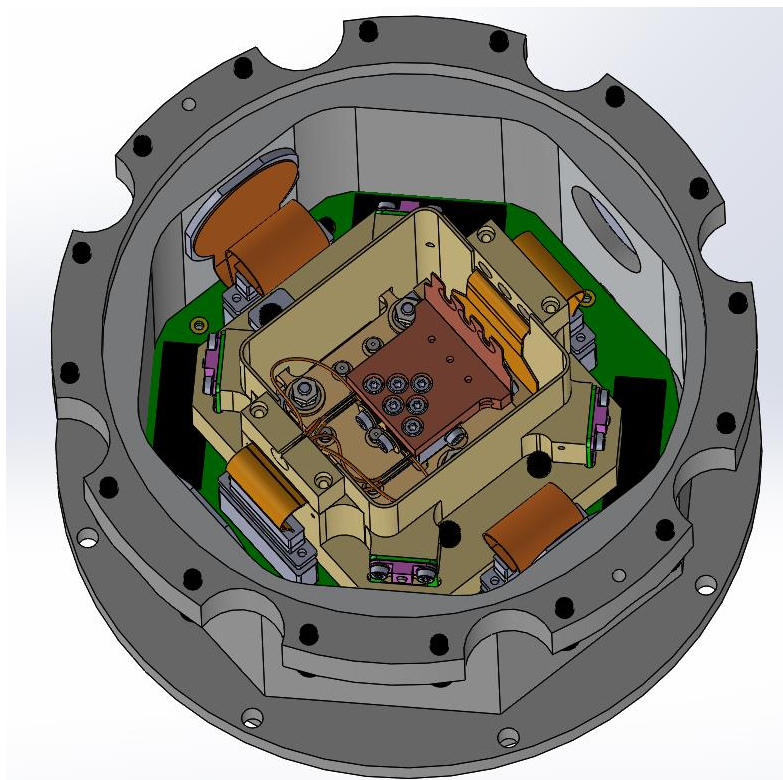


Figure 2-19: Vue du sous-ensemble cryostat

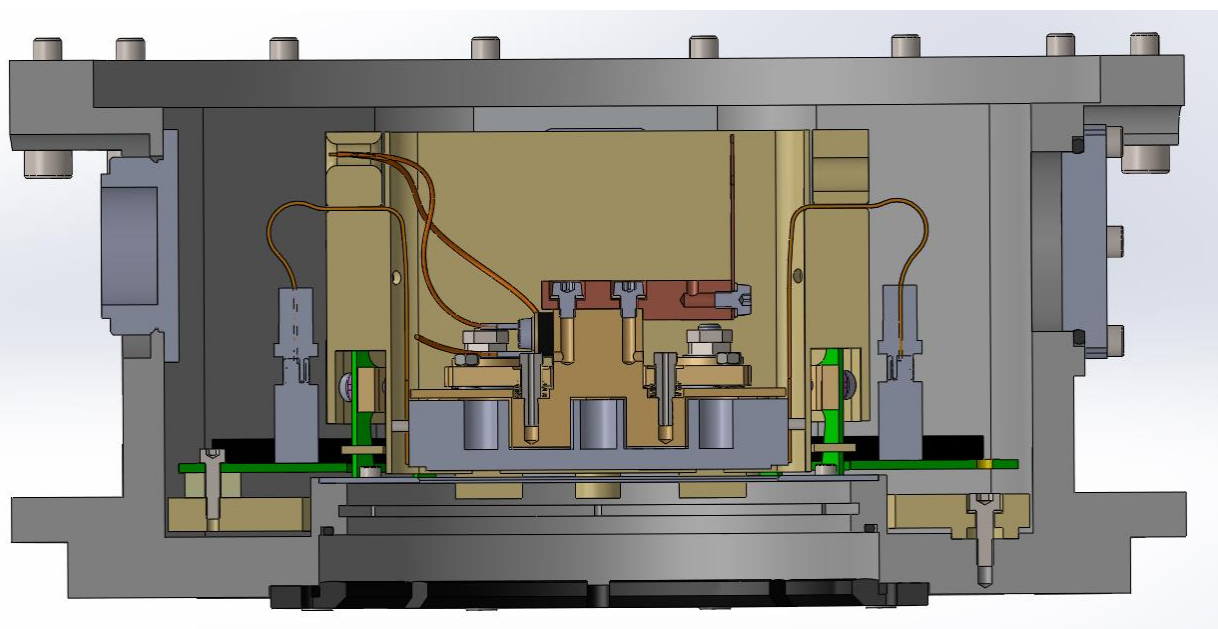


Figure 2-20: Coupe du sous-ensemble cryostat

2.4.1.1 Support CCD

L'ensemble des éléments contenus dans l'enceinte se montent en premier sur un châssis qui fait office d'interface mécanique avec l'enceinte ⑦.

Sur ce châssis ⑤, 4 tôles ajourées ① en composite fibre de verre et époxy G10 (Vetronite chez Von Roll) et la carte de pré-amp ③ sont montées. Le cadre du CCD ②, fabriqué en Invar, est monté sur ces 4 tôles. Le positionnement des éléments montés sur ces tôles sont garantis par des goupilles. Le CCD ⑥ est assemblé au cadre en 3 points. Des cales appariées à chacun des 3 points

doit être insérées entre le CCD et le cadre. Des tiges filetées vissées dans le CCD traversent cadre. Des écrous, sécurisés par un contre-écrou verrouillé à la 2216 et une rondelles élastique ④, fixe le CCD sur son cadre.

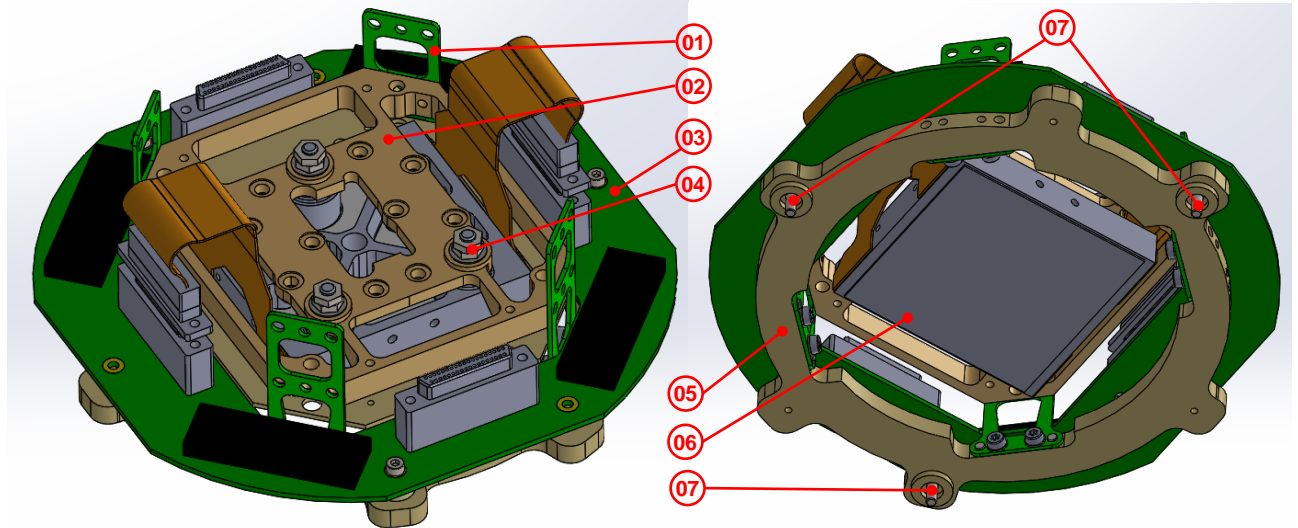


Figure 2-21: Vues du support CCD

2.4.1.2 Assemblage caloporteur

L'assemblage caloporteur a pour but principal d'évacuer les calories du CCD vers le doigt froid du cryocooler. Il est constitué d'une série de pièces en cuivre ① ② ④. A une extrémité, il est en appui contre le CCD. Un jeu de ressorts ⑨ positionnés entre le cadre du CCD ⑧ et l'assemblage caloporteur, applique une légère force lorsque le CCD est monté sur son cadre. Chaque ressort possède son axe de guidage ⑩ qui fait également office de butée pour que l'assemblage caloporteur reste solidaire du cadre du CCD lorsque le CCD n'est pas installé. Pour obtenir une bonne conductivité malgré une faible force d'appui, des feuilles de Sil-pad 2000 ⑦ sont installées entre l'assemblage caloporteur et le CCD. Le calcul de pré-charge est détaillé dans [RD01]. À l'autre extrémité se trouve l'interface mécanique vers le bloc de cuivre du sous-assemblage cryocooler décrit au chapitre 2.3.1.4.

Une feuille d'indium est insérée entre le reste de pièces de l'ensemble pour améliorer la conductivité thermique aux interfaces.

La régulation fine de la température du CCD se fait au niveau de cette assemblage. 2 sondes de température ⑤ ainsi que 2 résistances de puissance ③, montée en série, permettent au système de régulation de maintenir une stabilité au milli-degré.

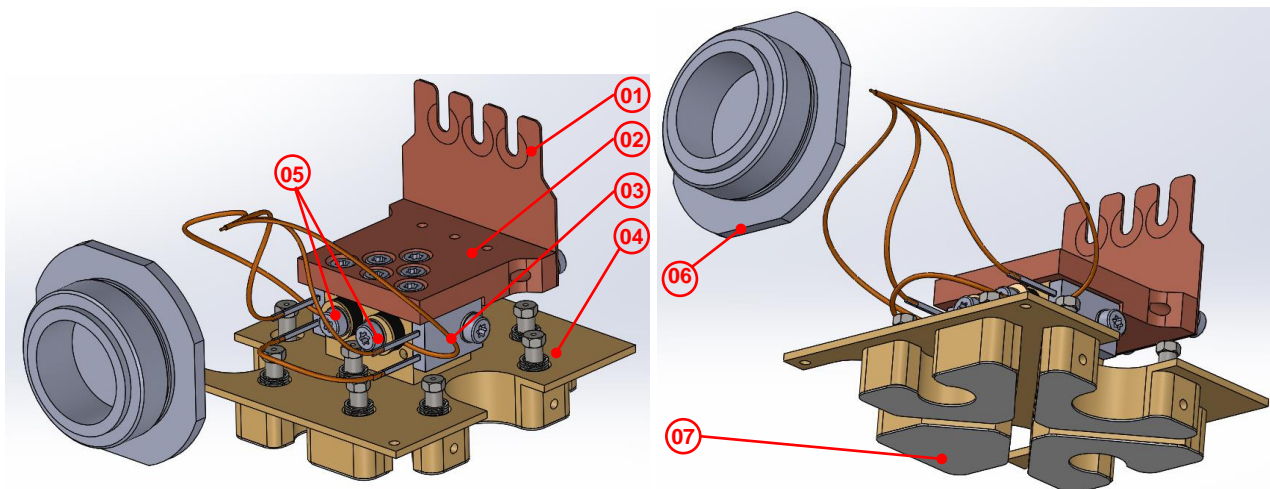


Figure 2-22: Vues de l'assemblage caloporteur et du connecteur de passage sous-vide (6)

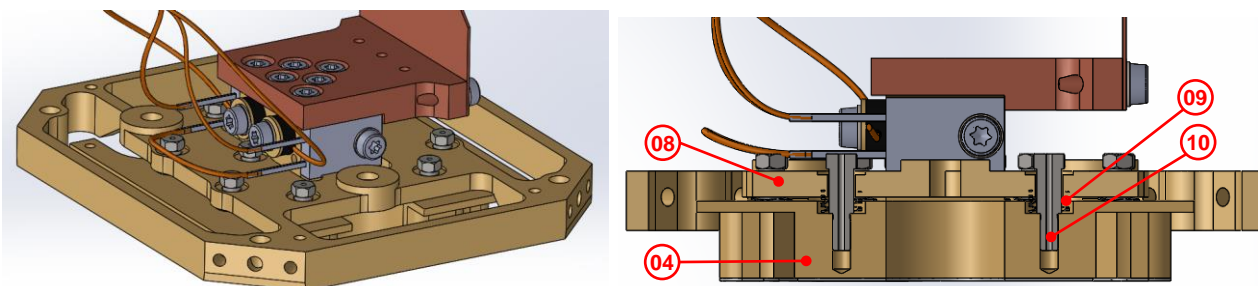


Figure 2-23: Vue et coupe du système de pré-charge entre l'assemblage caloporteur et le CCD

2.4.1.3 Écran radiatif

Un écran radiatif (1) (2) limite les échanges par radiation entre les pièces froides et chaudes grâce à sa faible émissivité (voir 2.5) et la faible conductivité thermique de ces pièces de support. L'écran radiatif isole le CCD (sauf la face illuminée), l'assemblage caloporteur et le cadre du CCD du reste des éléments chauds. Pour limiter l'apport de calories vers le CCD, les flexibles du CCD sont en contact thermique avec l'écran. Ils sont légèrement pincés à l'aide de sil-pad 2000 lors de leur traversée de l'écran radiatif (3). L'écran radiatif est maintenu par les 4 tôles en composite (4). Son positionnement est garanti par des goupilles (5). Une sonde de température est installée sur l'écran radiatif.

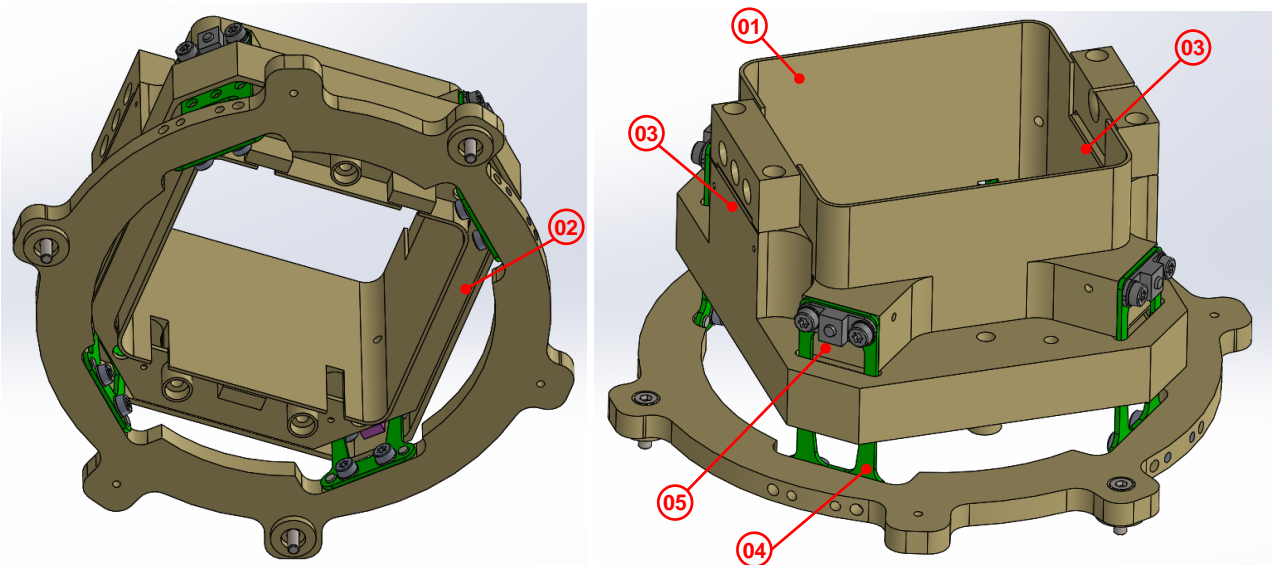


Figure 2-24: Vue des écrans radiatifs et de leur support

2.4.1.4 Diaphragme

Un diaphragme ③ ⑫ installé juste devant le CCD. Il définit la taille et la forme du faisceau arrivant sur le CCD. La face supérieure ⑫ intercepte le faisceau du télescope ne pouvant pas atteindre le CCD. Elle a une basse réflectance (voir 2.5). La face inférieure ③, visible par le CCD, possède une faible émissivité (voir 2.5) pour limiter les échanges radiatifs avec les CCD. Le diaphragme est monté directement dans l'enceinte.

2.4.1.5 Enceinte

L'enceinte ④ définit le volume où le vide est créé pour faciliter le refroidissement du CCD. La flasque du cryostat, présentée dans le sous-ensemble cryocooler, ferme l'enceinte grâce à un o-ring en viton et une série de vis. L'enceinte possède les points d'accès suivants :

- Optique : un hublot ⑥ permet au faisceau du télescope d'atteindre le CCD tout en garantissant le maintien du vide dans l'enceinte. Le hublot est pressé contre un o-ring en viton à l'aide d'une bague flexible ⑤. Un anneau de sil-pad 2000 est inséré entre le hublot et la bague pour améliorer le contact thermique et mieux distribué la force appliqué par la bague

Matière	Suprasil
Diamètre	100 mm +/- 0.1 mm
épaisseur	8 mm +/- 0.1 mm
Diamètre utile (clear aperture)	90 mm
parallélisme	~ 0.01 mm (20 arcsec +/- 5 arcsec)
Polissage	lambda/2 rms front d'onde transmis
Chanfrein	0.3 mm x 45 °.

- Electrique : 3 connecteurs de passage sous-vide ② permettre de faire passer au travers de l'enceinte les signaux des différents composants électroniques (CCD, sondes de température, résistances de puissance)

- Thermique : le doigt froid du cryocooler est en partie à l'intérieur de cette enceinte pour permettre le refroidissement du CCD ⑩.
- Vide : un accès ⑨ pour évacuer l'aire dans le volume est disponible. On peut y fixer un assemblage de tuyaux finissant par une interface vers le système de (voir 2.3.1.7).
- Assemblage : pour lier les 2 sous-ensembles, un accès est disponible ①

Les faces à l'intérieur de l'enceinte ont une faible émissivité et les faces externes sont traitées pour assurer la longévité de cette pièce (voir 2.5).

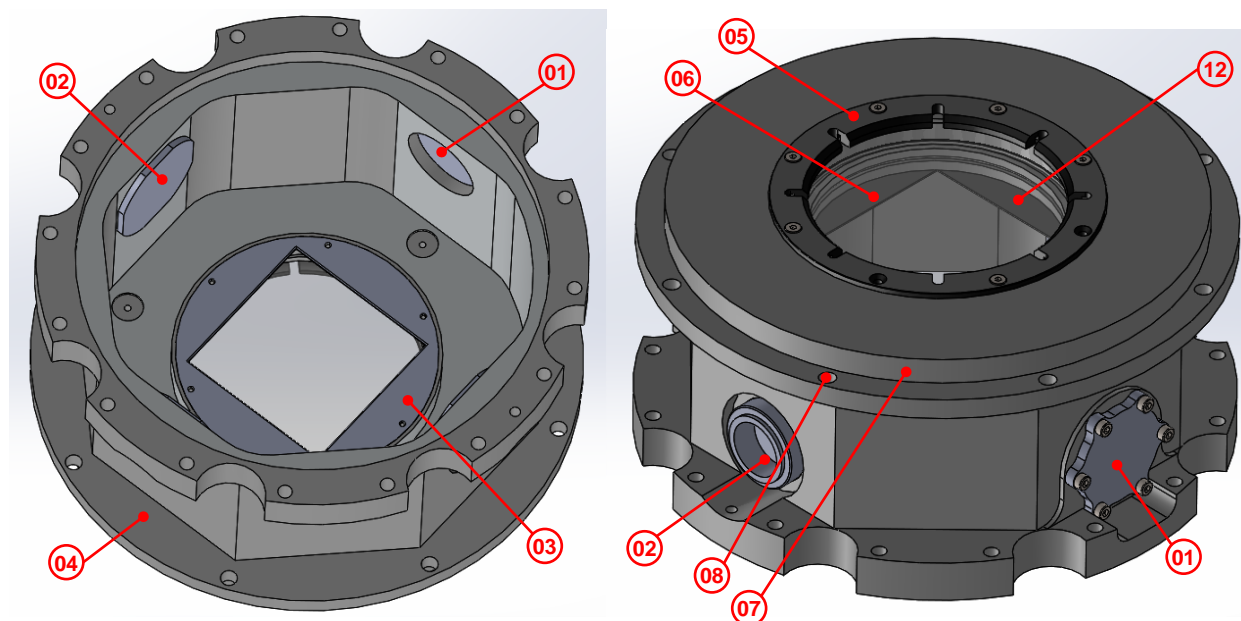


Figure 2-25: Vues de l'enceinte avec le diaphragme

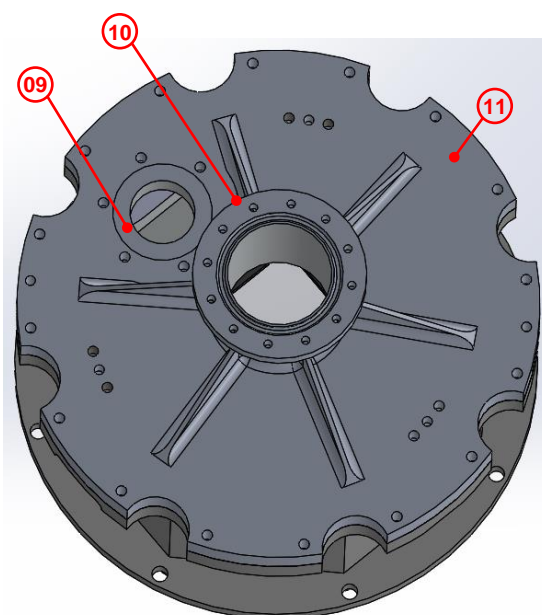


Figure 2-26: Vues de l'enceinte avec la flasque du cryostat ⑪

L'interface mécanique vers le télescope fait également parti de l'enceinte. Elle est constituée d'un centrage ⑦ d'une série de trous de passage ⑧ pour des vis ou des tiges filetées.

2.4.1.6 Liaisons vissées

Tous les trous taraudés sont soit débouchant soit accompagné d'un trou de dégazage pour éviter une poche d'air ralentissant la descente en pression. L'ensemble des vis sont argentés pour éviter la corrosion galvanique.

2.5 Traitement de surface

Le tableau ci-dessous liste les différents traitements de surface utilisés pour N-ECAM.

Pièces / type de pièces	Matériaux	Traitement
Écrans radiatifs	6061 T6	Nickelage chimique TBD microns Dorage TBD microns
Cadre CCD	invar	Nickelage chimique TBD microns Dorage TBD microns
Chassis	6061 T6	Nickelage chimique TBD microns Dorage TBD microns
Pieces caloporteuses	cuivre	Électro-Polissage Dorage TBD microns sauf surfaces de contact thermique
Visserie sous-vide	inox	Argentage
Tôle ajourée	Vetronite	aucune
Enceinte / flasque du cryostat	6061 T6	Surfaces internes : électro-polissage Surfaces externes : électro-polissage Anodisation dur TBD
Diaphragme	6061 T6	Électro-Polissage Face supérieur :
Guidage ressort	inox	Argentage

3. DESIGN ÉLECTRIQUE

Le schéma de principe de N-ECAM est visible à la Figure 3-1

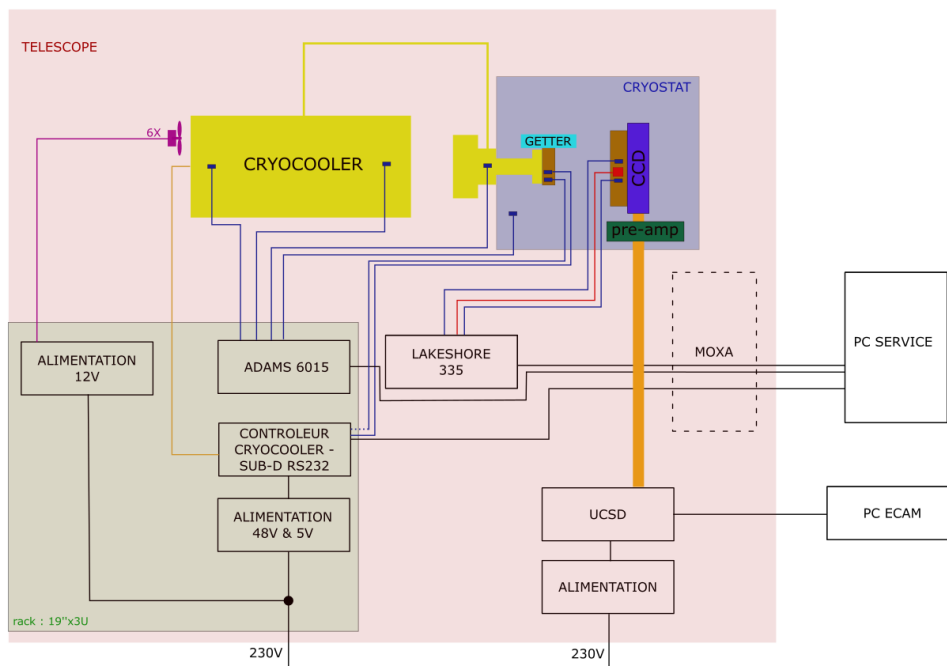


Figure 3-1: schéma de principe de N-ECAM

Le schéma bloc est visible à la Figure 3-2

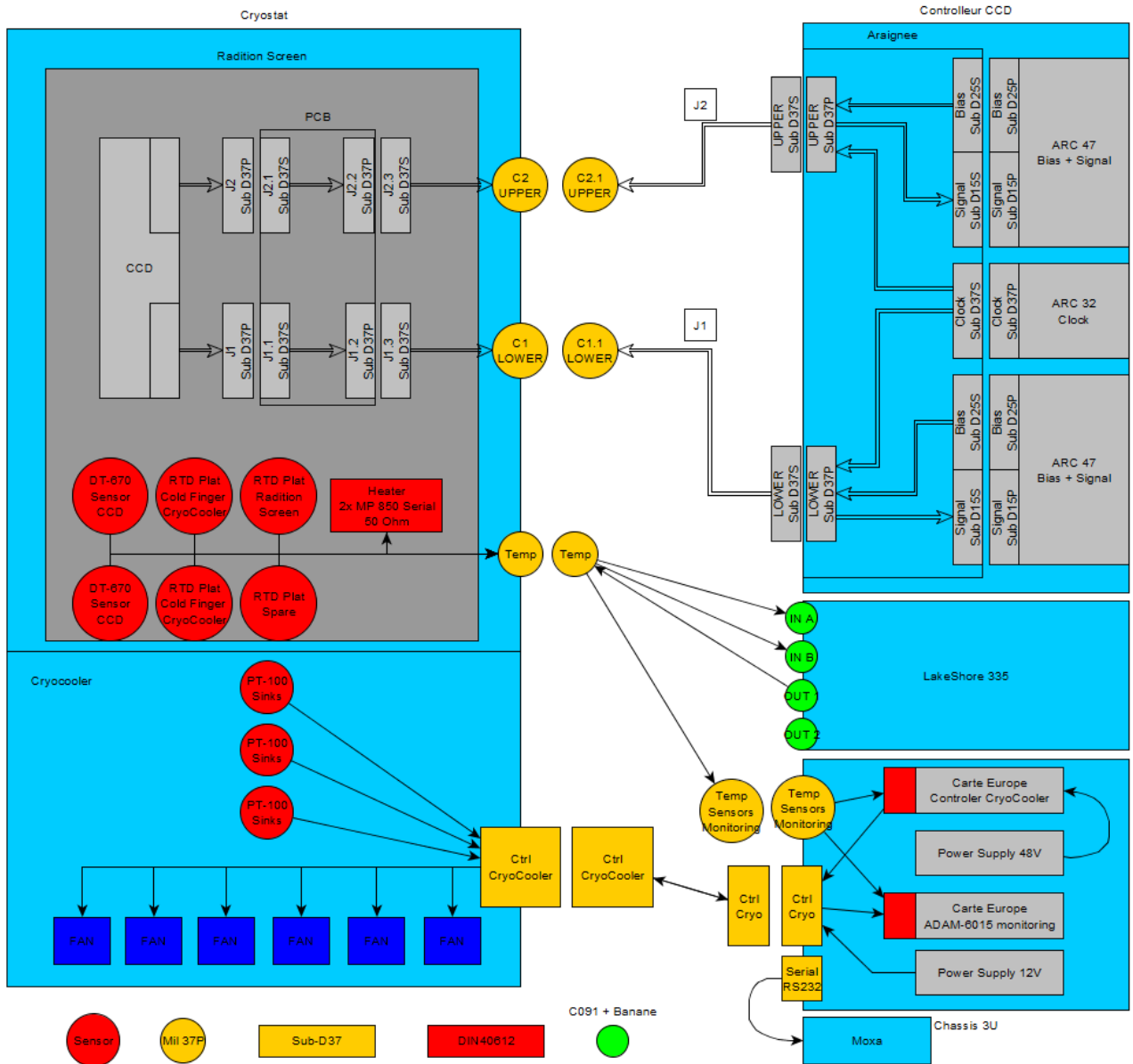


Figure 3-2: schéma bloc de N-ECAM

3.1 Sous-ensemble cryocooler

3.1.1 Sondes de température

Le sous-ensemble cryostat contient les sondes de température listées ci-dessous.

Nombre	Localisation	Désignation
3	Radiateurs du cryocooler	LP-PT100A-1.0-3L



Figure 3-3: sonde de température PT100

Elles sont lues par une carte d'acquisition ADAMS 6015.

3.1.2 Ventilateurs

Les caractéristiques des 6 ventilateurs sont donnée ci-dessous. Ils sont alimentés en permanence pas une alimentation 12V.

Description	Référence fabricant	Marque
Ventilateurs 40x40x15mm 12V 4wire	AFB0412VHB-TP29	Delta Electronics

3.1.3 Connecteurs

Le connecteur sub-d 37s ① est monté sur un support avec un capot sur-mesure indépendant du capotage.

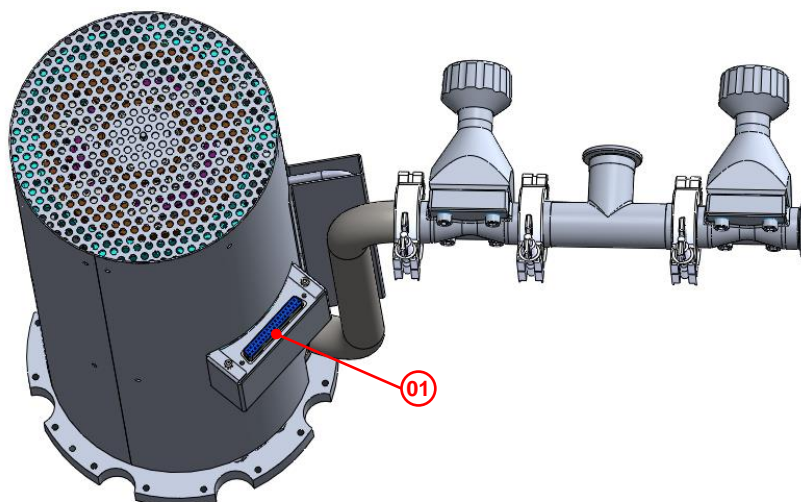


Figure 3-4: localisation du connecteur sur le sous-ensemble cryocooler

3.2 Sous-ensemble cryostat

3.2.1 CCD

Le CCD231-84 de E2V est de type rétroéclairé. Il a une taille de 4096 x 4096 pixels de forme carrée mesurant 15 microns chacun.

Il possède 2 flexibles ayant à leurs extrémités des connecteurs Glenair 37p MWDM.

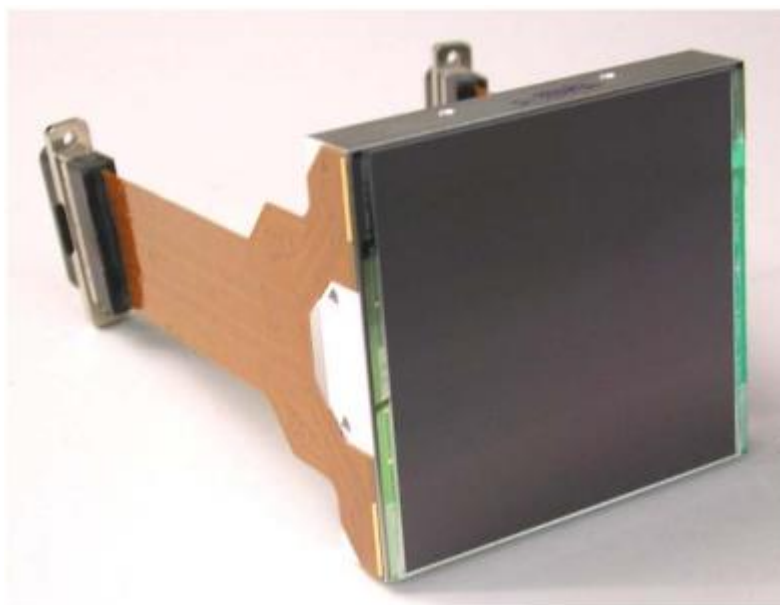


Figure 3-5: CCD

3.2.2 Sondes de température

Le sous-ensemble cryostat contient les sondes de température listées ci-dessous.

Nombre	Localisation	Désignation
2 (redondance)	doigt froid du cryocooler	Platinum RTDs PT-103-AM uncalibrated
2 (redondance)	CCD	DT-670D-CU Silicon Diode band D
1	écran radiatif	Platinum RTDs PT-103-AM uncalibrated



Figure 3-6: RTD Platinum & Diode silice

3.2.3 Réchauffeurs

Deux réchauffeurs ou résistances de puissance (MP850 50W 50 ohms +/-1%), montés en séries, permettent la régulation du CCD. Ils sont câblés avec du fils plein en cuivre AWG 26 isolé avec Kapton.

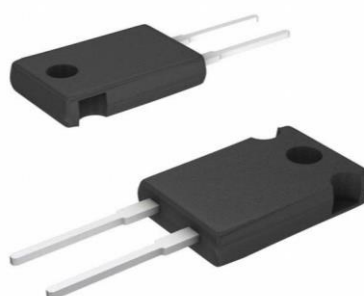


Figure 3-7: réchauffeurs

N-ECAM

TITRE : N-ECAM – DESCRIPTION DU DESIGN
 REF.: EUL-NE-RP-1003
 ISSUE : 1.1
 DATE: 30.01.19
 PAGE 26/27

Type	Construction	AWG ¹	Conductor Diam. mm	Overall Diam max. mm	Max. Voltage in vacuum ² V DC	Max. Current ³ A	Conductor area mm ²	Resistivity ⁴ Ohm/km	Usage example
311-KAP-010	Plain copper wire, dipped	38	0,1	0,13	2,000	0,1	0,01	2270	STM / AFM, radiation environment
311-KAP-012	Plain copper wire, dipped	36	0,12	0,16	2,000	0,15	0,01	1580	Fine instrumentation, radiation environment
311-KAP-014	Plain copper wire, dipped	35	0,14	0,18	2,000	0,2	0,02	1160	Fine instrumentation, radiation environment
311-KAP-025	Plain copper wire, dipped	30	0,25	0,3	2,000	1	0,05	360	Standard instrumentation, radiation environment
311-KAP-040	Plain copper wire, dipped	26	0,4	0,47	2,000	2	0,13	138	Standard medium current, radiation environment
311-KAP-060	Plain copper wire, dipped	22	0,64	0,71	2,000	5	0,31	58	Standard medium current, radiation environment
311-KAP-100	Plain copper wire, dipped	18	1	1,1	10,000	10	0,8	23	High current and high voltage applications, radiation environment
311-KAP-102	Plain copper wire, dipped	18	1,02	1,1	2,000	10	0,8	23	Like 311-KAP-100 but lower voltage applications
311-KAP-130	Plain copper wire, dipped	16	1,3	1,4	5,000	13	1,3	13,8	High current
311-KAP-170	Plain copper wire, dipped	14	1,63	1,8	12,000	17	2,1	8,6	Very high current and voltage
311-KAP-180	Plain copper wire, dipped	13	1,8	2	2,000	20	2,6	6,8	Very high current

3.2.4 Connecteurs

Les connecteurs sont listés ci-dessous et localisant dans la Figure 3-8.

Identifiant	Description	Désignation
J1 & J2	connecteur CCD	Glenair 37p MWDM
J1.1 & J2.1	connecteur à souder sur PCB	GMR758037S1BSU Micro-D Metal Shell, Vertical Mount PCB 37 Sockets
J1.2 & J2.2	connecteurs à soudé sur PCB	GMR758037P1BSU Micro-D Metal Shell, Vertical Mount PCB 37 Pins
J1.3 & J2.3	connecteur à souder sur flexible	GMR758037S1BNN Micro-D Metal Shell, Vertical Mount PCB 37 Socket
C1 & C2	connecteur de passage sous-vide militaire à souder sur flexible	Hermetic Jam Nut Receptacle MIL-DTL-38999 Series II Pin, PCB
TEMP	connecteur de passage sous-vide militaire à souder sur file	Hermetic Jam Nut Receptacle MIL-DTL-38999 Series II Pin, Solder Cup

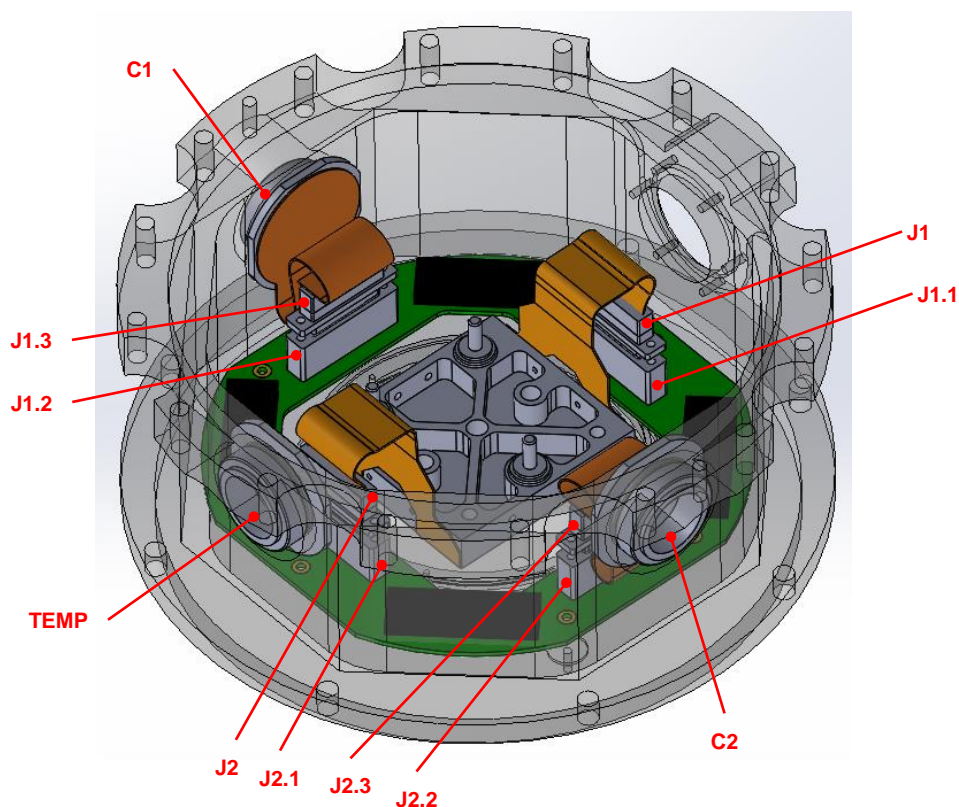


Figure 3-8: localisation des connecteurs

3.2.5 Carte de pré-amp

La Figure 3-9 montre le design de la carte de pré-amp.

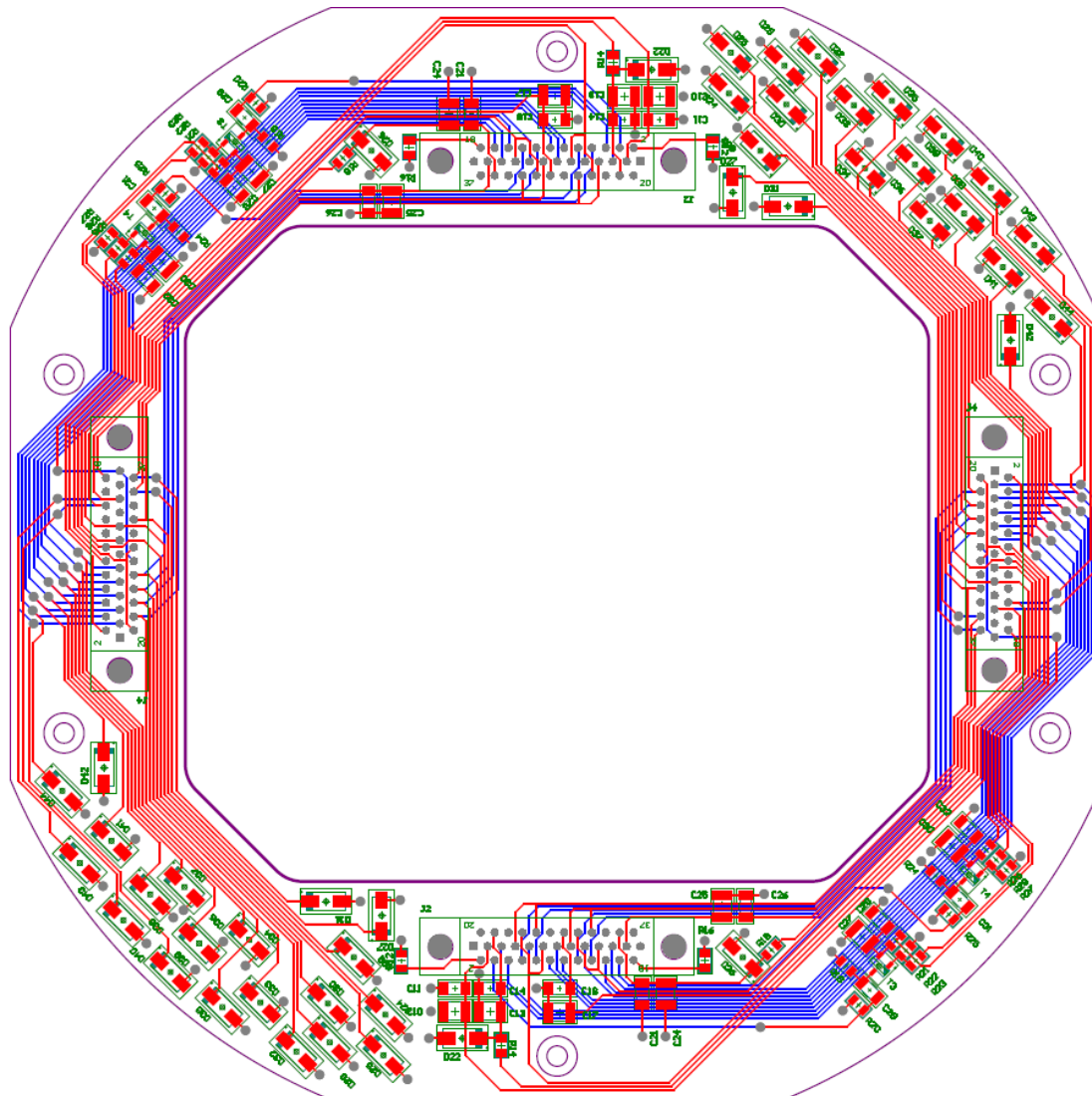


Figure 3-9: Vue de dessus du PCB (connecteurs “sortent” de la feuille). En rouge, les pistes de la face visible. En bleu, les pistes de la face cachée

3.2.6 Flexibles

2 flexibles relie la carte pré-amp au connecteur de passage sous-vide. Ils sont en cours de design.