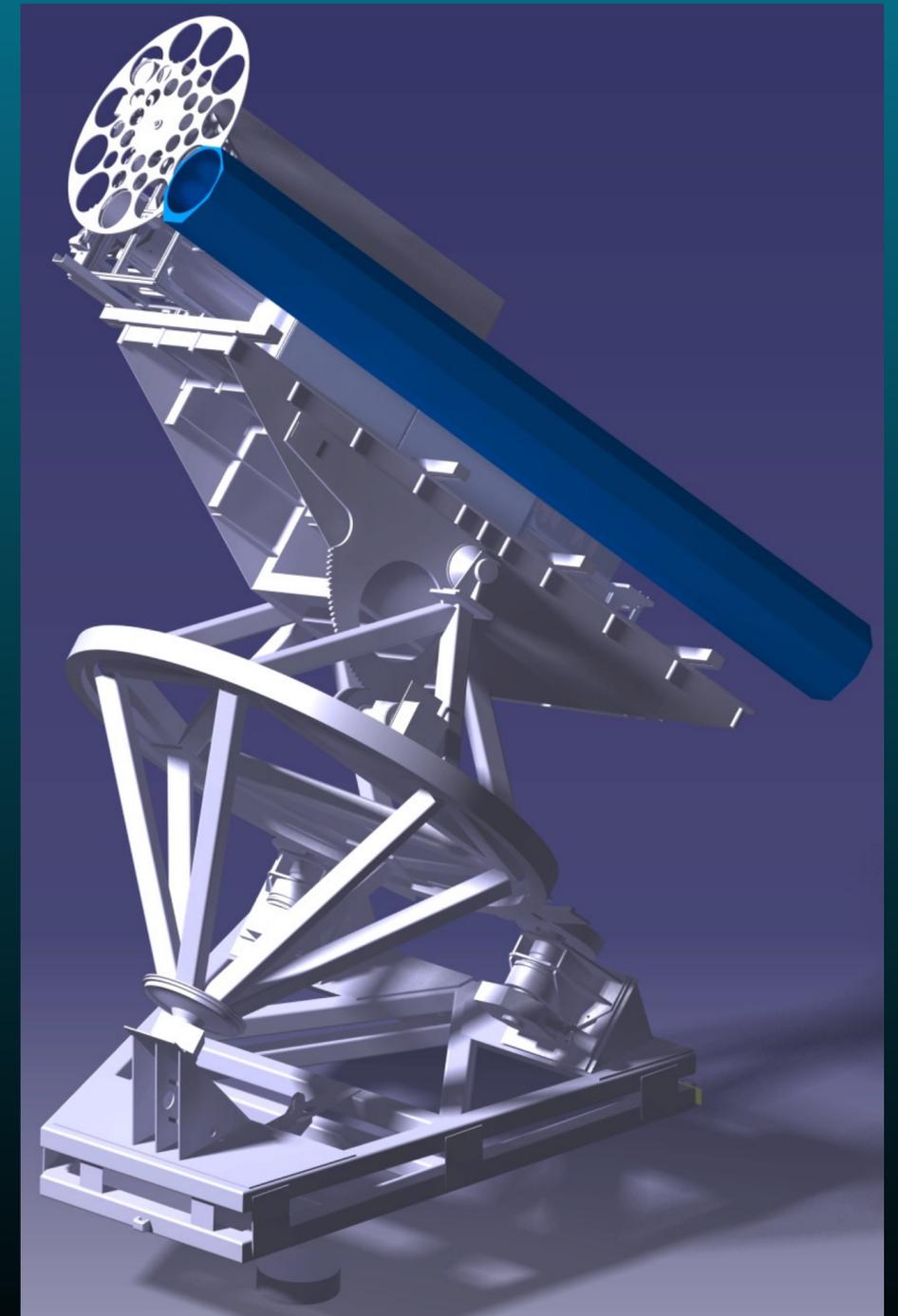


# C3

Coronographe Fer XIV  
au  
Pic de Midi de Bigorre

Patrick MULLER  
Franck VAISSIERE  
Observateurs Associés



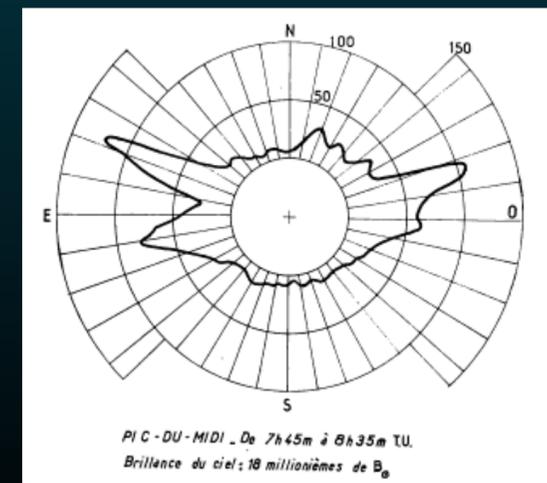
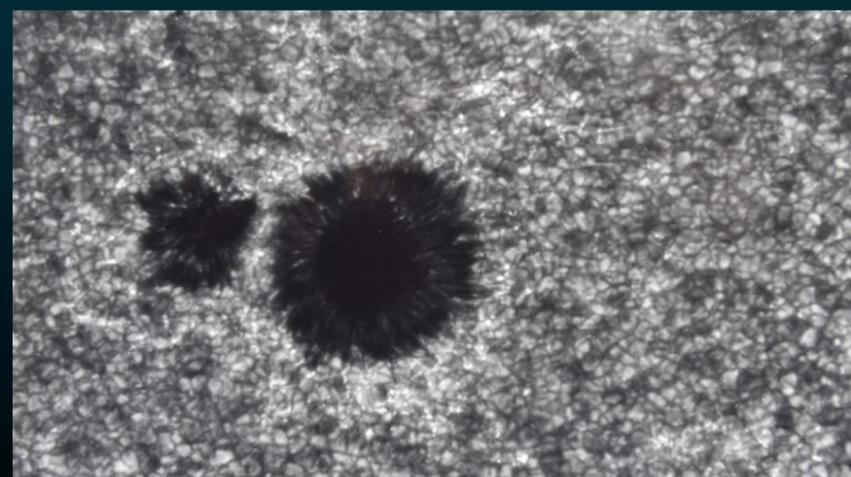
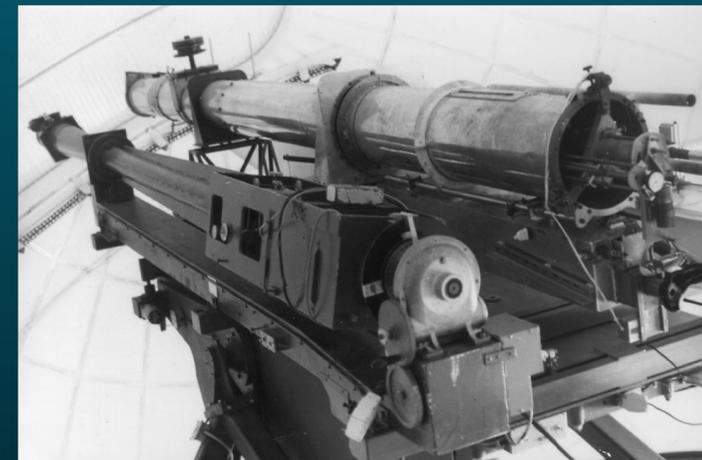
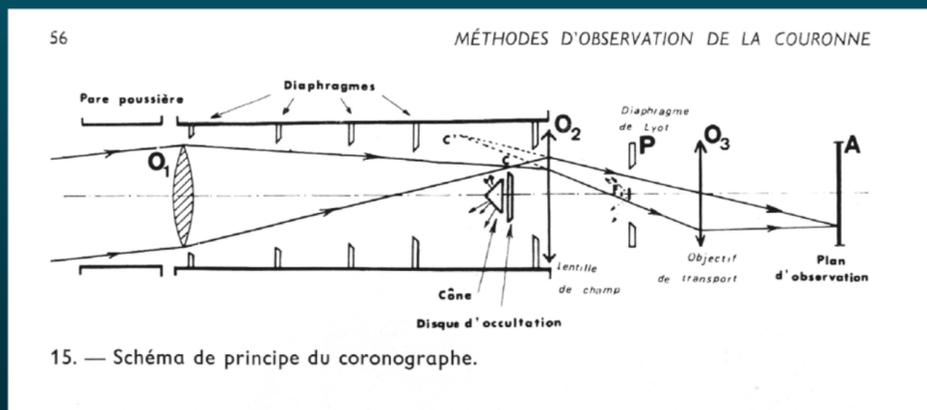
# Plusieurs décennies d'observations solaires au Pic du midi

1930: Bernard Lyot.

De 1944 à 1976: spectro-coronographe de Lyot, coro-polarimètre, Lunette Jean Rösch, grand spectrographe Michard.

But: comprendre l'activité magnétique solaire et ses phénomènes

5 nouvelles coupoles au Pic ... dont 4 seront « solaires »



## 1986 - 89: préparation mission SOHO

JC Noëns: le Pic du midi doit pouvoir s'impliquer dans le support base sol du satellite.

Collaboration avec Max Plank Institute, coronographe embarqué LASCO sur SOHO.

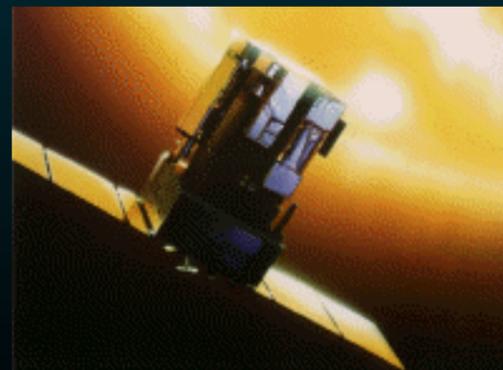
Nov 1989: construction du « petit coronographe » HACO, observer l'évolution des phénomènes chromosphère/basse couronne.

MAIS !, observation quotidienne requise...

Nécessité de créer une équipe d'observateurs bénévoles "associés" au programme.

9 mars 1995: 1<sup>ere</sup> journée d'observation, le support Base sol SOHO est donc assuré (en partie).

2 déc 1995: lancement de SOHO



Oct 1995: la base de données solaire BASS2000 est opérationnelle.

15 déc 1998: création et dépôt en préfecture des statuts de L'Association des Observateurs Associés (AOA). A. Bücher est son premier président.

1998-2000: époque des "grands travaux" au Pic du midi.

Construction d'une nouvelle coupole où seront transférés la table équatoriale de la coupole Baillaud, le spectro-coronographe MSCO 20 cm et HACO.

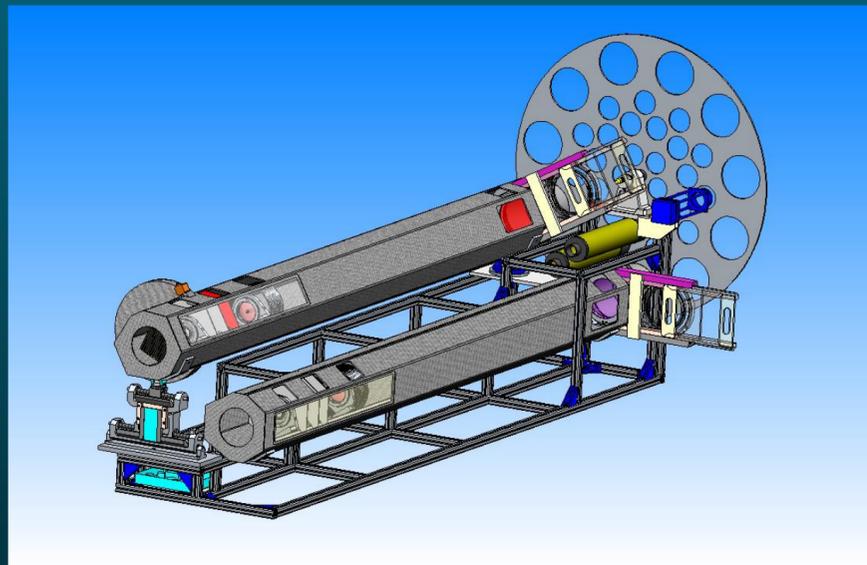
A la même époque, après financement de la nouvelle coupole et installation, restriction budgétaire sévère qui pointe alors vers un arrêt des observations systématiques HACO, sauf à financer les séjours au Pic !

Printemps 1999: parution dans Astronomie Magazine n°2 d'un article de JC Noëns relatant les difficultés et appel au mécénat. S.Rochain y est sensible, il en fait part à Ch. Latouche P.D.G de FIDUCIAL.

2 nov 1999: signature contrat de parrainage avec FIDUCIAL.

5 mai 2000: signature convention UPS/OMP/AOA.

2000 - 2007: observations systématiques avec HACO 50 semaines/an.  
Lancement et études du projet CLIMSO entièrement développé et financé par l'AOA.  
CLIMSO= batterie de deux coros 20 cm et de deux lunettes Coronado 90 mm.



9 sept 2007: inauguration de  
CLIMSO

2017: Jouvence  
informatique + IHM



# CLIMSO, un ensemble complet pour observer le Soleil

2 coronographes (C1, C2)  
2 lunettes Coronado (L1 et L2)

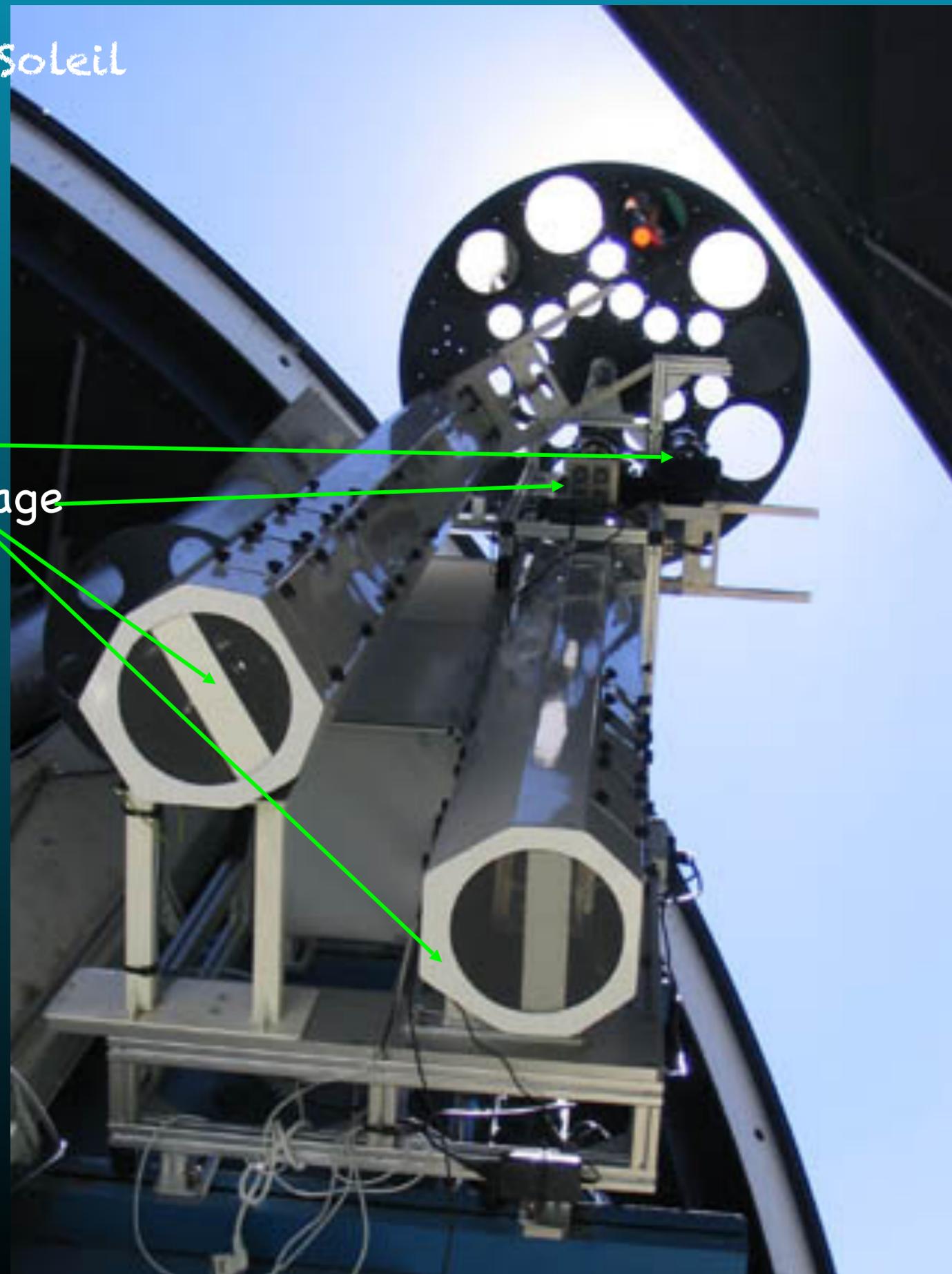
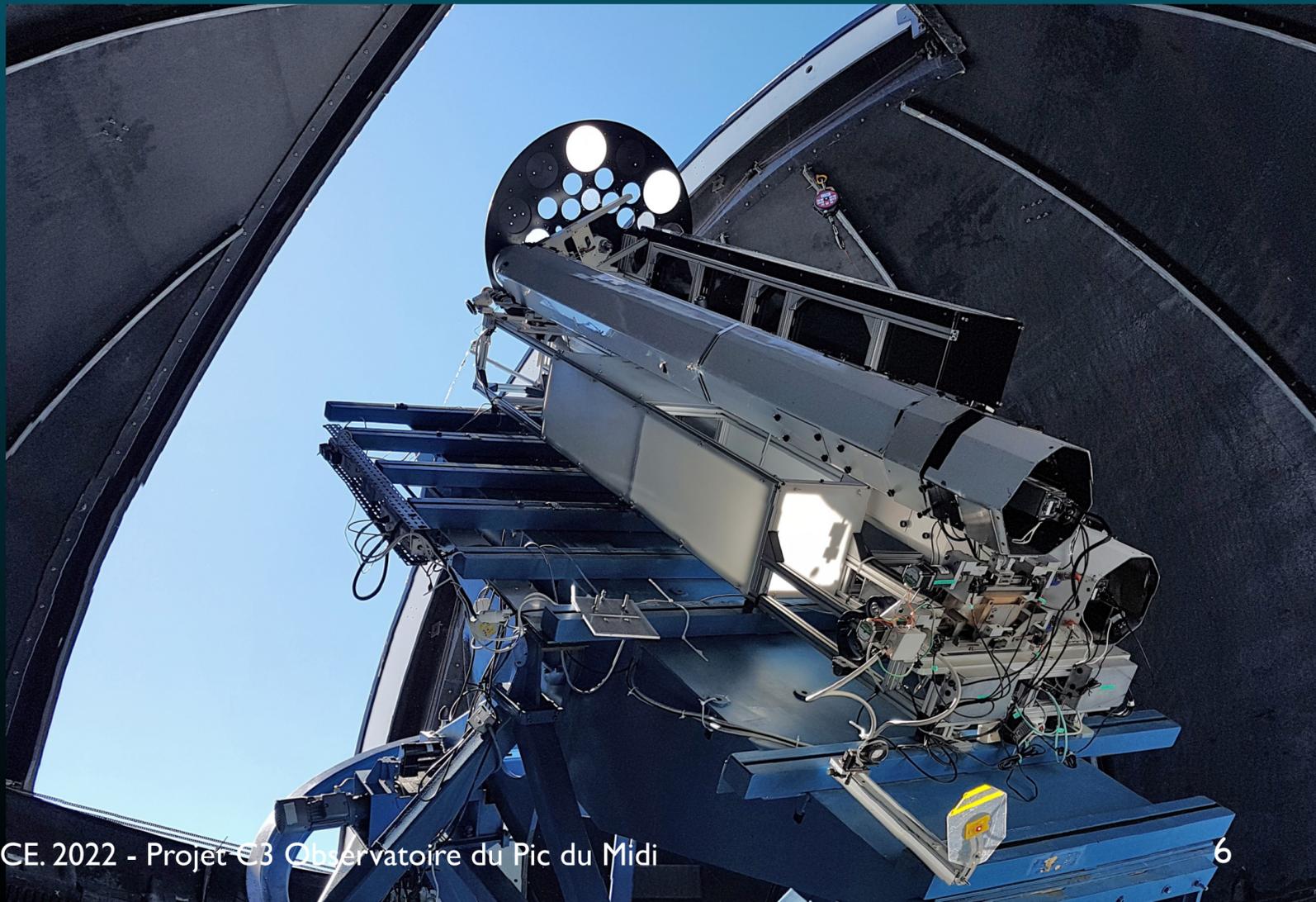


C1 ; filtre H alpha (basse couronne froide)

C2 : filtres HeI et Fe XIII (couronne chaude)

L1 : filtre H alpha (surface, ions légers)

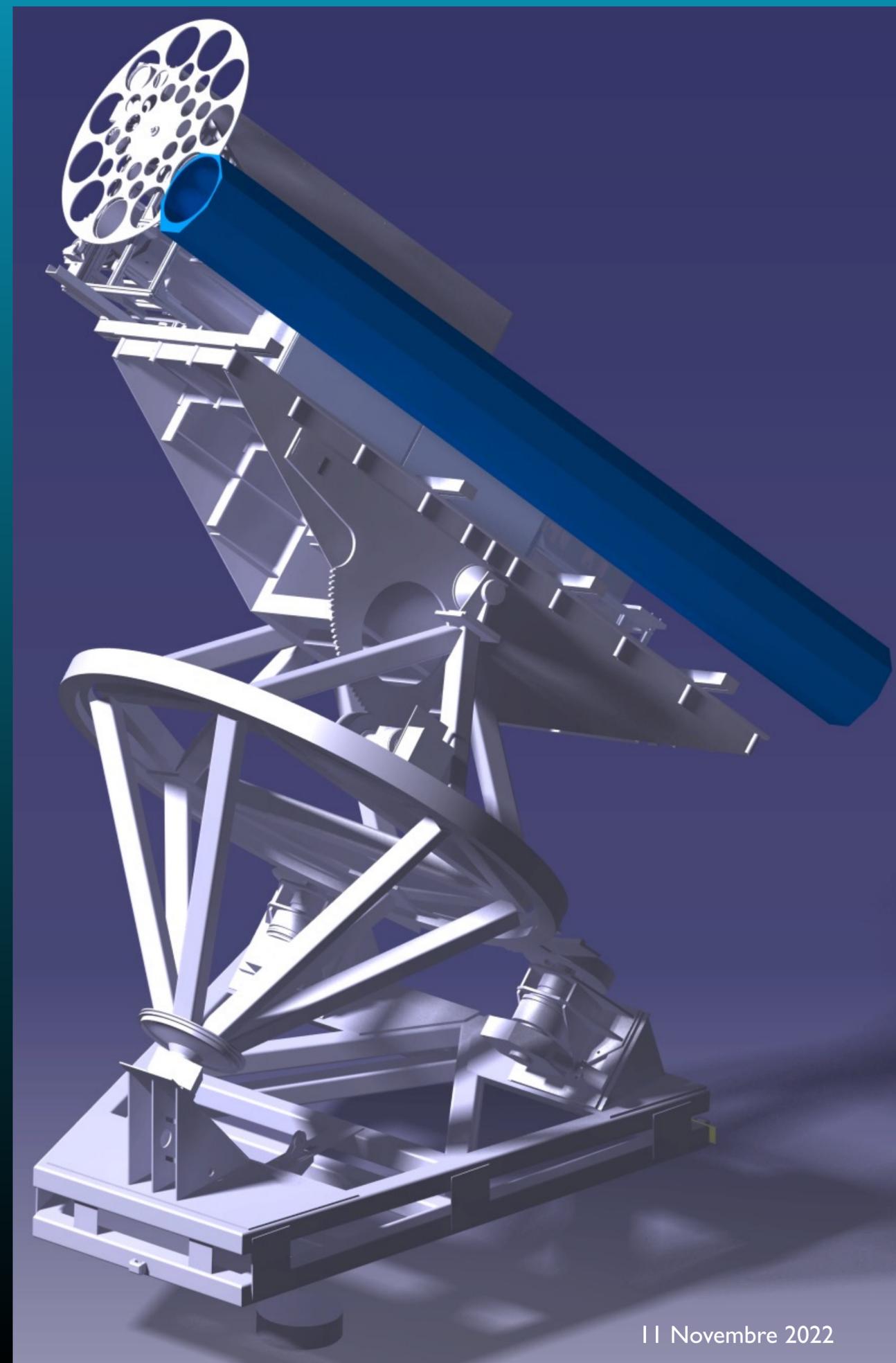
L2 : filtres CaII, K (surface, ions lourds, activité maillage magnétique)



- Le Fer 13 ( $10747 \text{ \AA}$ ) sur C2 CLIMSO

- Projet C3

- coronographe Fer XIV ( $5303 \text{ \AA}$ )



# C2 Fe XIII

- Mars 2015 adaptation d'un système de flip pour changer de filtre sur C2, pour passer de l'He 10830 Å au Fer XIII 10747 Å.
- Les OA effectueront des images dans cette raie jusqu'en 2019.
- La manipe reste toujours opérationnelle, mais n'est plus utilisée.

# C2 Fe XIII

## Objectifs de la manipe Fe XIII:

- Peut-on voir la couronne chaude AVEC CLIMSO?
- Combien de jours par an?
- Quel est la bonne technique de modulation?
- Quelle est la bonne raie spectrale?



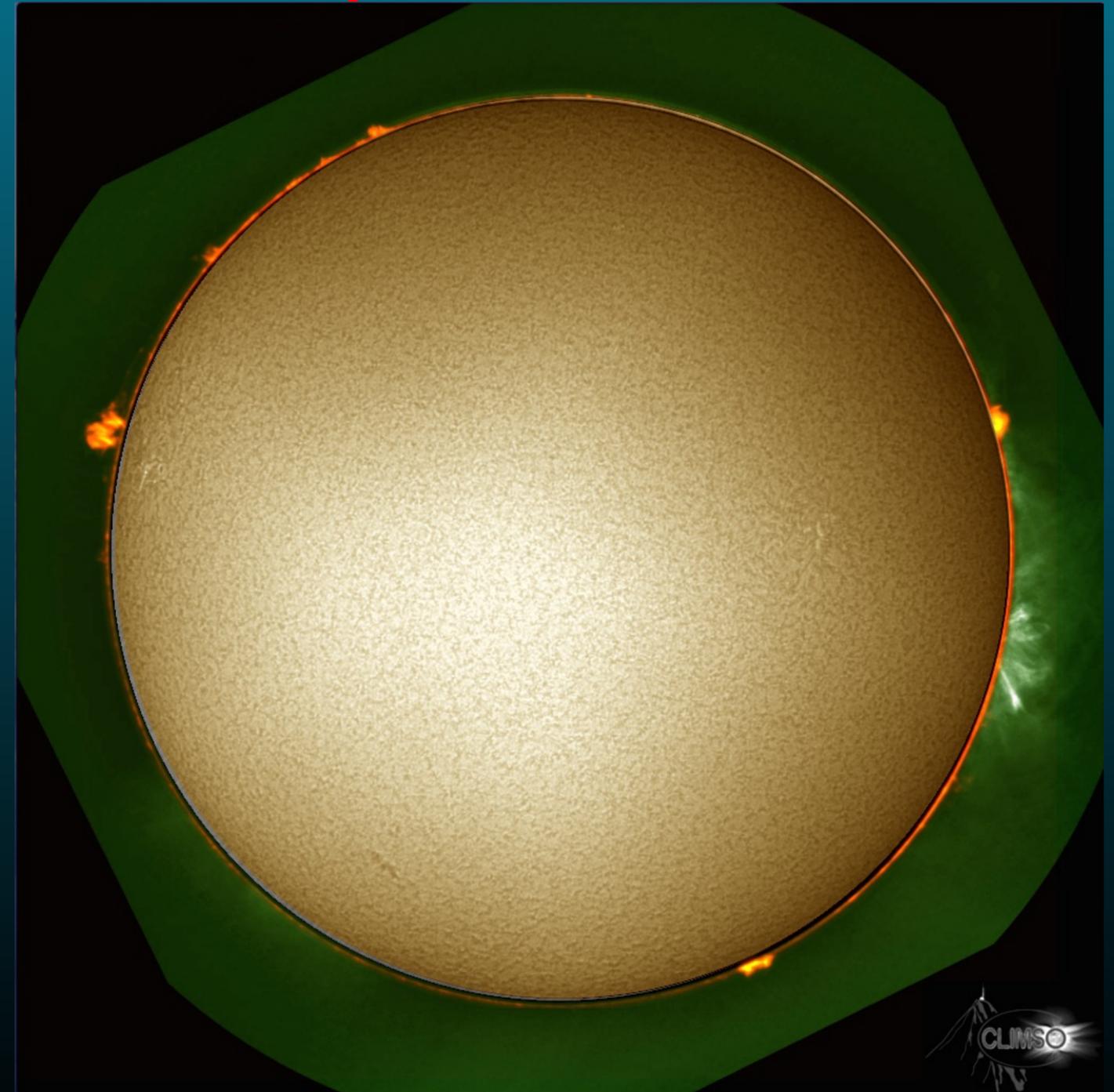
C2 Fe

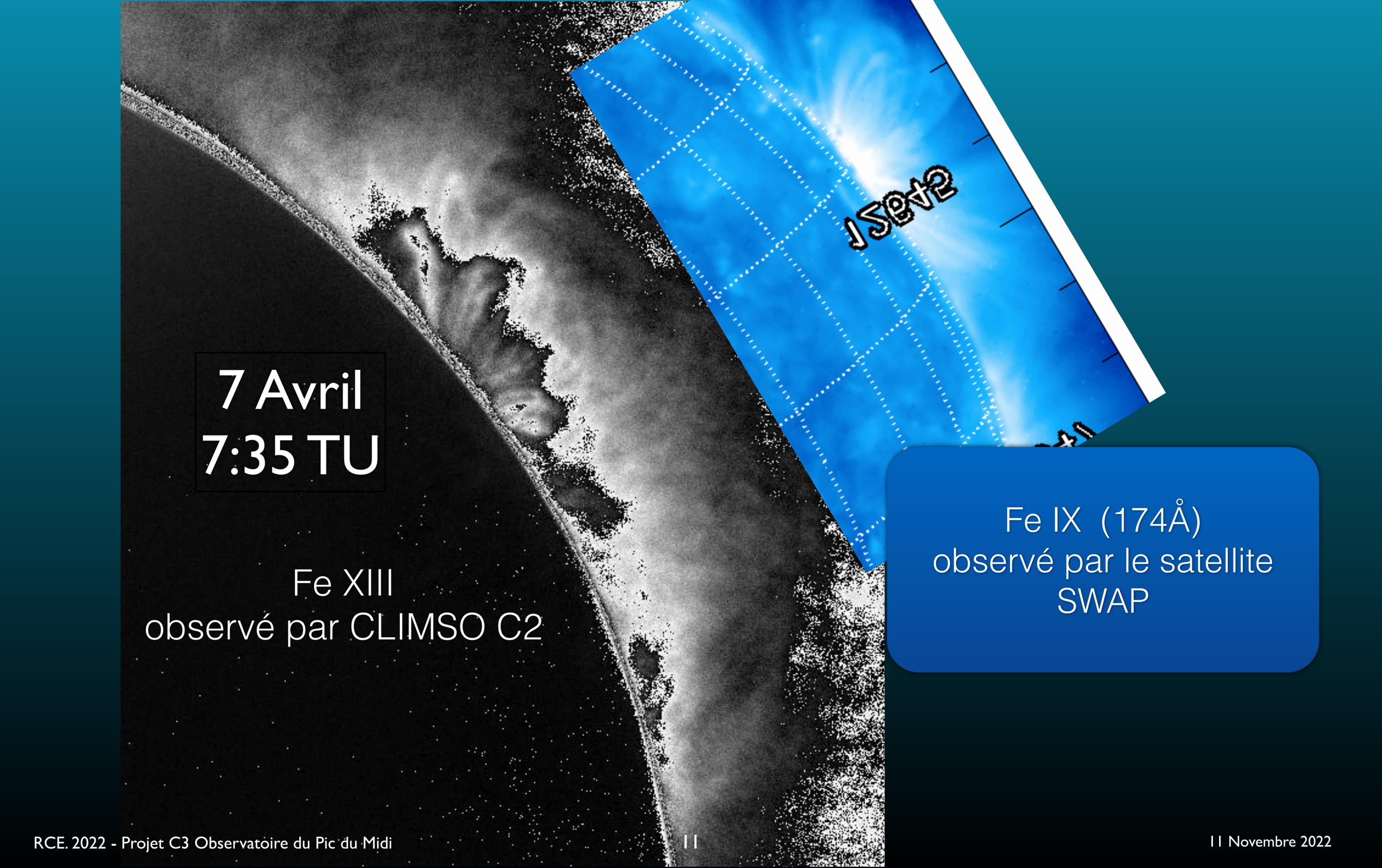
XIII

La réponse est OUI!

Objectifs de la manipe  
Fe XIII:

- Peut-on voir la couronne chaude AVEC CLIMSO?
- Combien de jours par an?
- Quel est la bonne technique de modulation?
- Quelle est la bonne raie spectrale?





7 Avril  
7:35 TU

Fe XIII  
observé par CLIMSO C2

Fe IX (174Å)  
observé par le satellite  
SWAP

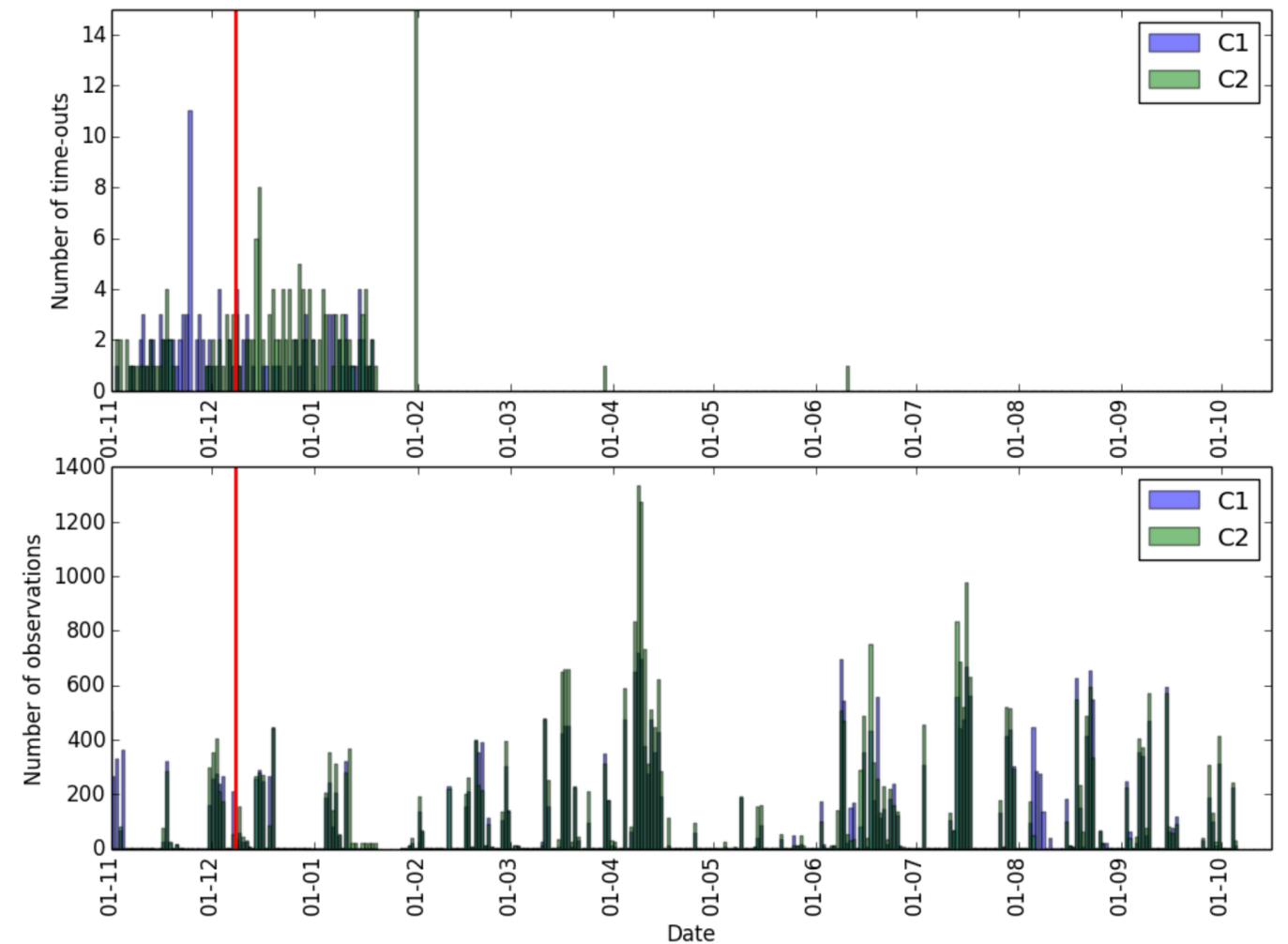
# C2 Fe XIII

## Objectifs de la manipe Fe XIII:

- Peut-on voir la couronne chaude AVEC CLIMSO?
- Combien de jours par an?
- Quel est la bonne technique de modulation?
- Quelle est la bonne raie spectrale?

132 jours d'observation en  
FeXIII  
sur 335

180 jours d'observation  
avec C2  
sur 335



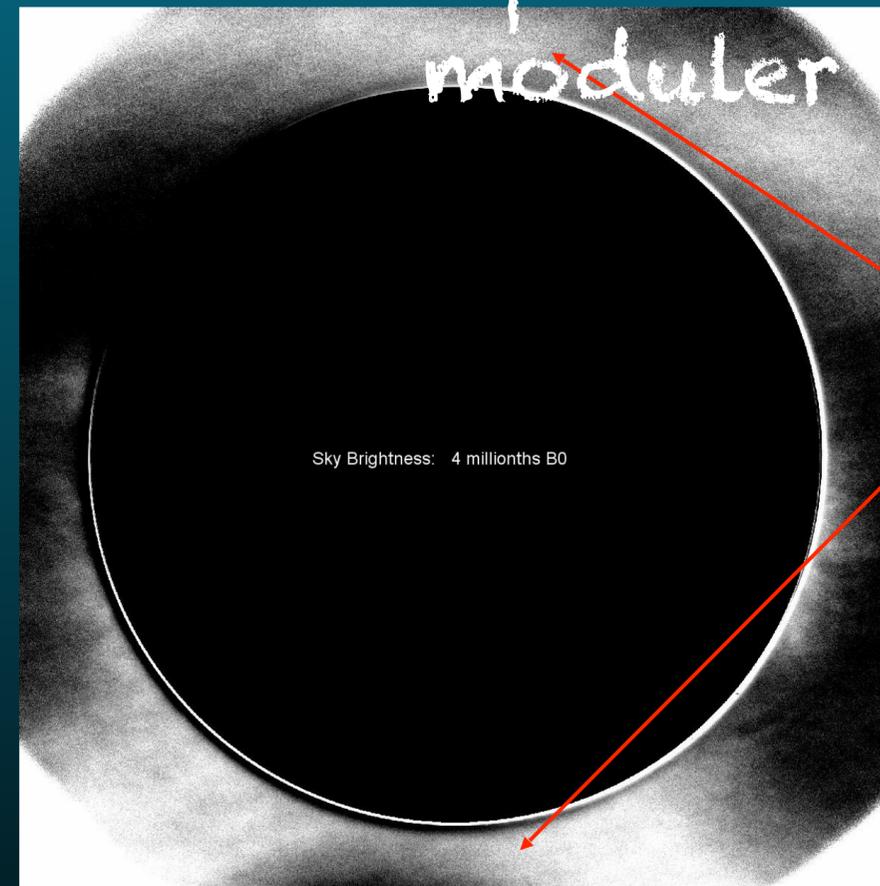
# C2 Fe

# XIII

## Objectifs de la manipe Fe XIII:

- Peut-on voir la couronne chaude AVEC CLIMSO?
- Combien de jours par an?
- Quel est la bonne technique de modulation?
- Quelle est la bonne raie spectrale?

C2 utilise un filtre qui s'incline mécaniquement pour



Images parasites dont on n'arrive à se débarrasser

La technique de modulation de C2 n'est pas satisfaisante: C3 devra faire autrement

# C2 Fe XIII

## Objectifs de la manipe

### Fe XIII:

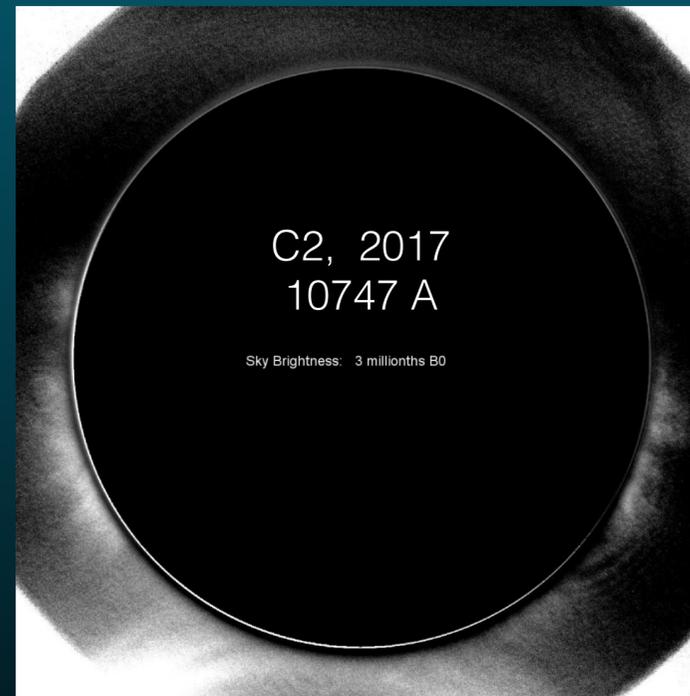
- Peut-on voir la couronne chaude AVEC CLIMSO?
- Combien de jours par an?
- Quel est la bonne technique de modulation?
- Quelle est la bonne raie spectrale?

Camera ZYLA:

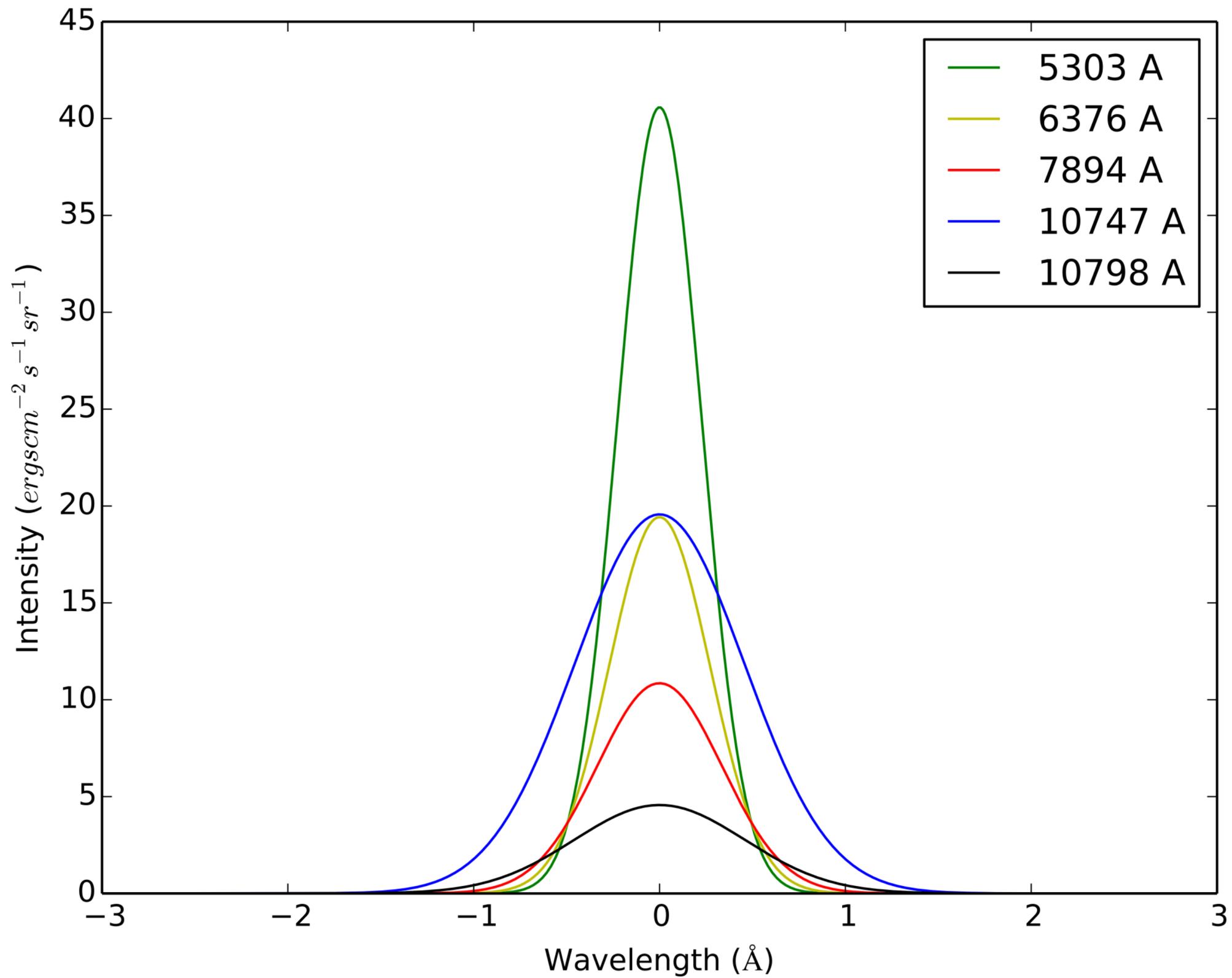
<0.5% efficacité à 10747 Å !!

Temps de pose:

10 x 0.6 secondes. Trop lent!!



80% d'efficacité à 5303 Å :  
raie verte



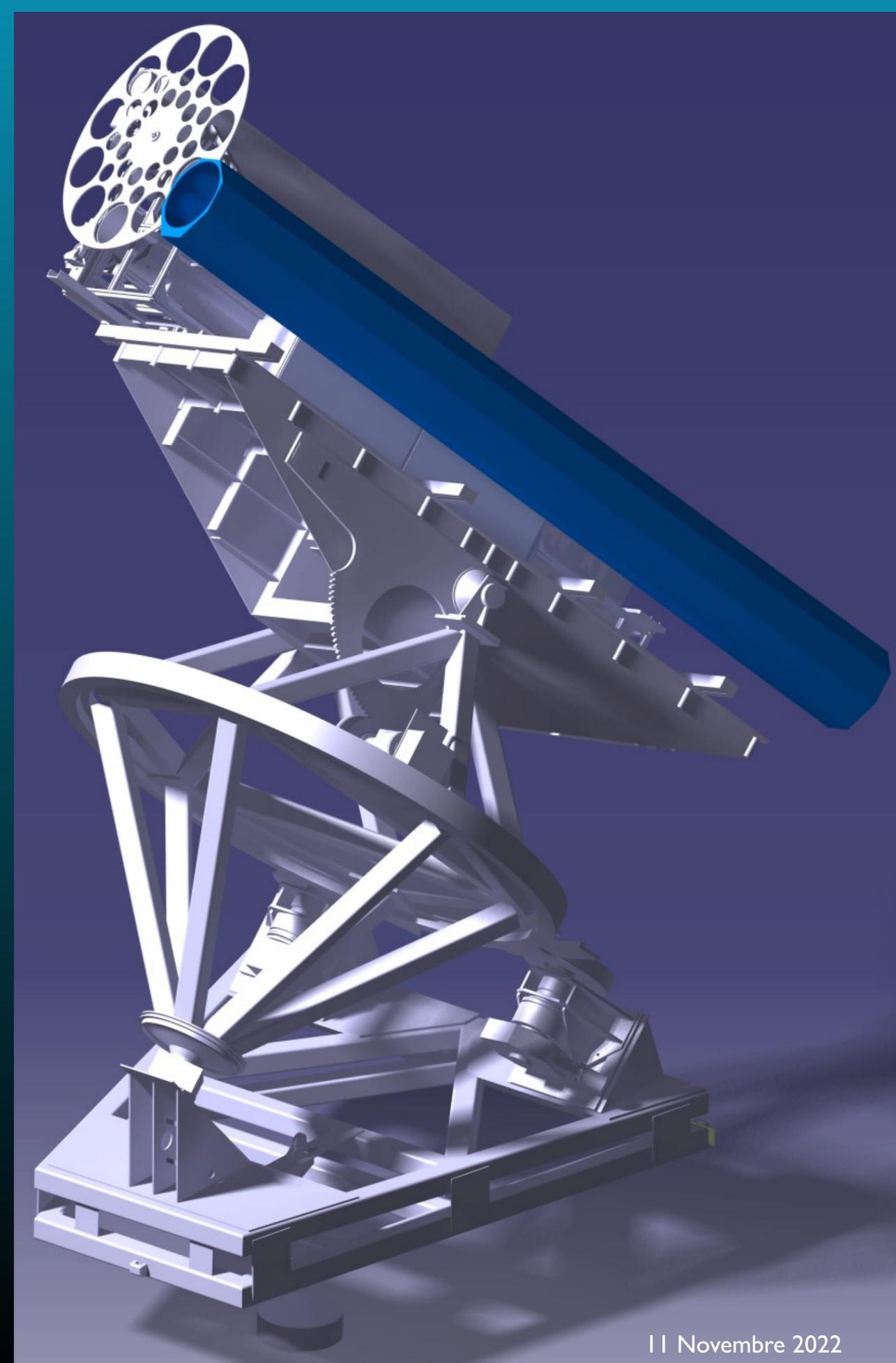
# Fe XIII : Conclusions

1. On voit la couronne
2. On voit la couronne 100 jours/an
3. On voit la couronne dans l'IR avec une camera aveugle
4. On va changer de raie: pour la raie verte à  $5303 \text{ \AA}$  > 200 fois plus de sensibilité à la détection
5. On va changer de technique de modulation: rotations

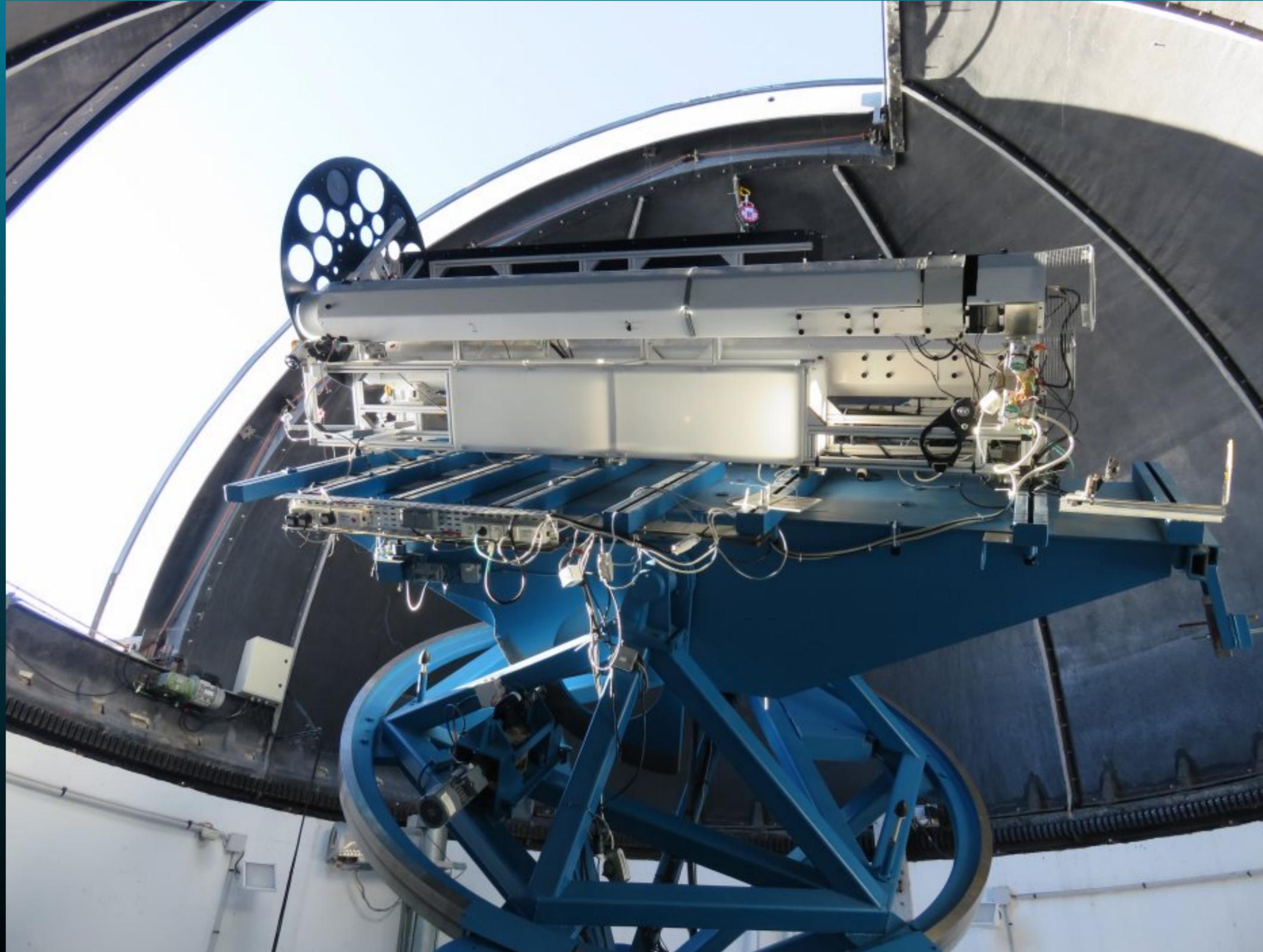
# Le C3

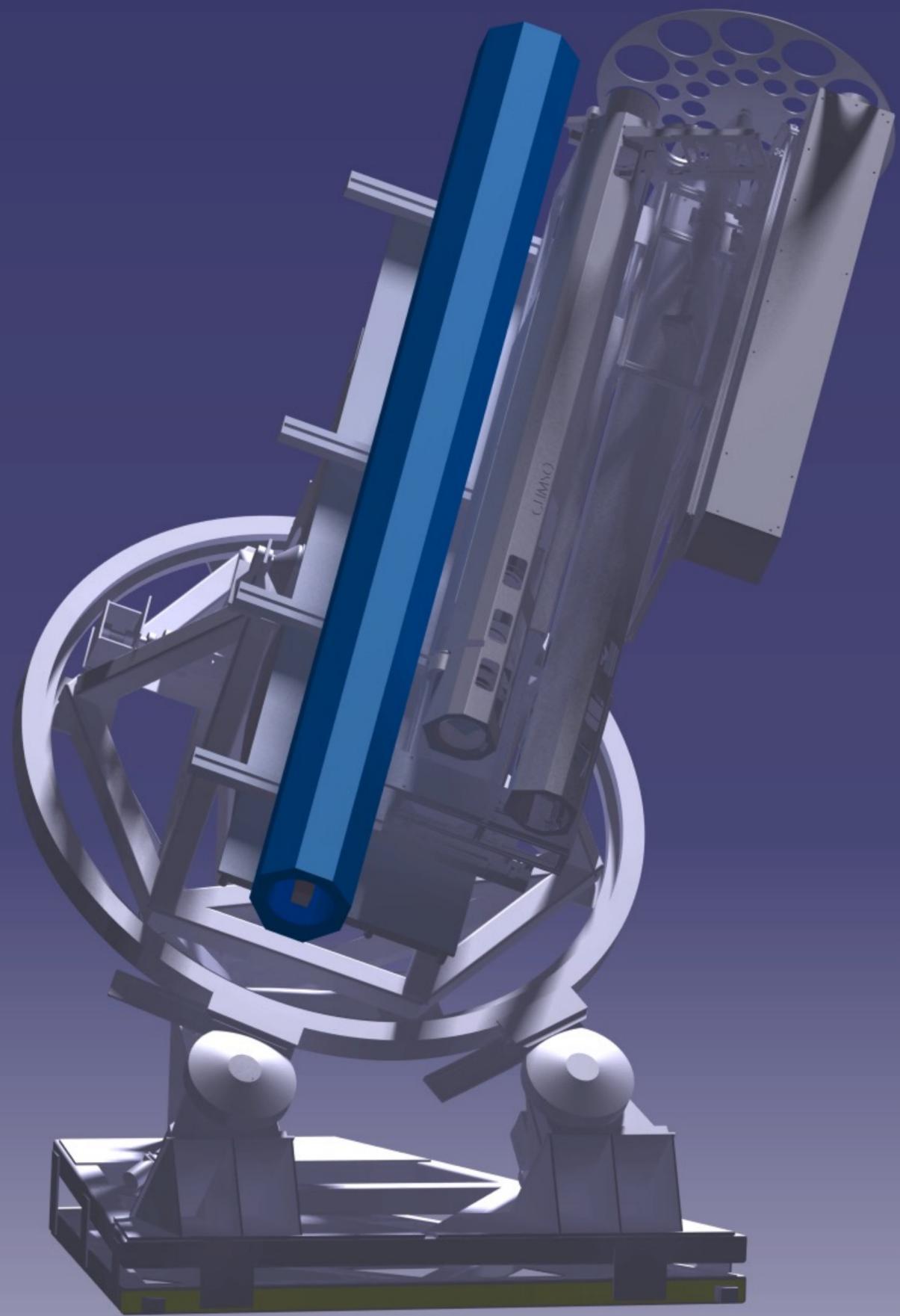
## Pourquoi faire C3?

La finalité sera, à terme, la mesure du champ magnétique et la vitesse du plasma dans la couronne chaude (2 millions K) afin de participer à la compréhension du chauffage coronal et des instabilités source des perturbations de la météo spatiale.



# Quelle Taille et diamètre? C3





# C3

Avec un réflecteur de 40cm de diamètre, nous aurons, au Pic du Midi, le plus grand Coronographe en activité au sol.

# Liste des coronographes par taille

Name	Size(cm)	Place	Status
DKIST	400	Haleakala (Hawaii)	Commissioning
COSMO	100	?	Project
SAYAN	53	Siberia	Closed
Caucase	53	Russia	Closed
Solar-C	50	Haleakala	Closed
CLIMSO C3	42	Pic du Midi	Under Construction
Evans	40	Sacramento Peak	Closing
Mitaka	25	Japan	Closed
Lomnizcky Stit	22	Slovakia	Operational
CoMP	20	Mauna Loa	Operational
CLIMSO C1 & C2	20	Pic du Midi	Operational
K-Cor	20	Mauna Loa	Operational
Rozhen	15	Bulgaria	Operational
Proba 3	14	Space	Under Construction
Ondrejov	15 & 13	Czech Rep.	Closed
LASCO	4.7	Space	Operational
METIS Solar Orbiter	4	Space	Operational

# Démarrage du projet. C3 Financement

Le financement global retenu est réparti à parts égales entre:

-L'IRAP / OMP (contrat CPER « Vision » région Occitanie + CNRS, UPS Toulouse)

-et l'Association « Les Observateurs Associés ».

Ce type de collaboration Etat/Région/Association «Les Observateurs Associés» peut être considéré comme le prolongement naturel de CLIMSO dans la mesure où celui-ci a permis d'envisager comme suite un grand coronographe au Pic du midi dans la lignée de l'histoire astronomique solaire de l'observatoire.

2018

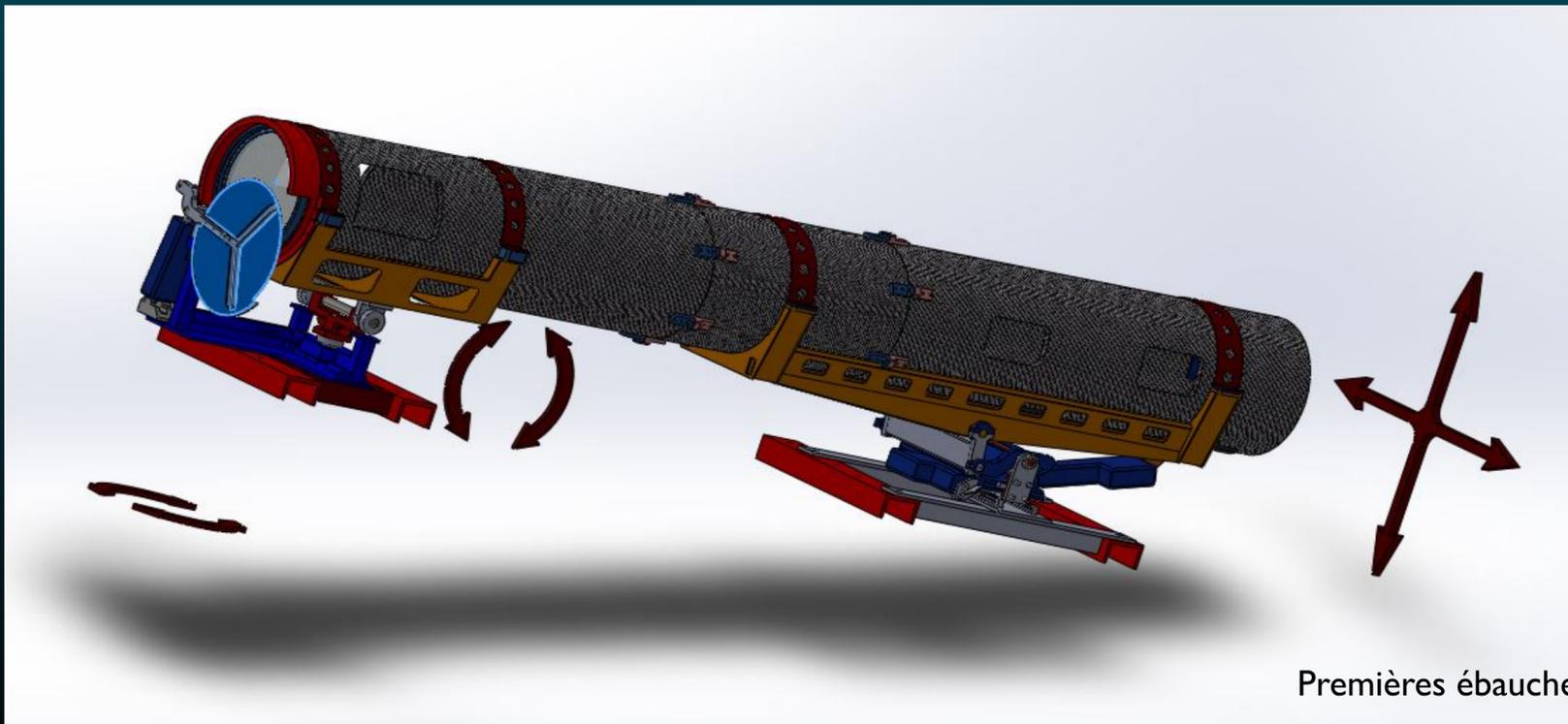
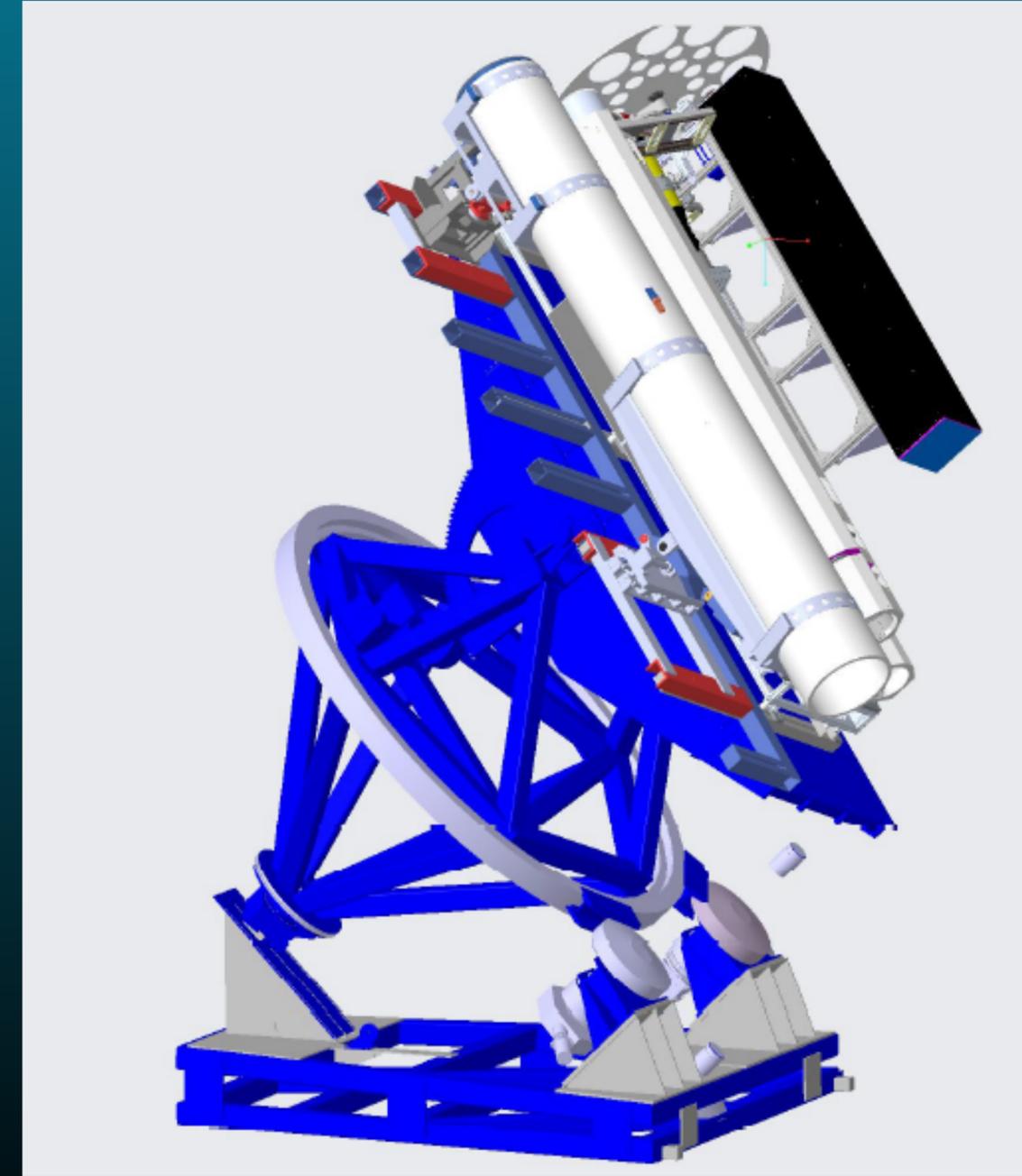
C3

Enfin ce projet démarre !!

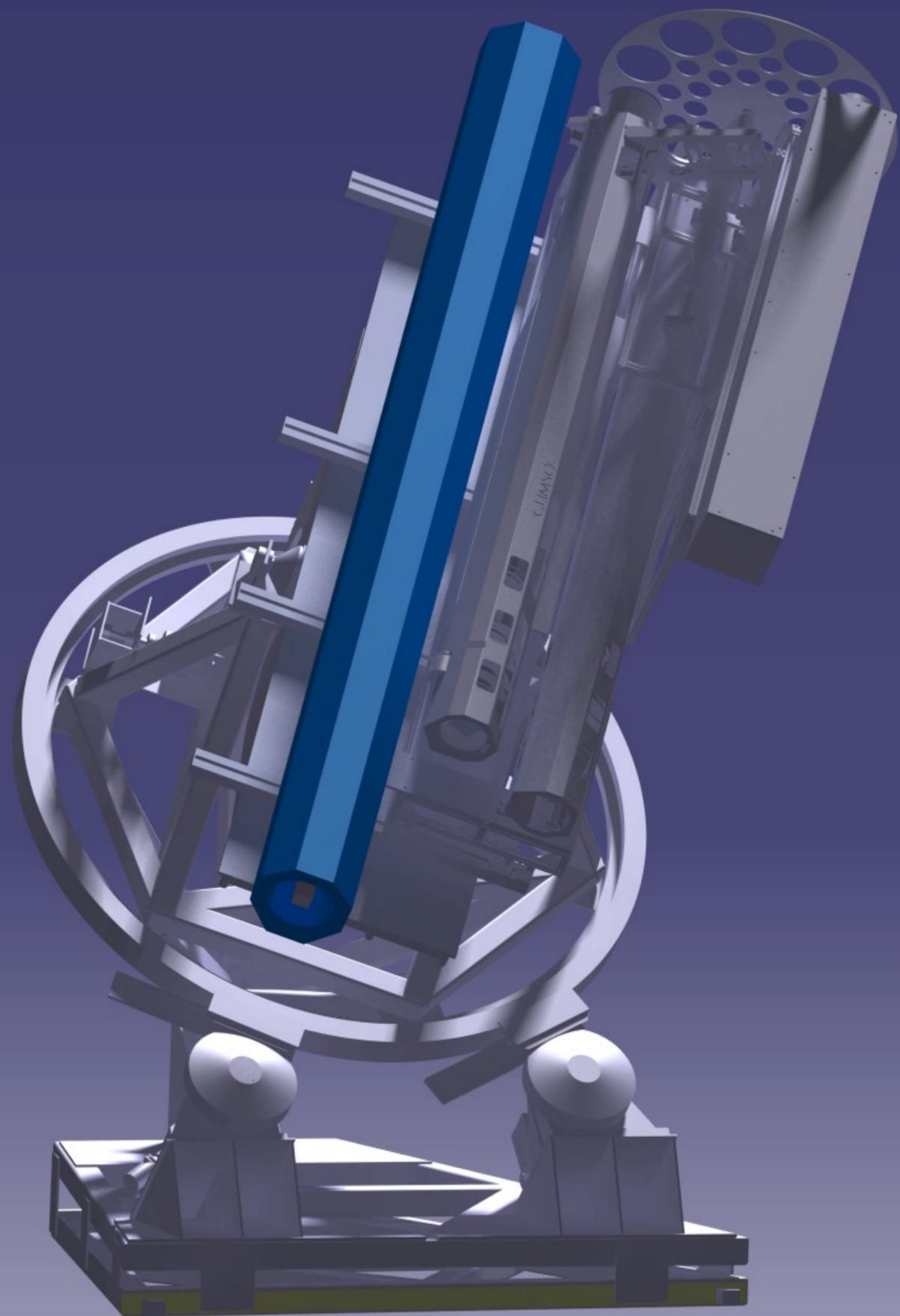
1 stagiaire SupAero (Simon CURIAL)  
démarre les études mécaniques

L. Parès et L. Dettwiler réalisent  
l'étude optique

J.B. Daban prend la direction technique



Premières ébauches



# C3

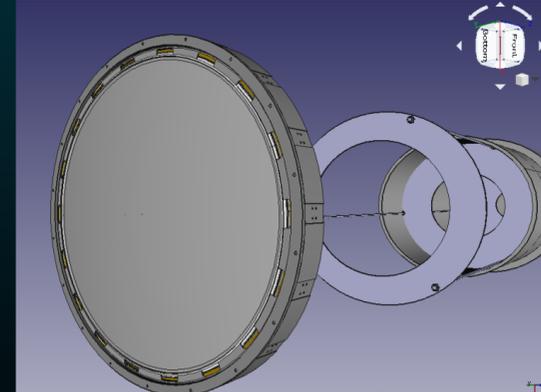
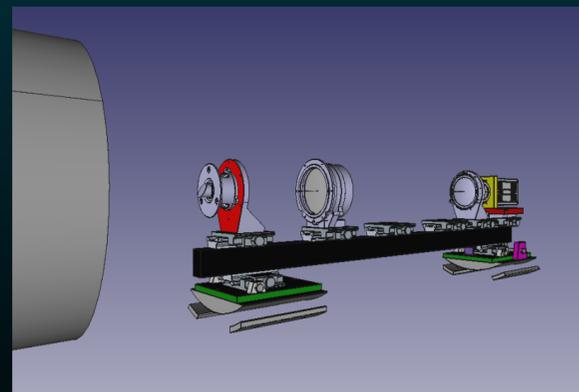
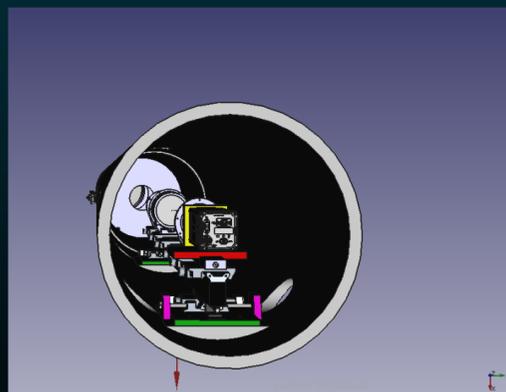
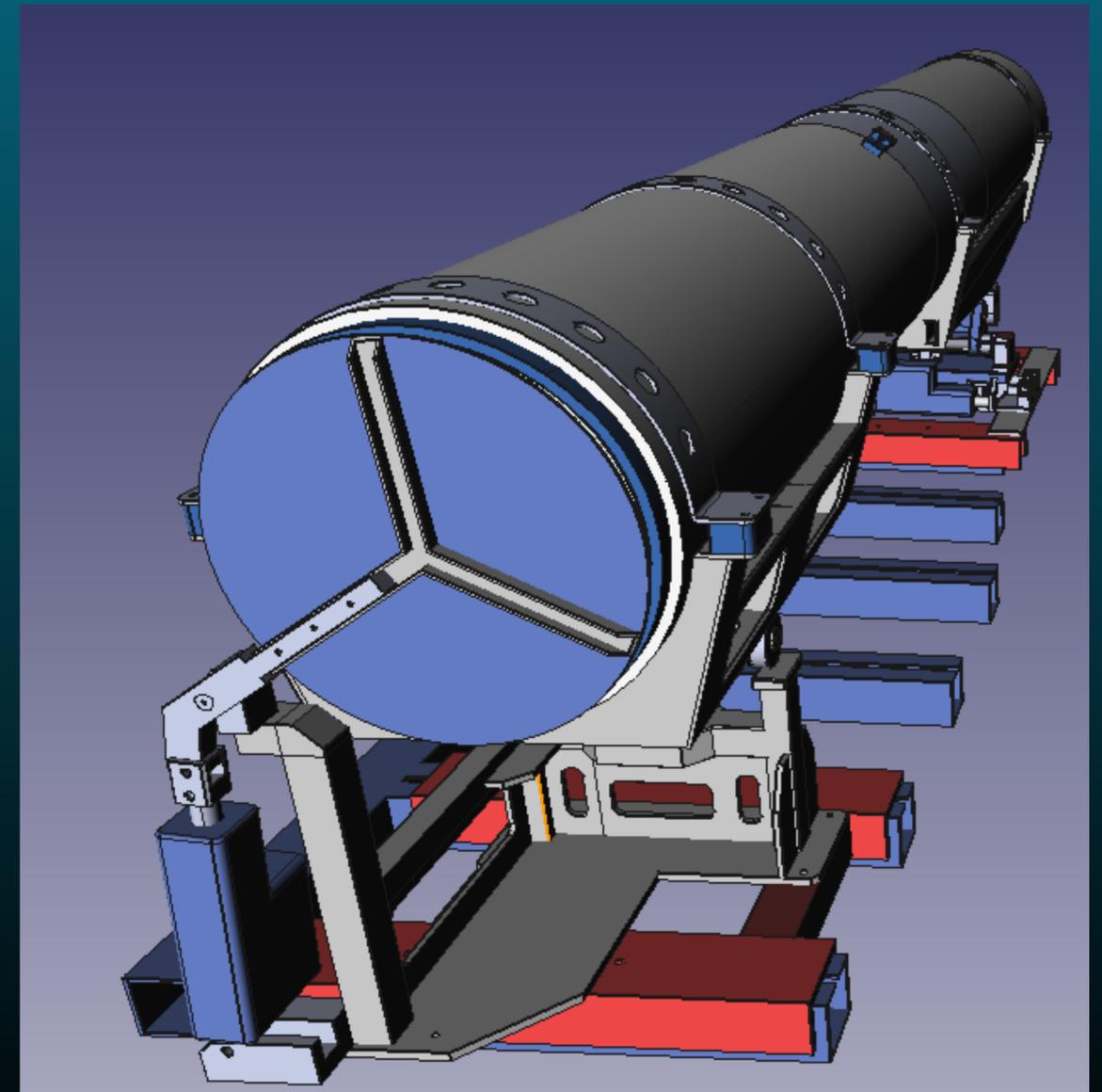
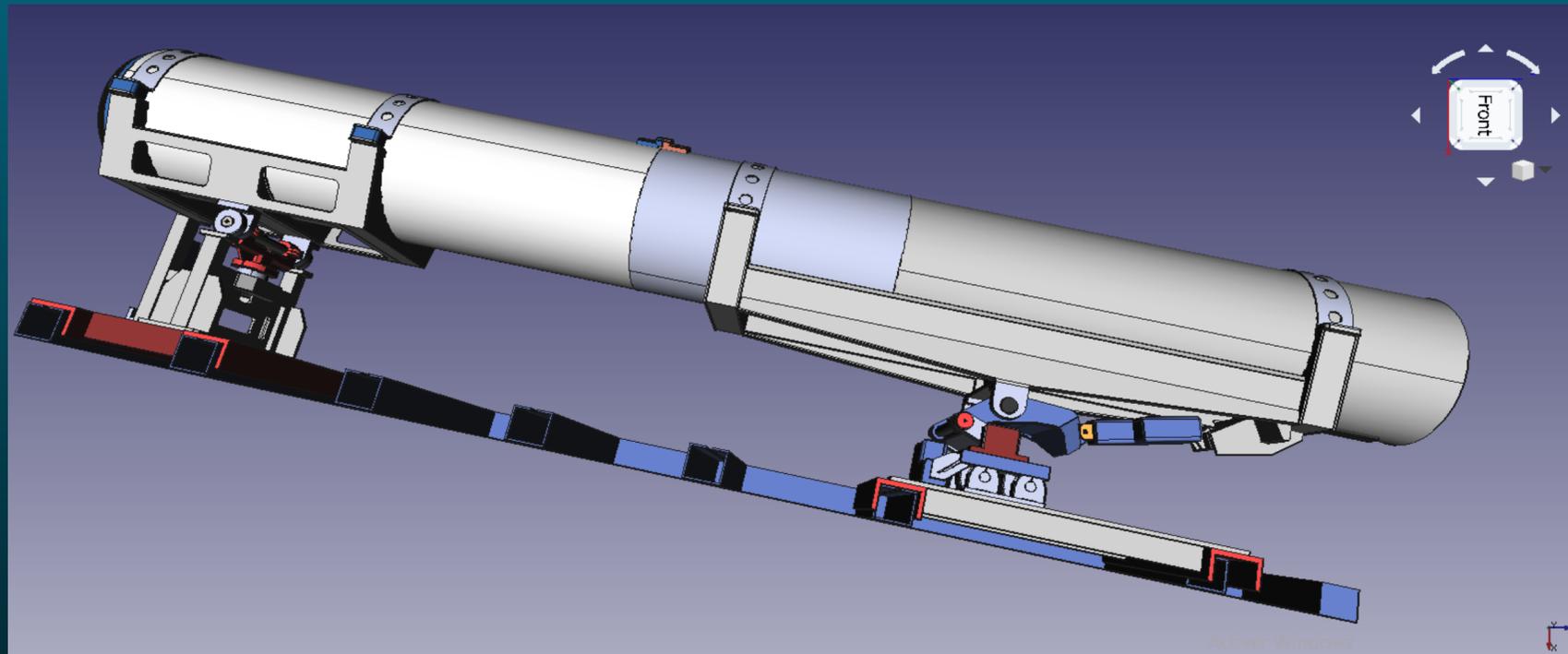
Tube en carbone monobloc longueur: 500 cm  
Barillet porte objectif et virole arrière en titane  
Instrument athermique ( $-20^{\circ}\text{C} / 20^{\circ}\text{C}$ )  
Diamètre utile objectif: 40 cm  
Focale primaire: 320 cm (f/8)

Champ: 2.6 rayons solaires  
Résolution: 1" (camera 4K)  
Equipé d'un filtre de Lyot  
Ouverture: 50mm Longueur: 50mm  
Angle d'incidence: 3 degrés  
Résolution: 0.5 Angstroms

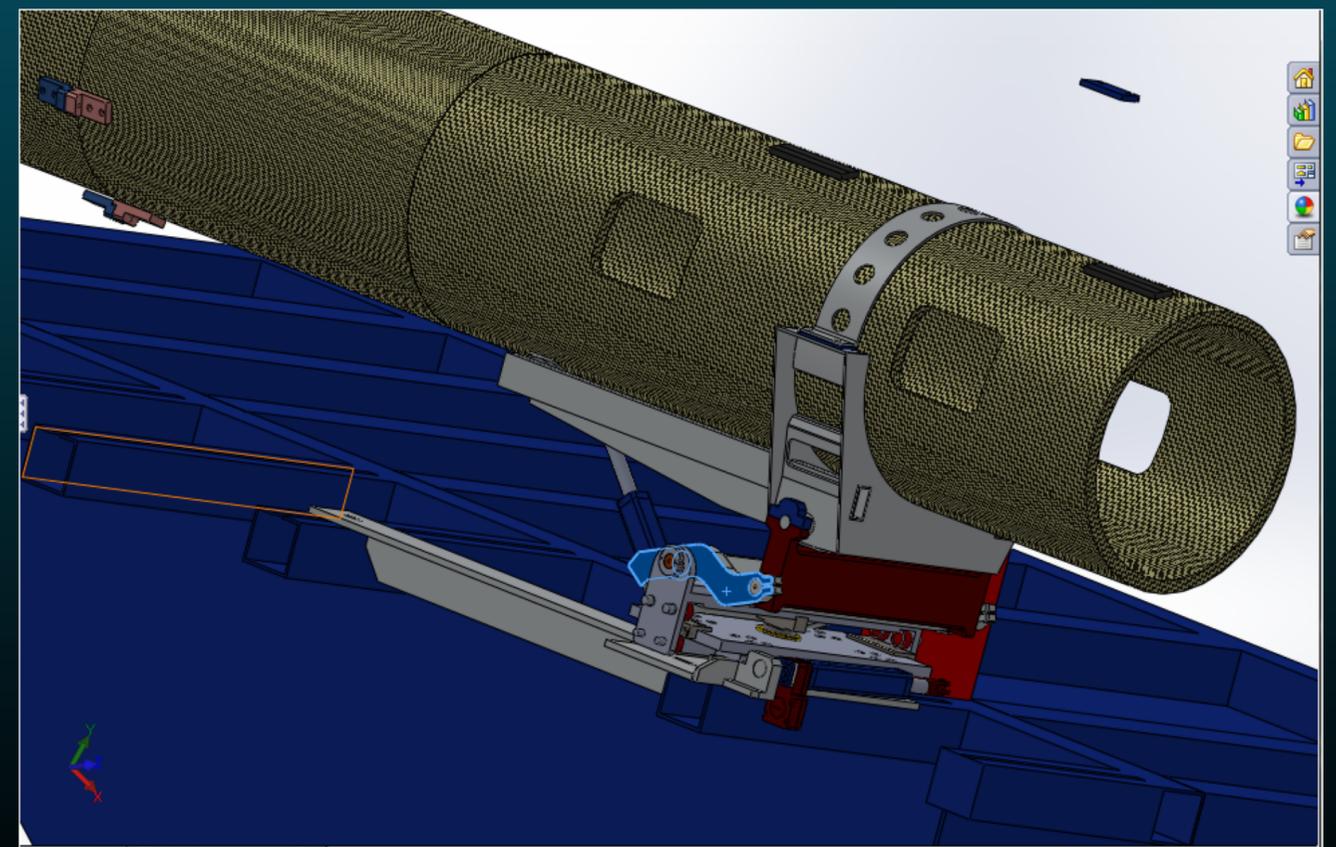
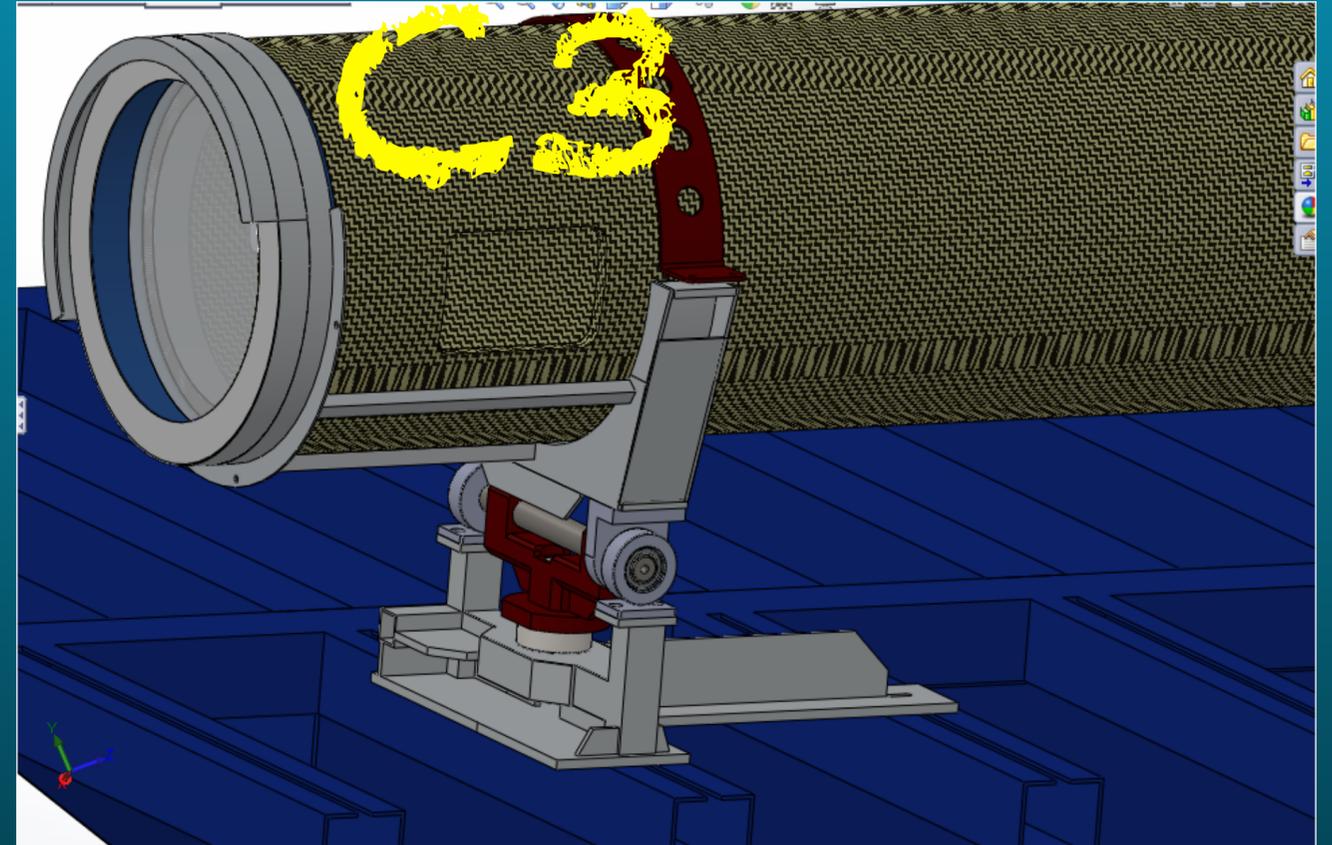
Bande étroite ( $0.25\text{\AA}$ )  
Raie verte du Fe XIV  
Polarimétrie  
Mesure des champs magnétiques  
Mesure des vitesses du plasma

# C3

Le projet est sous maîtrise d'œuvre de L'IRAP / OMP Toulouse Tarbes pour la conception du tube et des éléments optiques.



L'étude, conception et réalisation de la partie maintien support tube, fixations sur table équatoriale, motorisation par vérins électriques, est sous la maîtrise d'œuvre des « Observateurs Associés » au travers de la société CMP Industrie, Caen.



C3

Où en sommes nous aujourd'hui?



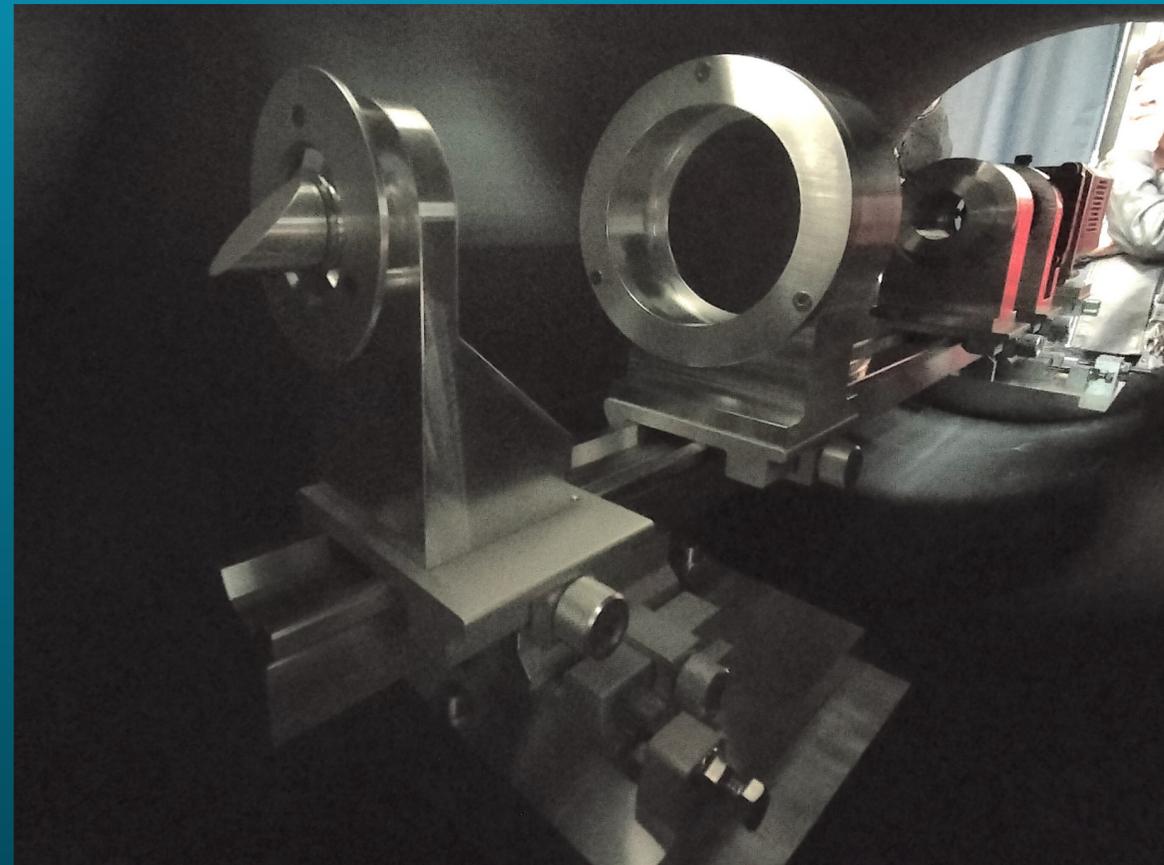
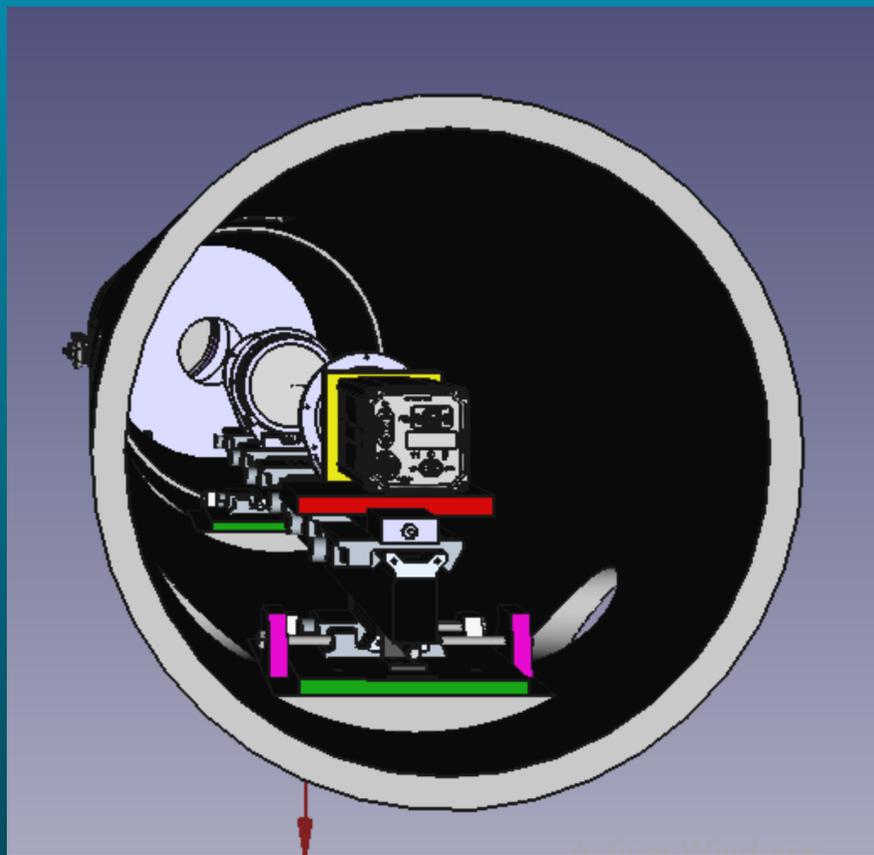
Livraison du tube par le constructeur aux ateliers de Tarbes.



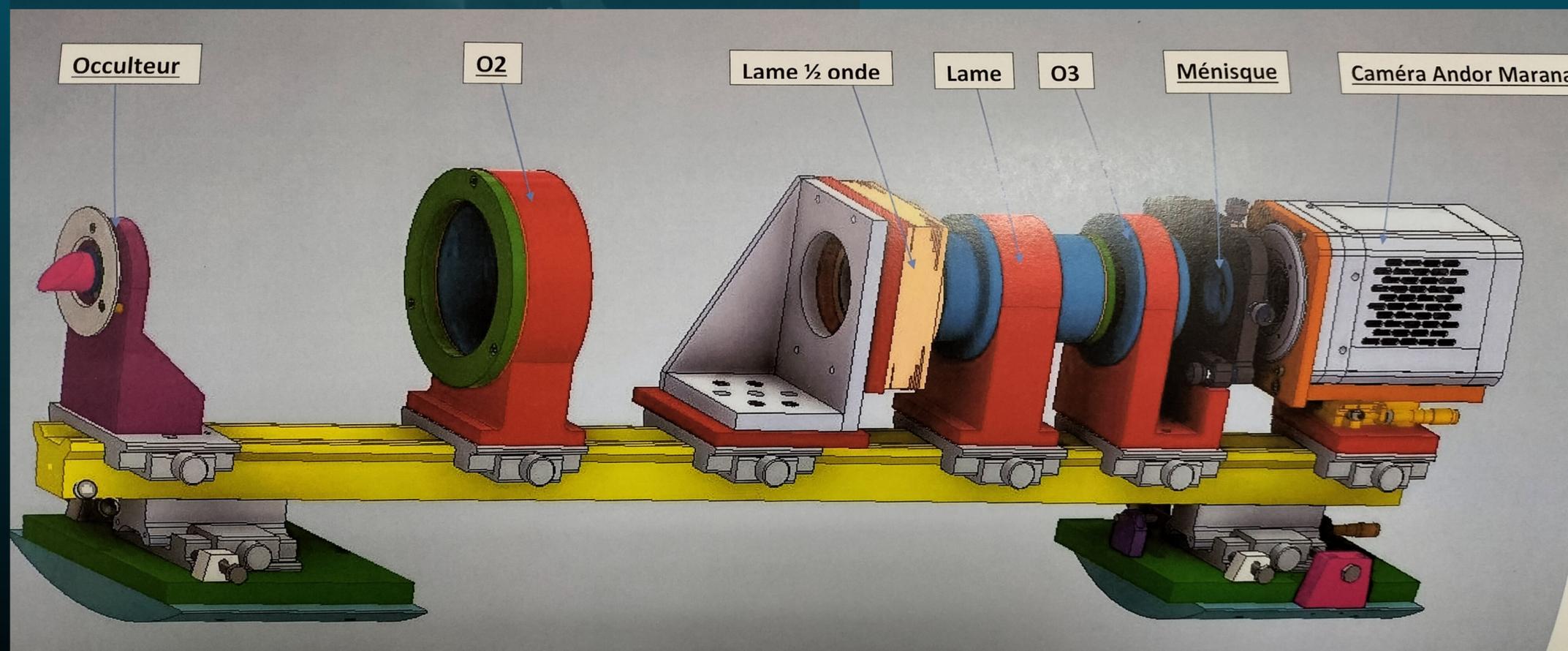
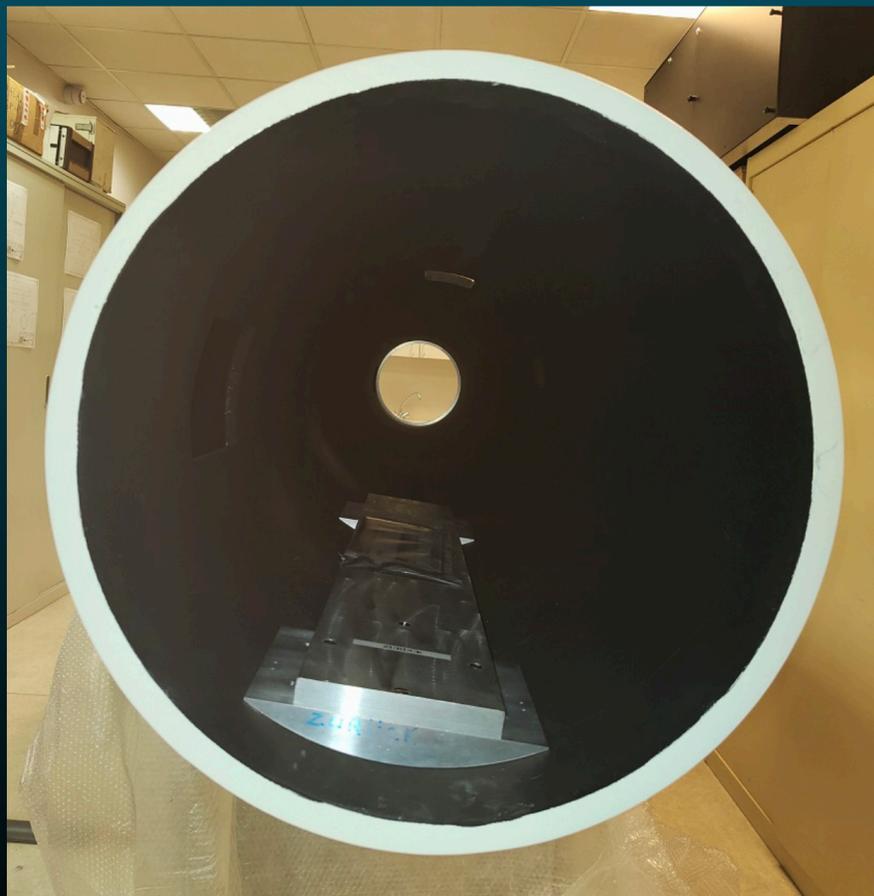
Tube validé par la commission le 07/06/2022

C3

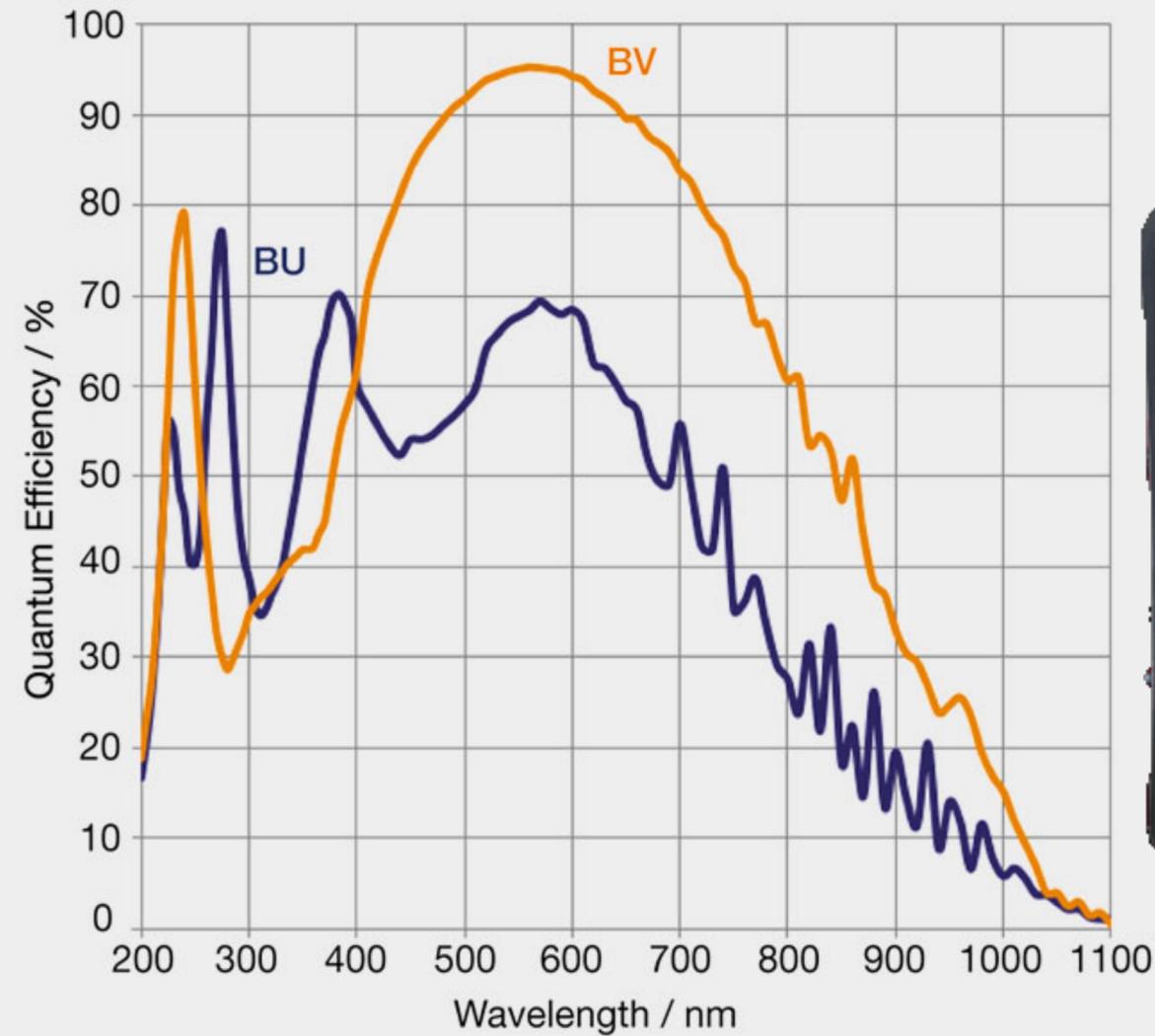
L'anneau de fermeture du barillet et ceux en PTFE qui seront disposés de part et d'autre de la lentille objectif. Livrés début Juin.



Poutre en Invar,  
 supports de disque  
 occulteur et de  
 lentille O2 et O3  
 livrés en juin et  
 en place dans le  
 tube



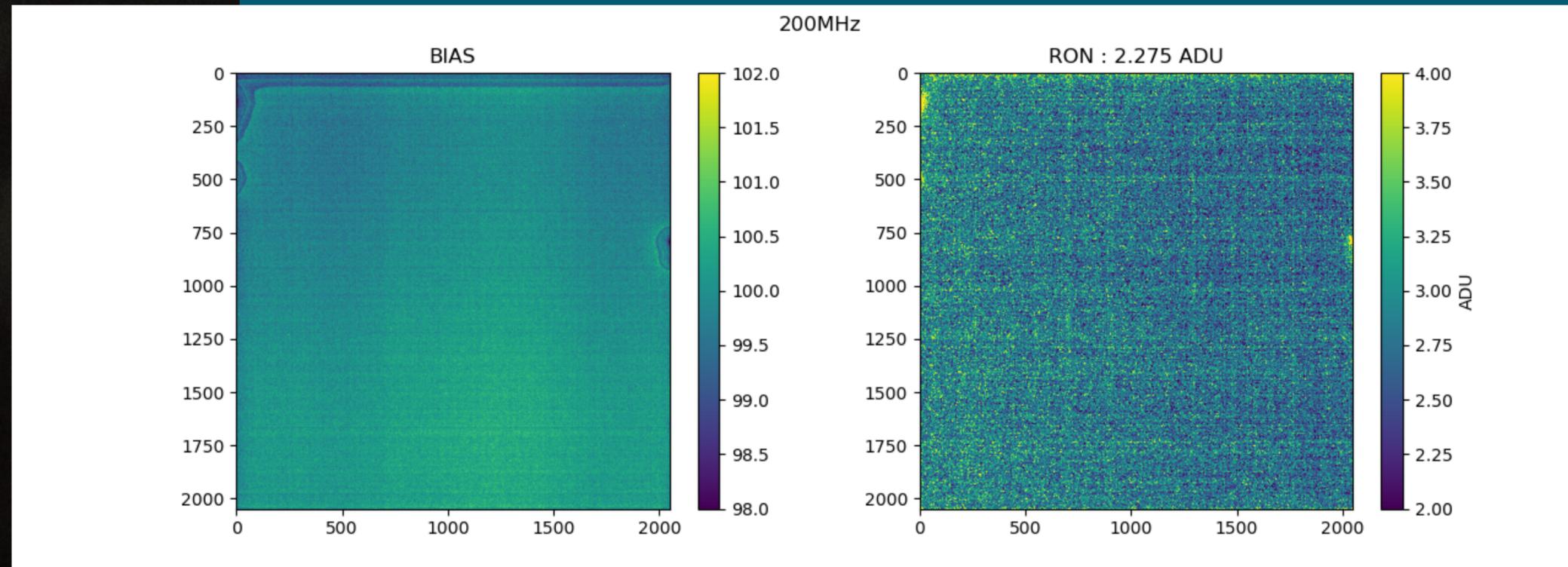
C3



Caméra Andor Marana livrée en Juin actuellement en face de test

C3

Camera en place en phase de test.



C3

Systeme de fixation sur  
monture livré début juillet.  
Prêt à être installé sur la  
monture





# Calendrier... C3

Finition mécaniques (P. Nougué, R. Dorignac): en cours

Contrôle électronique (M. Viau): en cours

Contrôle camera (C. Panetier): en cours

IHM (C. Panetier): en cours

Tests électroniques, contrôles mécanique: en cours

Supports mécaniques monté au Pic: Novembre, pour installations sur la monture

O1: Attendu le ~~10 Octobre~~

Train optique arrière : devis reçu, **commande en cours**

Alignement Optique et tests à Tarbes: avant Mars.....?

Montée du tube au Pic: vers Mars

C3

Après L'installation au Sommet ?

# phase 1

# C3

Validation de l'instrument et des équipages mécaniques.

Phase de réglages et d'apprentissage pour les observateurs

Phase observationnelle

Seulement des images!

# phase 2

# C3

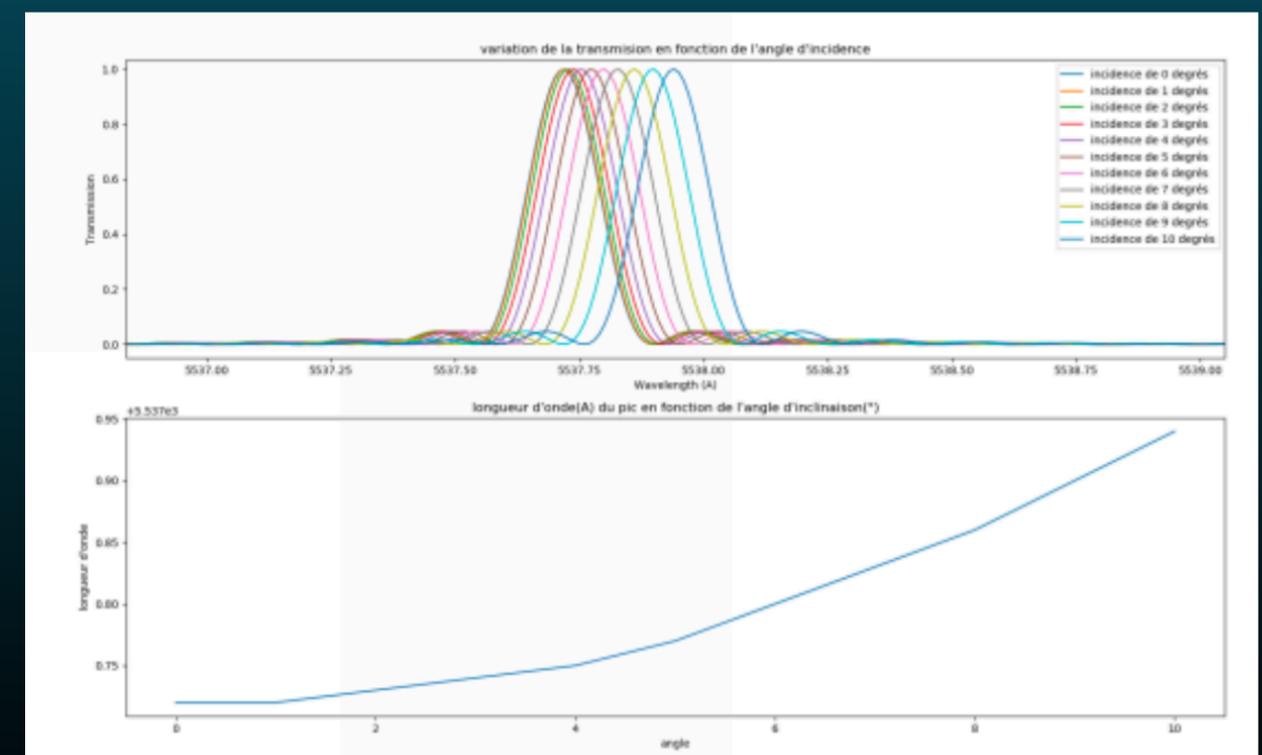
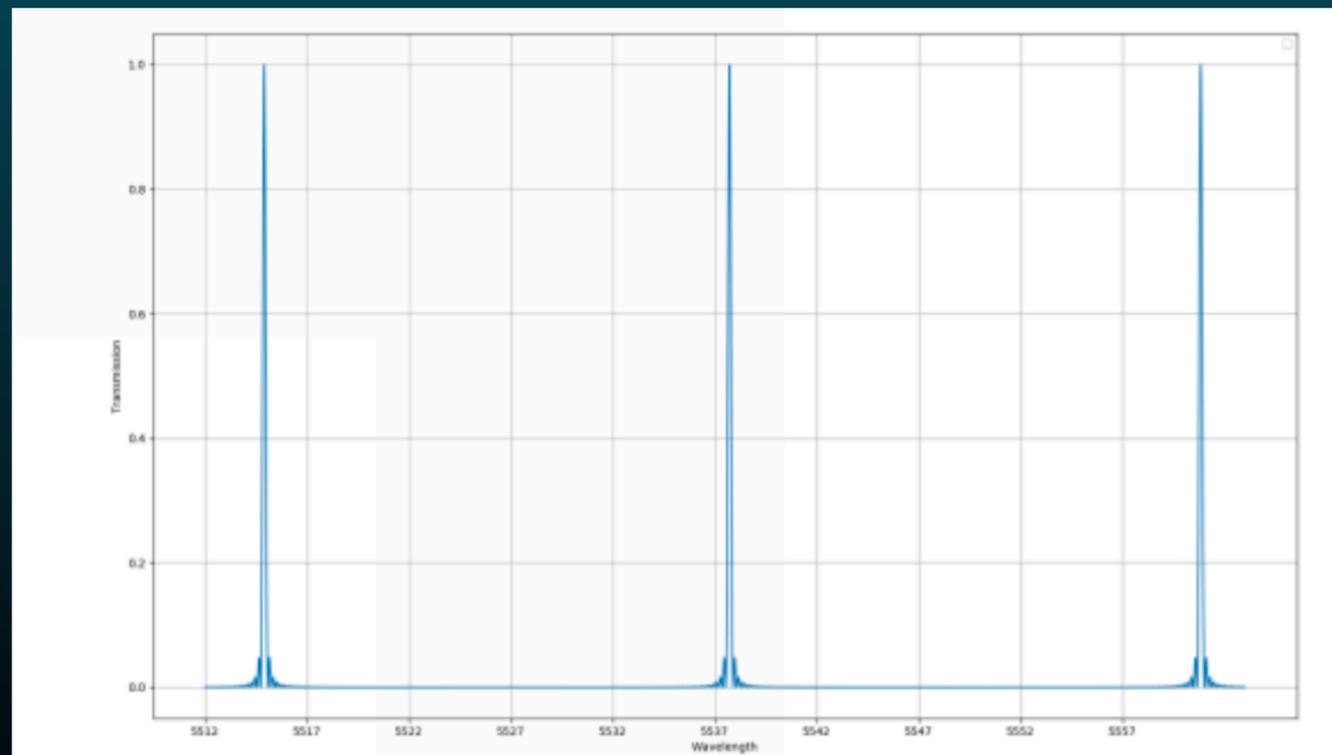
Construction du Filtre de Lyot et les premières mesures de polarimétrie dans la couronne chaude

## filtre type Lyot 7 étages

- matériaux : niobate de lithium
- épaisseur totale: 145,0 mm
- épaisseurs des étages du plus gros au plus petit :

69,547mm  
34,773mm  
17,387mm  
8,693mm  
4,347mm  
2,173mm  
1,087mm

- largeur à mi-hauteur : 0,25 Å
- free spectral range : ~20 Å
- position théorique du pic : 5537,72 Å



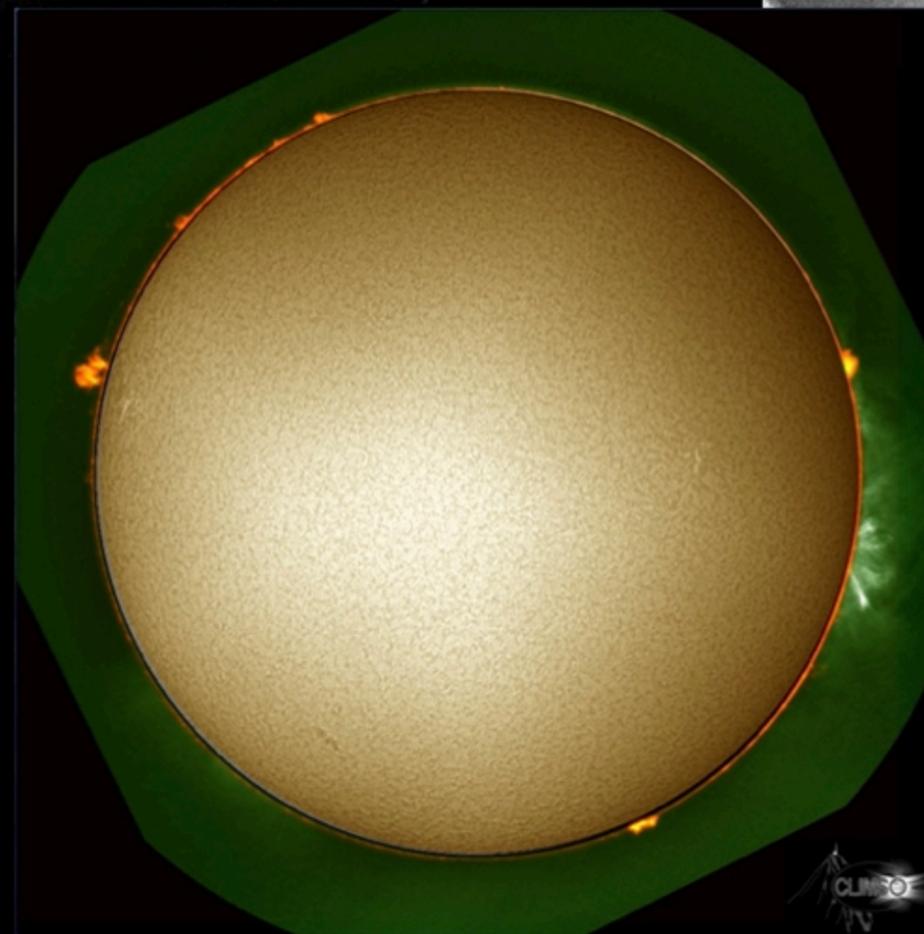


1970  
5303 A  
MSCO  
Pic du Midi



C2, 2017  
10747 A  
CLIMSO  
Pic du Midi

Nous vous  
remercions pour  
votre écoute et  
restons à votre  
disposition pour  
toutes questions.



Composite 2017  
Rouge Ha  
Vert Fer XIII 10747 A