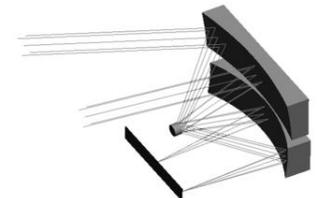
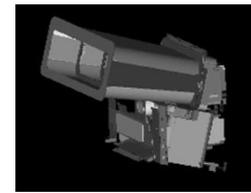
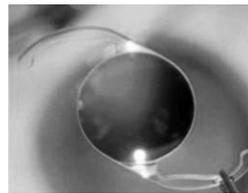


# ***Analyse de stray-light d'un moyen d'essai de mesure de lumière parasite pour des instruments d'observation de la terre***

L. Clermont





# Introduction

## Pourquoi se préoccuper de la stray-light?

- Lumière parasite (diffusions, réflexions, diffraction, ...)
- Dégradation significative des performances optiques

## Que faire?

- Baffles, coating, polissage des surfaces optiques, ...
- ➔ Nécessité de valider l'efficacité du système (niveau de stray-light, vignettage)

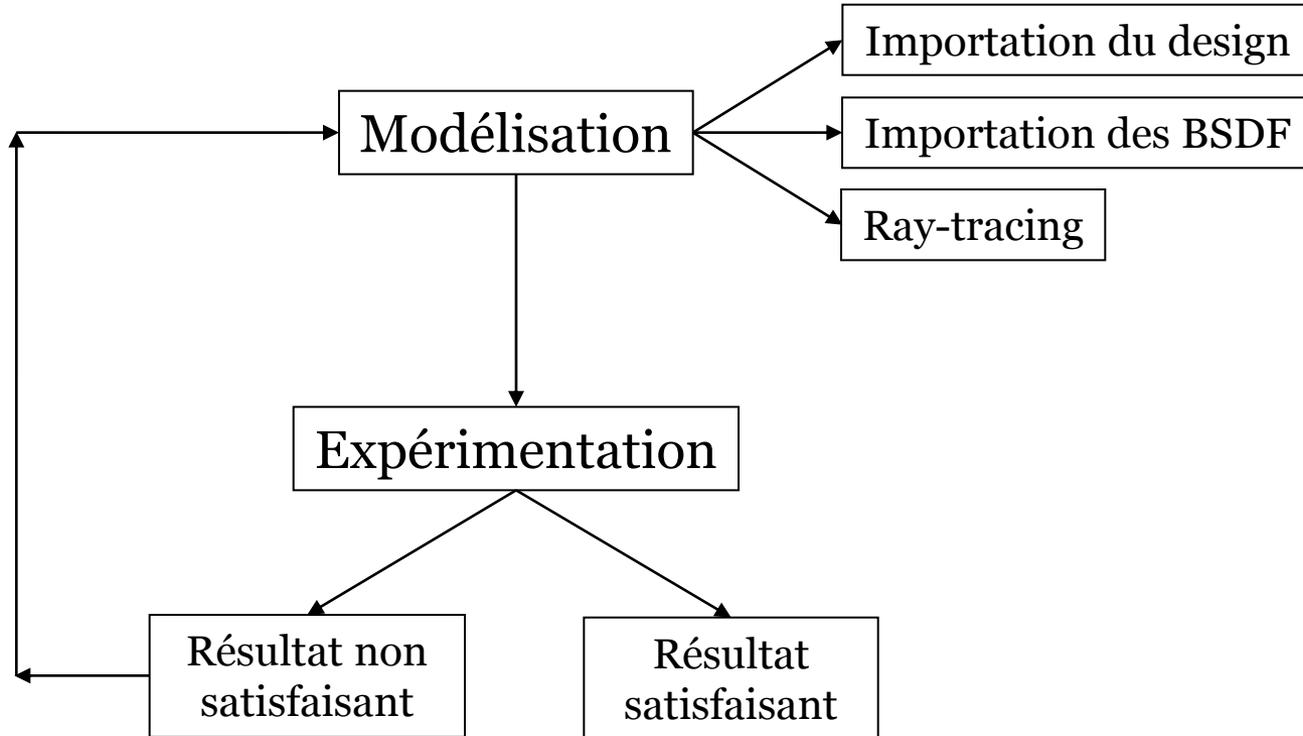
### Expériences de CSL

- 20 ans d'expérience (caractérisation et optimisation)
  - Modélisation : ray-tracing non séquentiel (ASAP, Fred)
  - Expérimental
- Exemples de projets impliqués :
  - XMM-X
  - Corot
  - Stereo (Heliospheric imager)
  - ProbaV
  - Solar Orbiter (HI)
  - UVN (Sentinel-4)
  - NOMADE ...



# Introduction

## Méthodes



## Expérimentation

- Grands instruments: test au niveau sous-système
- Petits instruments: test « *End-to-End* » → conception d'un moyen d'essai au CSL

- |  |  |                          |
|--|--|--------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Stray light <math>\approx 10^{-8}</math></li><li>• Stray light <math>\approx 10^{-10}</math></li></ul> | “petits” champs<br>“grands” champs ( $>10^\circ$ ) | ( $\Phi=300\text{ mm}$ ) |
|--|--|--------------------------|



Limitation: impossible d'identifier directement l'origine de la stray-light



**Challenge:** caractériser notre moyen d'essai

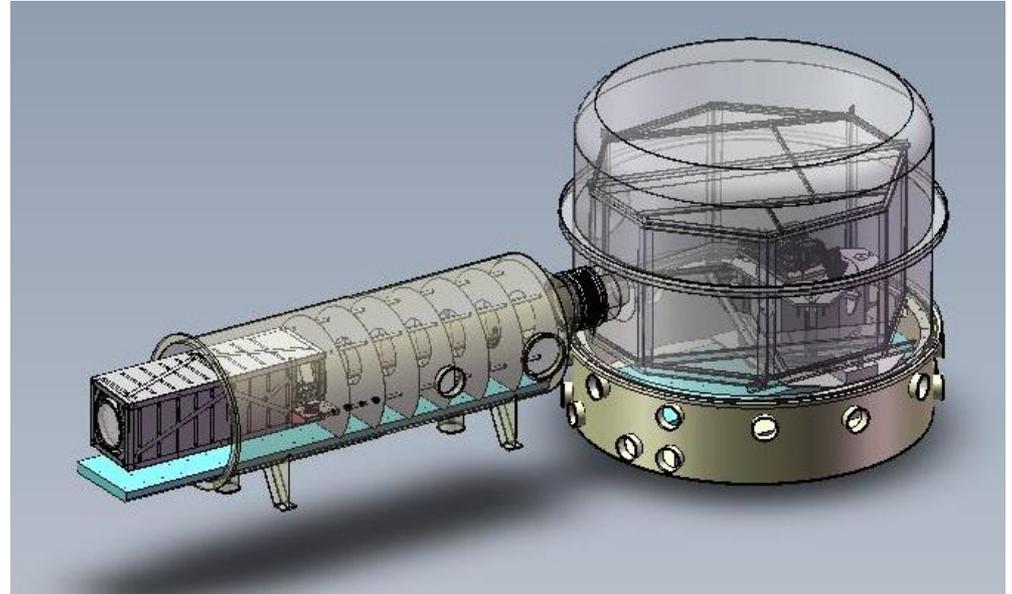
Moyen d'essai doit présenter moins de stray-light que le niveau qu'on désire mesurer

Pour des niveaux de  $10^{-10}$ , la diffusion dans l'air est significative → [environnement sous vide](#)

## La facilité :

- Chambre sous vide
  - Collimateur (chambre auxiliaire)
  - Source
  - MGSE
- + Baffles et tente

Contrainte: matériaux compatible vide





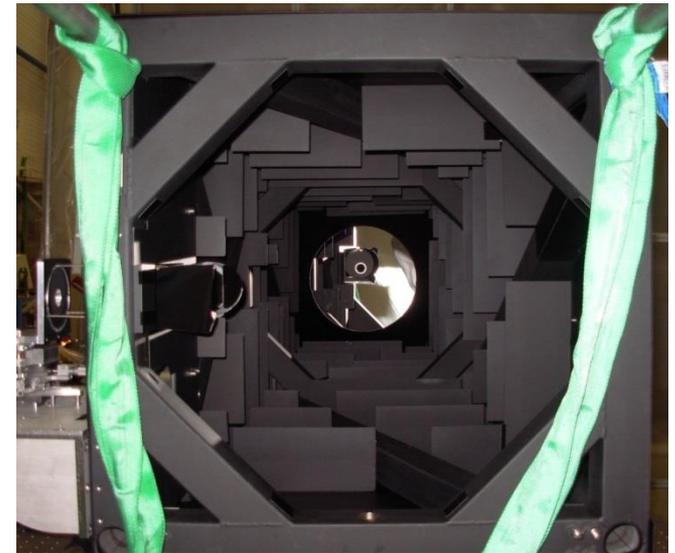
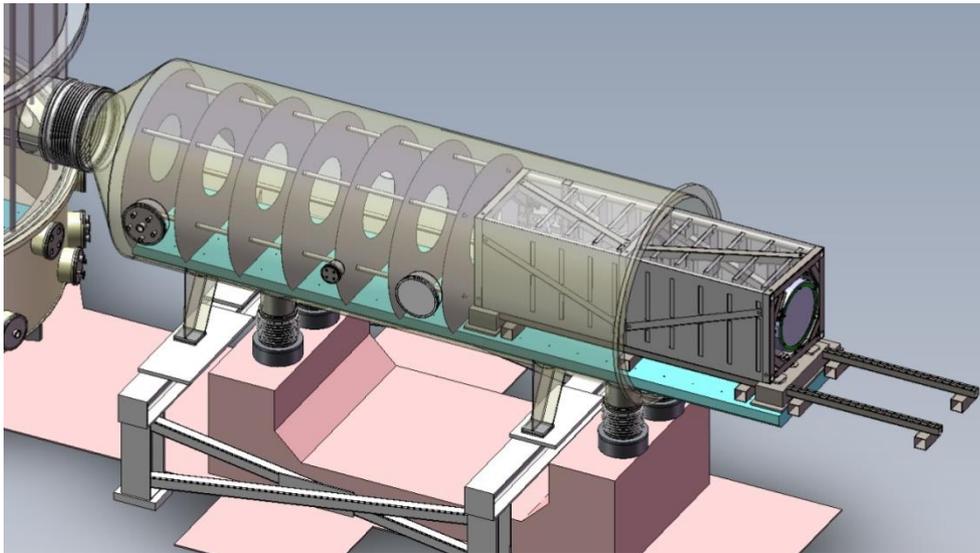
## Description de la facilité

### Collimateur :

- Miroir parabolique hors-axe ( $F=2\text{m}$ ,  $\Phi=400\text{mm}$ )
- Armature acier inoxydable (*coating* MAP PUI)

### Baffles :

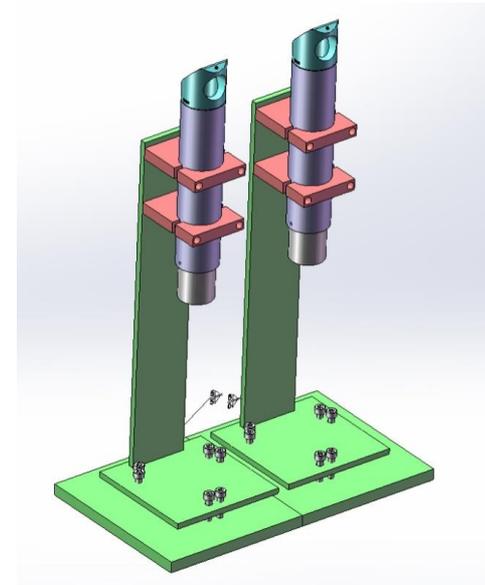
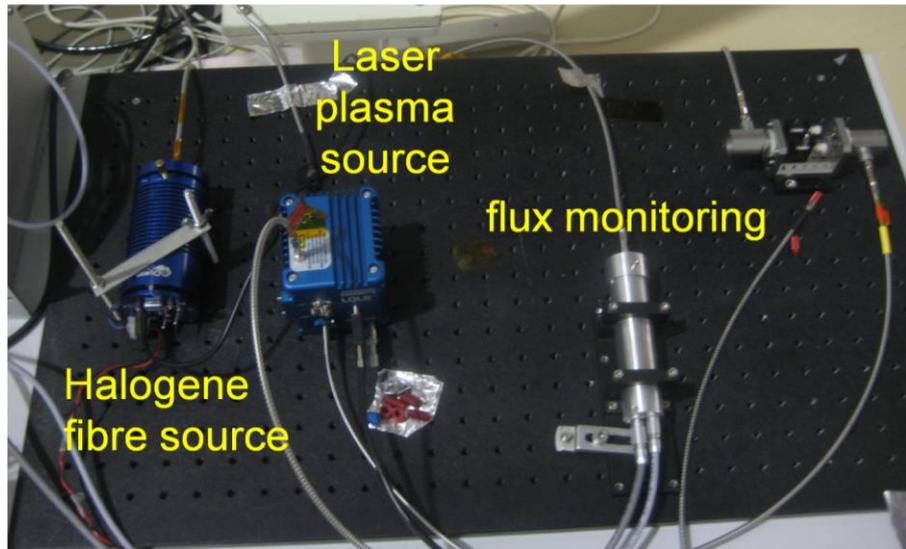
- Armature  $\rightarrow$  chicanes+ panneaux aluminium (*coating* MAP PUI)
- Limitation du faisceau  $\rightarrow$  chicanes aluminium (*coating* MAP PUI,  $\Phi = 440 \text{ mm}$ )



## Sources fibrées :

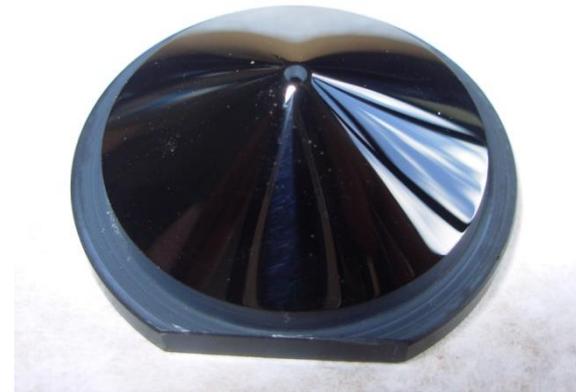
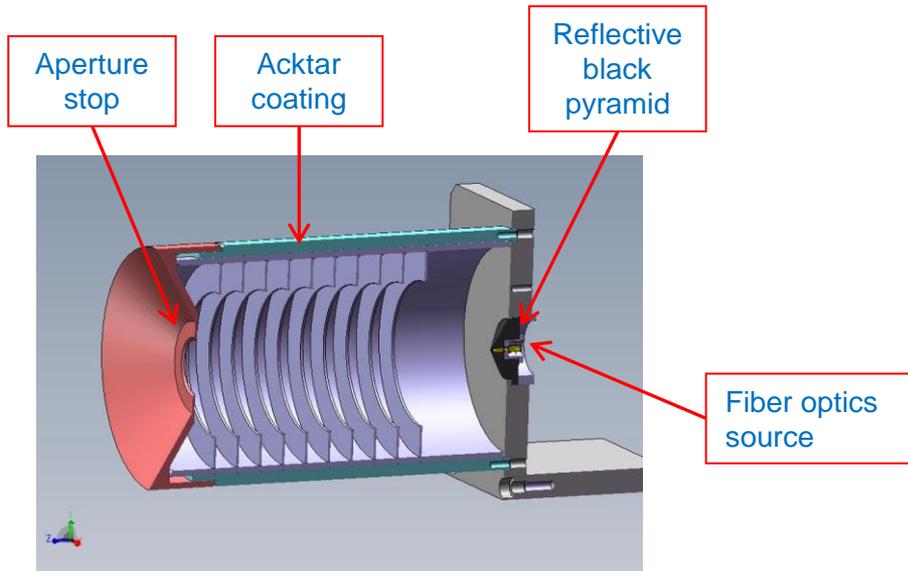
- Dans le champ : source plasma (UV/VIS/NIR)
  - Hors champ : diode laser (NIR)
- Système d'atténuation

**Monitoring** (2 photodiodes refroidies et contrôlées thermiquement)



## Baffles :

- Pupille: limitation du F#
- Pyramide (verre NG1)
- Vannes





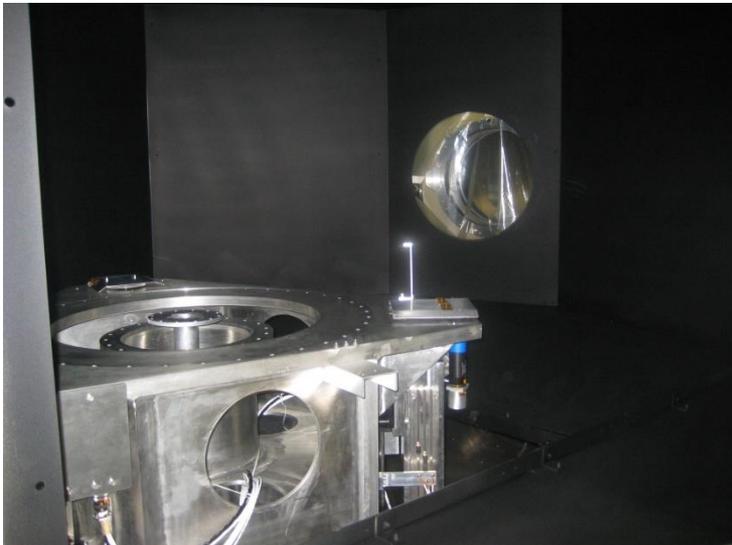
## Description de la facilité

### MGSE :

- Tilt : +/- 10° (précision < 10 arcsec)
- Rotation : +/- 180° (précision < 10 arcsec)

### Tente :

- *Coating* MAP PU1 + Acktar
- Baffle instrument (Acktar)

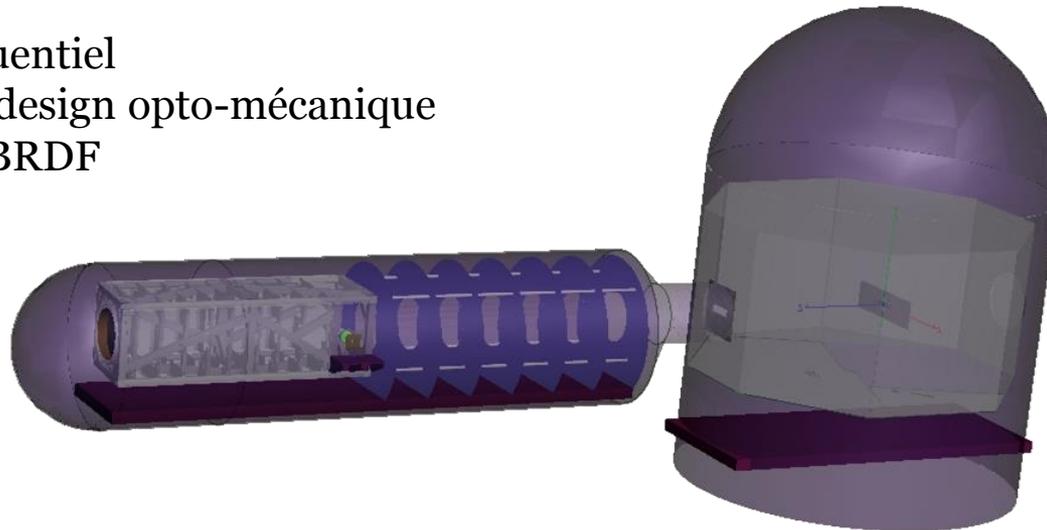


## Méthodes:

- Caractérisation de la facilité **requiert un instrument meilleur que la facilité** (en terme de niveau de stray-light)

→ Performances calculées par modélisation

- *Ray-tracing* non séquentiel
- Importation CAD du design opto-mécanique
- Caractéristiques des BRDF





## Contributeurs stray-light

- Diffusion sur les surfaces optiques
- Source
- Diffusion baffle instrument/miroir parabolique
- Diffusion baffle instrument/tente
- Diffusion dans l'air

## Contamination des surfaces optiques

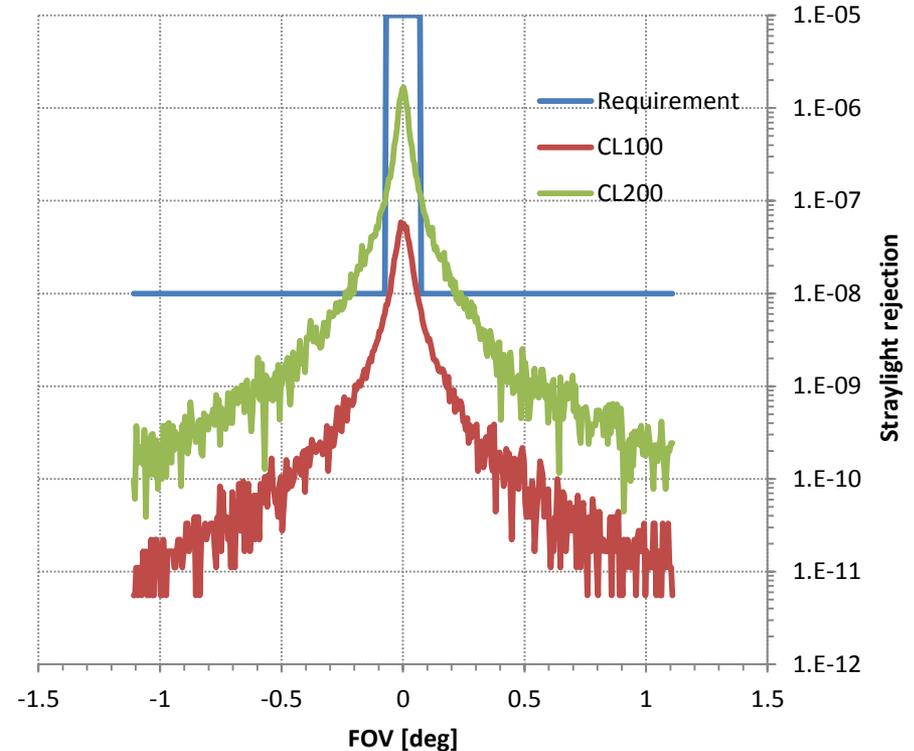
Modèle :

- Diffusion de Mie
- Standards MIL-1246C (CL100 ou CL200)

Remarque:

- Miroir plan: peu contaminé mais faisceau concentré
- Miroir parabolique: « fortement » contaminé mais faisceau large

Conclusion: Environnement CL100 nécessaire



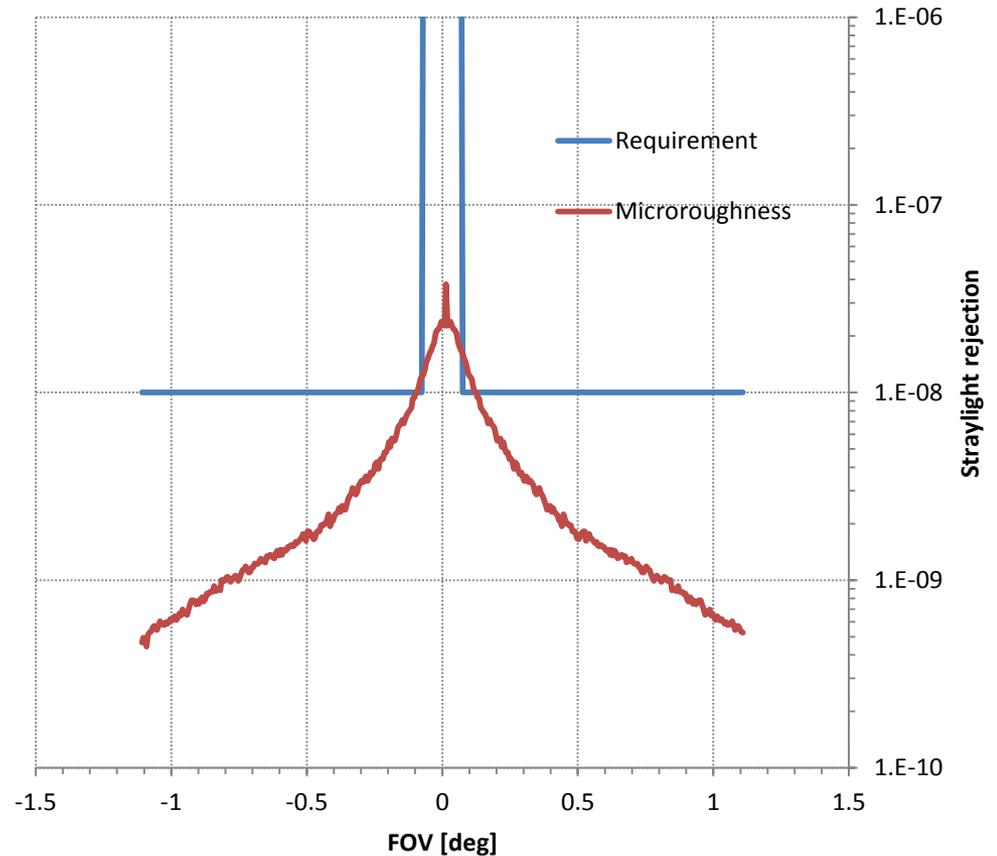
## Rugosité des surfaces optiques

Modèle :

- Harvey
  - Miroir parabolique  
 $b_0=0.073$ ,  $L=0.01$ ,  $S=-1.8$
  - Miroir plan  
 $b_0=0.0082$ ,  $L=0.01$ ,  $S=-1.8$

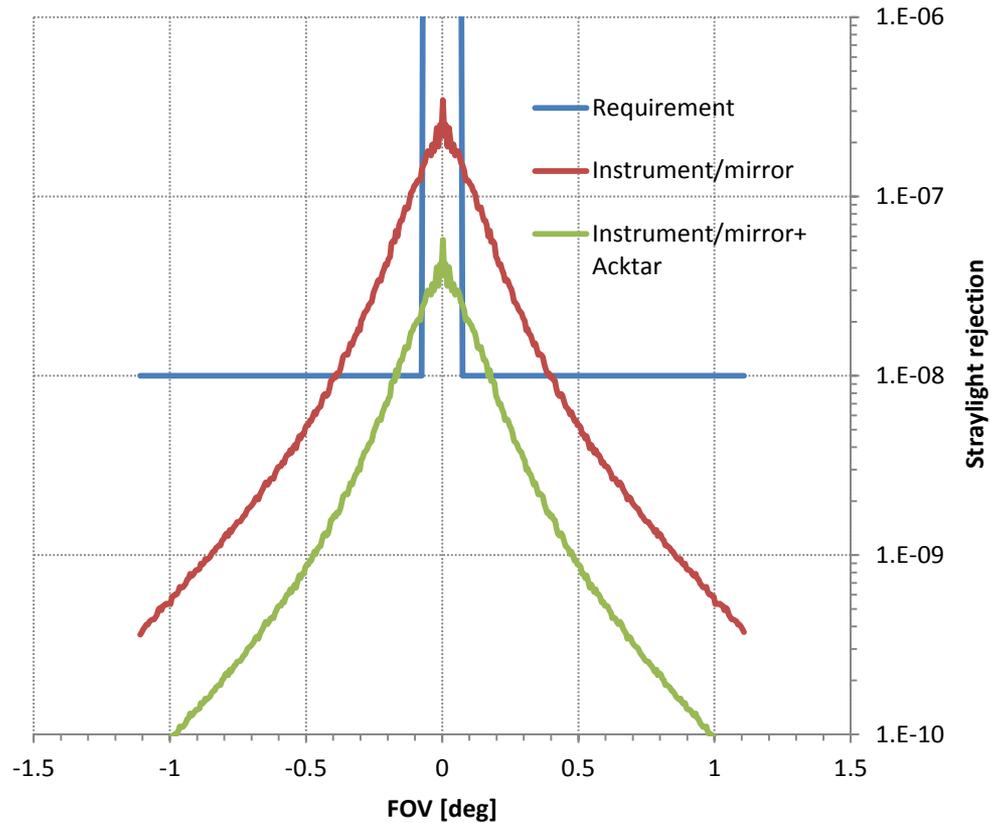
Rugosité :

- Miroir parabolique : 0.4 nm RMS
- Miroir plan : 1.2 nm RMS



## Baffle instrument/miroir parabolique

Acktar nécessaire sur le baffle de l'instrument

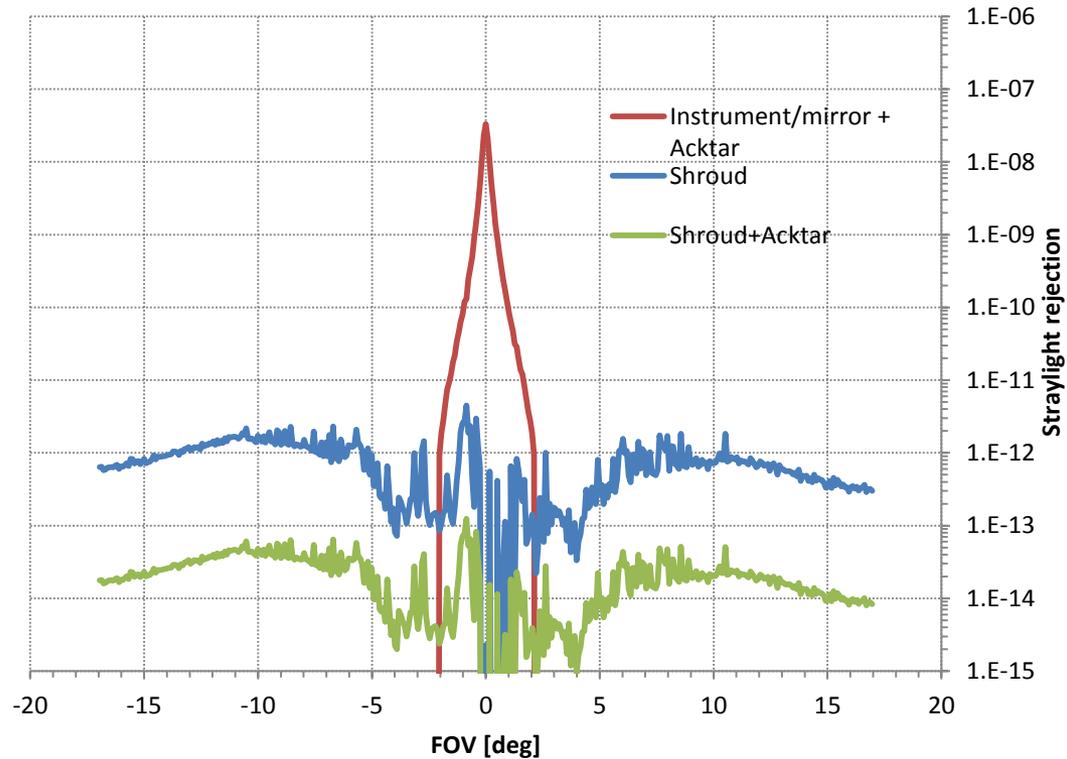




# Caractérisation stray-light de la facilité

## Baffle instrument/tente

$< 10^{-10}$





# Caractérisation stray-light de la facilité

## Source

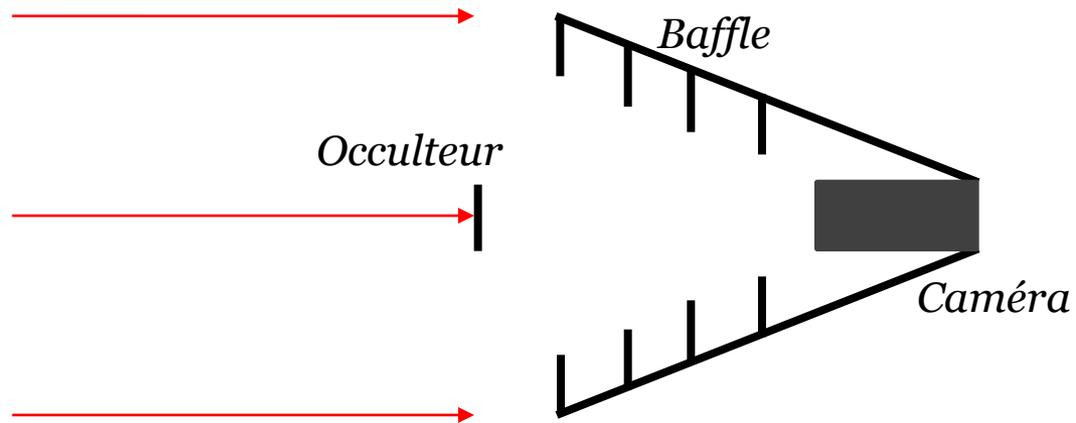
Contribution  $< 10^{-13}$

## Diffusion dans l'air

Contribution  $\approx 10^{-10}$

→ Supprimé sous vide

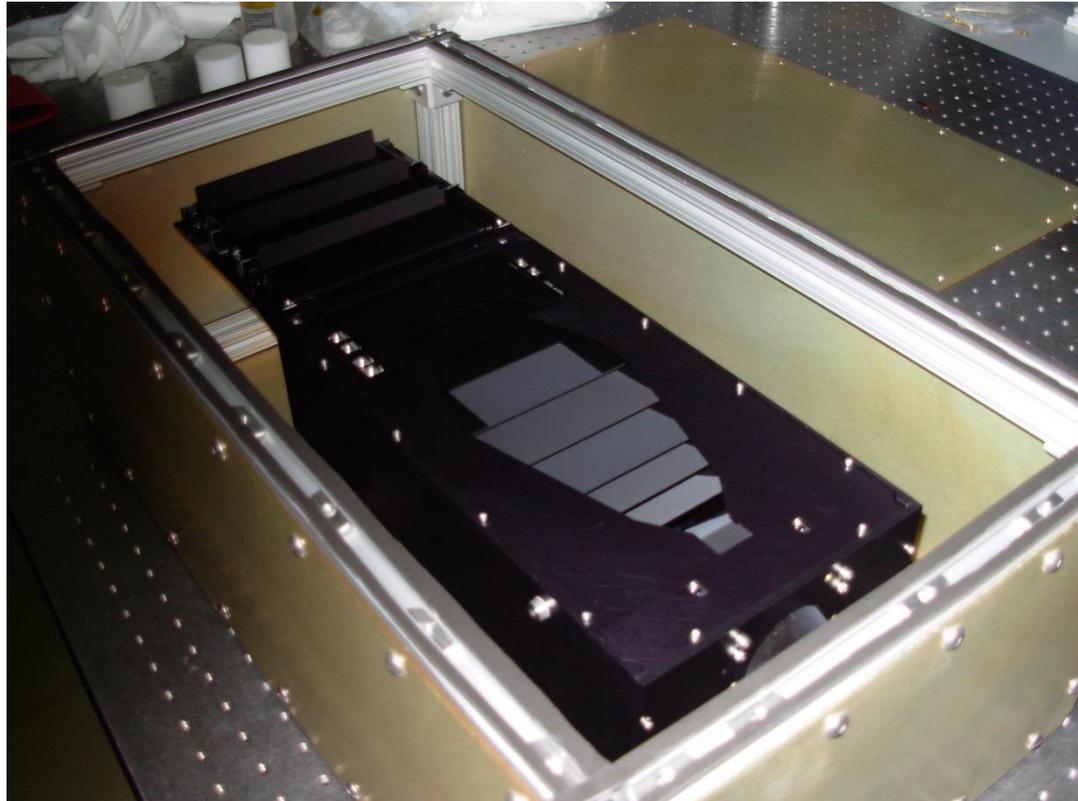
## Tests de différents instruments dans la nouvelle facilité: **Solar Orbiter (HI)**





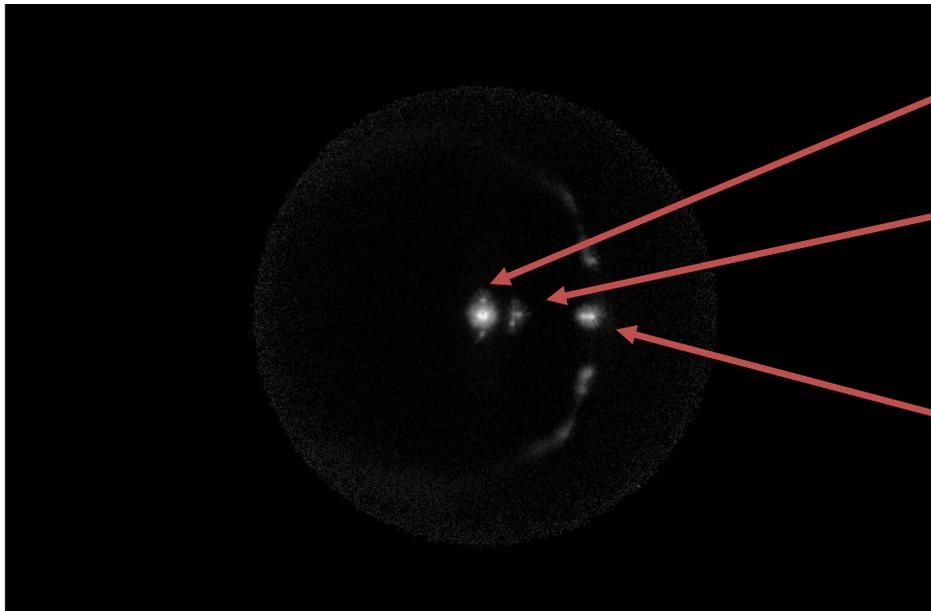
## Applications

Tests de différents instruments dans la nouvelle facilité: **Solar Orbiter (HI)**



## Tests de différents instruments dans la nouvelle facilité: **Solar Orbiter (HI)**

### Dans le champ de l'instrument:



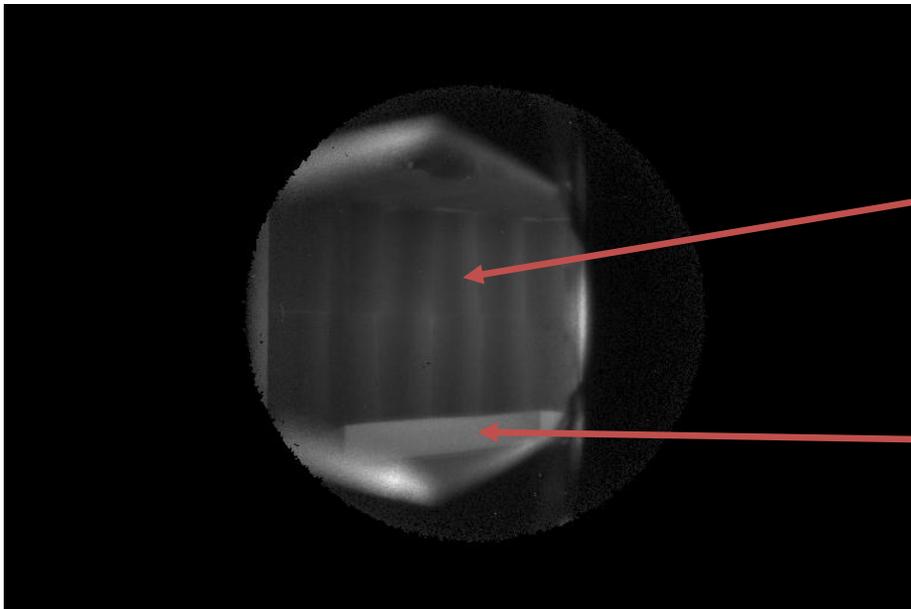
Occultation  
 $\approx 10^{-4}$

Facilité (bride collimateur)  
 $\approx 10^{-6}$

Instrument  
 $\approx 10^{-4}$

## Tests de différents instruments dans la nouvelle facilité: **Solar Orbiter (HI)**

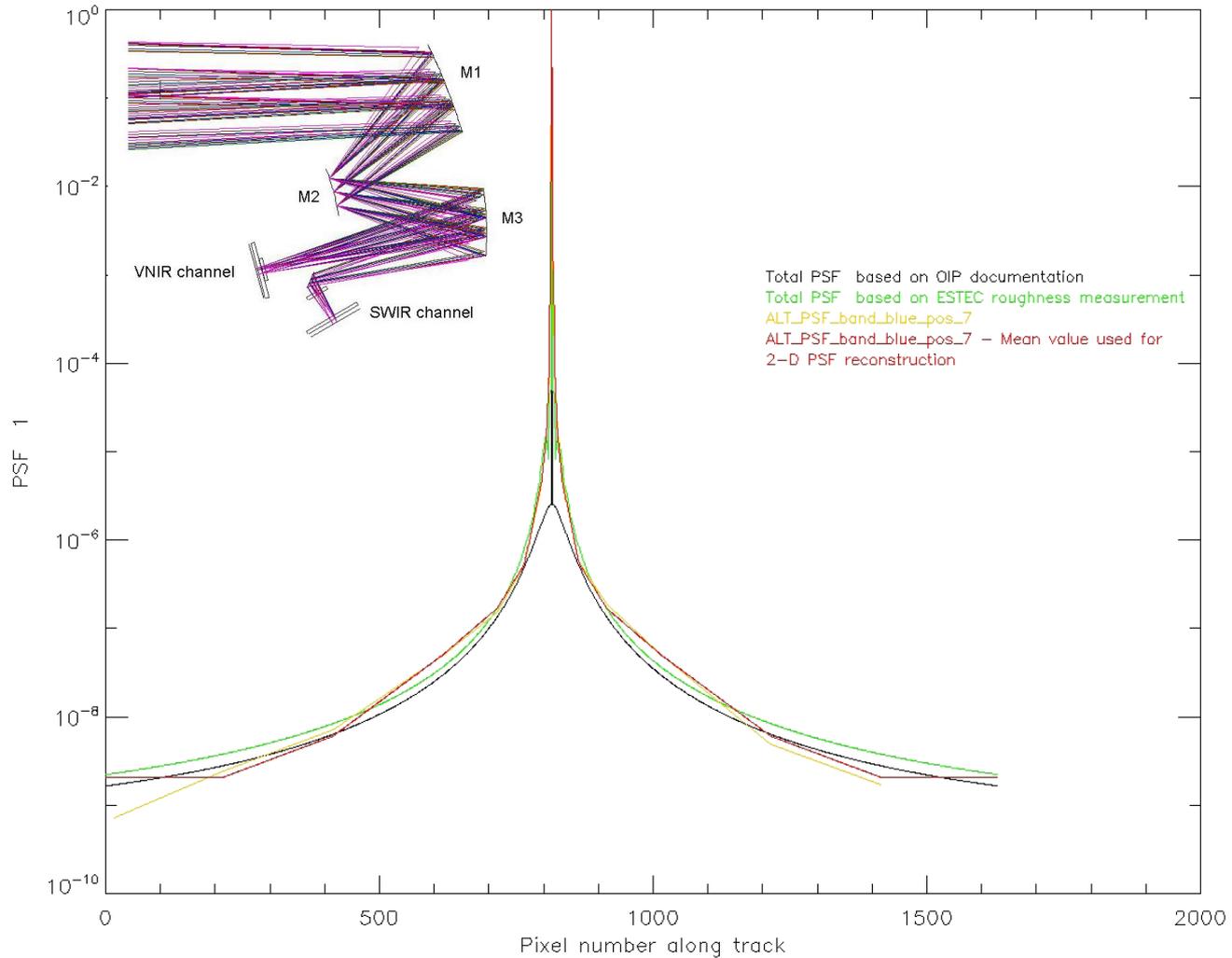
### Hors du champ de l'instrument :



Acktar  
 $\approx 10^{-12}$

MAP PU1  
 $\approx 10^{-11}$

## Tests de différents instruments dans la nouvelle facilité: **ProbaV**



- Indispensable de se préoccuper de la stray-light
- Méthodes :
  - Modélisation
  - Validation expérimentale
- Conception d'un moyen d'essai au CSL
  - Modélisation et calcul des performances :



- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stray light <math>\approx 10^{-8}</math></li> <li>• Stray light <math>\approx 10^{-10}</math></li> </ul> | <p>“petits” champs</p> <p>“grands” champs (<math>&gt;10^\circ</math>)</p> |
|---|---|

- Applications de la facilité sur projet :
  - ProbaV
  - Solar Orbiter HI
  - ...



# Merci

Lionel.Clermont@ulg.ac.be