

AiryLab. 12 impasse de la Cour, 83560 Vinon sur Verdon

## Rapport de mesure

Référence	2011-44003
Date	29/10/2011 17/12/2011
Opérateur	FJ
Procédure de mesure	SC-DP
Haso	HA-4333
LIP	LI-1028
Objectif(s)	MOD32-10
Miroir	RS-530

Client	Jérôme Anduze
Type d'optique	Schmidt Cassegrain
Fabricant	Celestron
Nom/modèle	C14
S/N	940441

Longueur d'onde
473
543
635
805

Termes d'aberration pris en compte dans les résultats	
Tilt X	
Tilt Y	
Focus	
Astig 0°	
Astig 45°	
Coma 0°	
Coma 90°	
Sphérique	

Incertitude PTV	5,96nm
Incertitude RMS	0,56nm
Interpolation	X2
Mode	Zonal + modal
référence	Oui
Mesures moyennées	1000 / 400
Double passage	Oui
température	24° / 20°
Sous pupilles	-
Conjugaison de pupille	Oui

Essais réalisés	
Centrage sur l'axe <sup>(1)</sup>	RA
Mesure sur l'axe	Oui
Mesure chromatisme	Oui
Mesure sur mécanique	Oui
Alignement optique (« collimation »)	Oui
Mesure dans le champ	Non
Courbure de champ	Non
Système correcteur	Non
Conjugaison	∞ Foyer

<sup>(1)</sup> : RR rétro réflexion laser HENE, RA réduction des aberrations de champ.

## Sommaire

1	Données théoriques .....	4
2	Analyse qualitative .....	5
2.1	Visualisation du miroir primaire « Foucault » .....	5
2.2	Visualisation du miroir primaire au test de Lyot .....	6
3	Mesures backfocus 137mm.....	7
3.1	Mesure à 635nm .....	7
3.1.1	Front d'onde .....	7
3.1.2	Fonction de transfert de modulation .....	7
3.1.3	Réponse en percussion.....	8
3.1.4	Décomposition de Zernike.....	8
3.2	Mesure à 543nm .....	10
3.2.1	Front d'onde .....	10
3.2.2	Front d'onde résiduel après retrait des 33 termes de Zernike.....	10
3.2.3	Fonction de transfert de modulation .....	11
3.2.4	Réponse en percussion.....	11
3.2.5	Décomposition de Zernike.....	12
3.3	Mesure à 473nm .....	13
3.3.1	Front d'onde .....	13
3.3.2	Fonction de transfert de modulation .....	13
3.3.3	Réponse en percussion.....	14
3.3.4	Décomposition de Zernike.....	14
3.4	Chromatisme.....	15
3.4.1	Décalage des meilleurs foci sur l'axe .....	15
3.4.2	Sphérochromatisme .....	15
3.4.3	Aberration sphérique en fonction de la longueur d'onde.....	16
4	Mesure backfocus 146mm après centrage mécanique des éléments.....	17
4.1	Mesure à 635nm .....	17
4.1.1	Front d'onde .....	17
4.2	Mesure à 543nm .....	18
4.2.1	Front d'onde .....	18
4.2.2	Front d'onde résiduel après retrait des 33 termes de Zernike.....	18
4.3	Mesure à 473nm .....	19
4.3.1	Front d'onde .....	19
4.4	Aberration sphérique en fonction de la longueur d'onde.....	19
	Conclusions.....	21

4.5	Tests qualitatifs .....	21
4.6	Mesures au Haso .....	21

## 1 Données théoriques

Focale : 3910mm. Pupille réelle : 350mm.

Nombre d'ouverture : 11

Diamètre théorique de la tâche de diffraction :

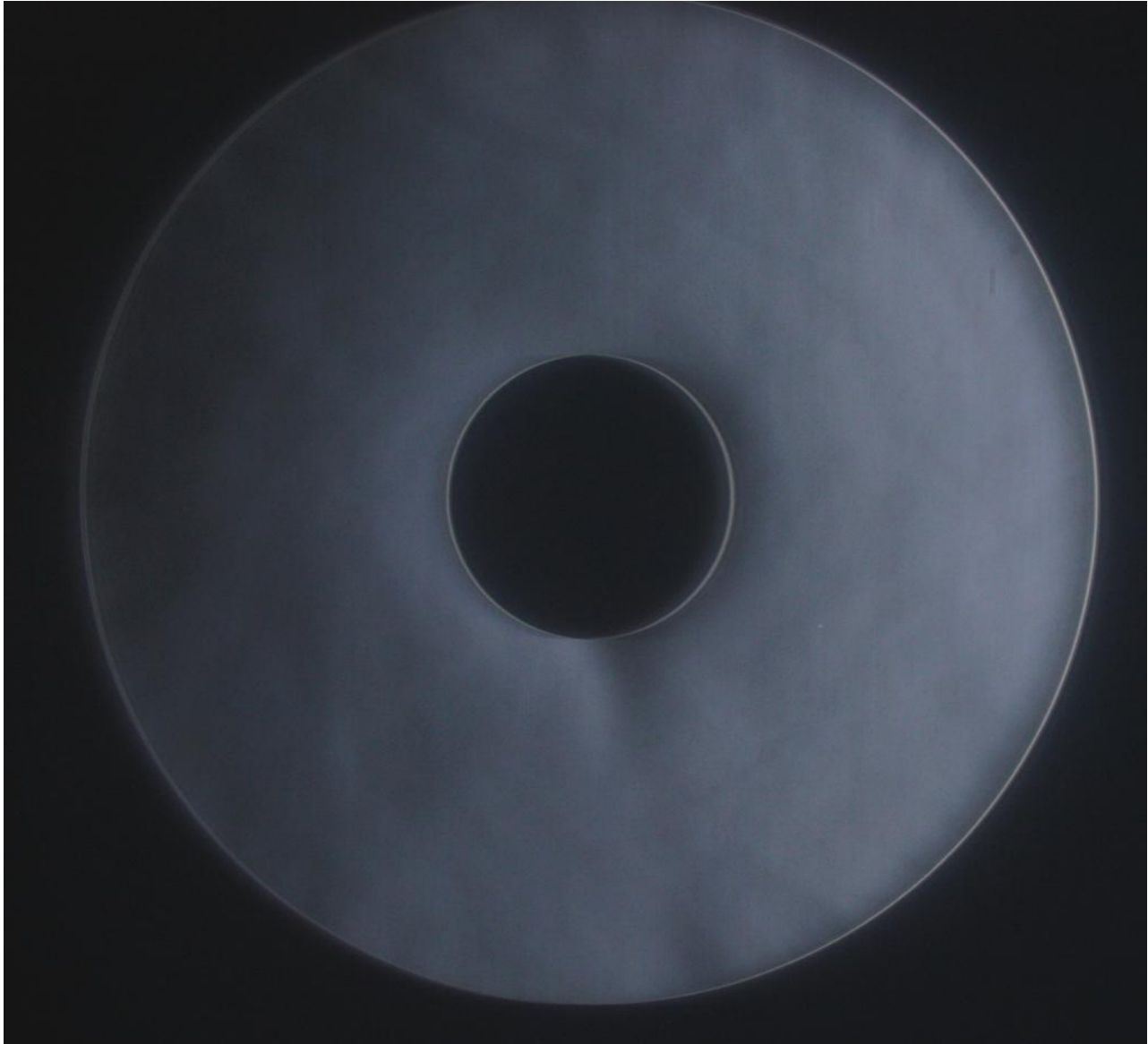
Focale	3910
Diamètre	350
Longueur d'onde	Taille PSF $\mu\text{m}$
635	17,31
543	14,80
473	12,89

Fréquences théoriques de coupure de la fonction de transfert de modulation (MTF) en cycles/mm

Focale	3910
Diamètre	350
Longueur d'onde	Coupure
635	140,97
543	164,85
473	189,25

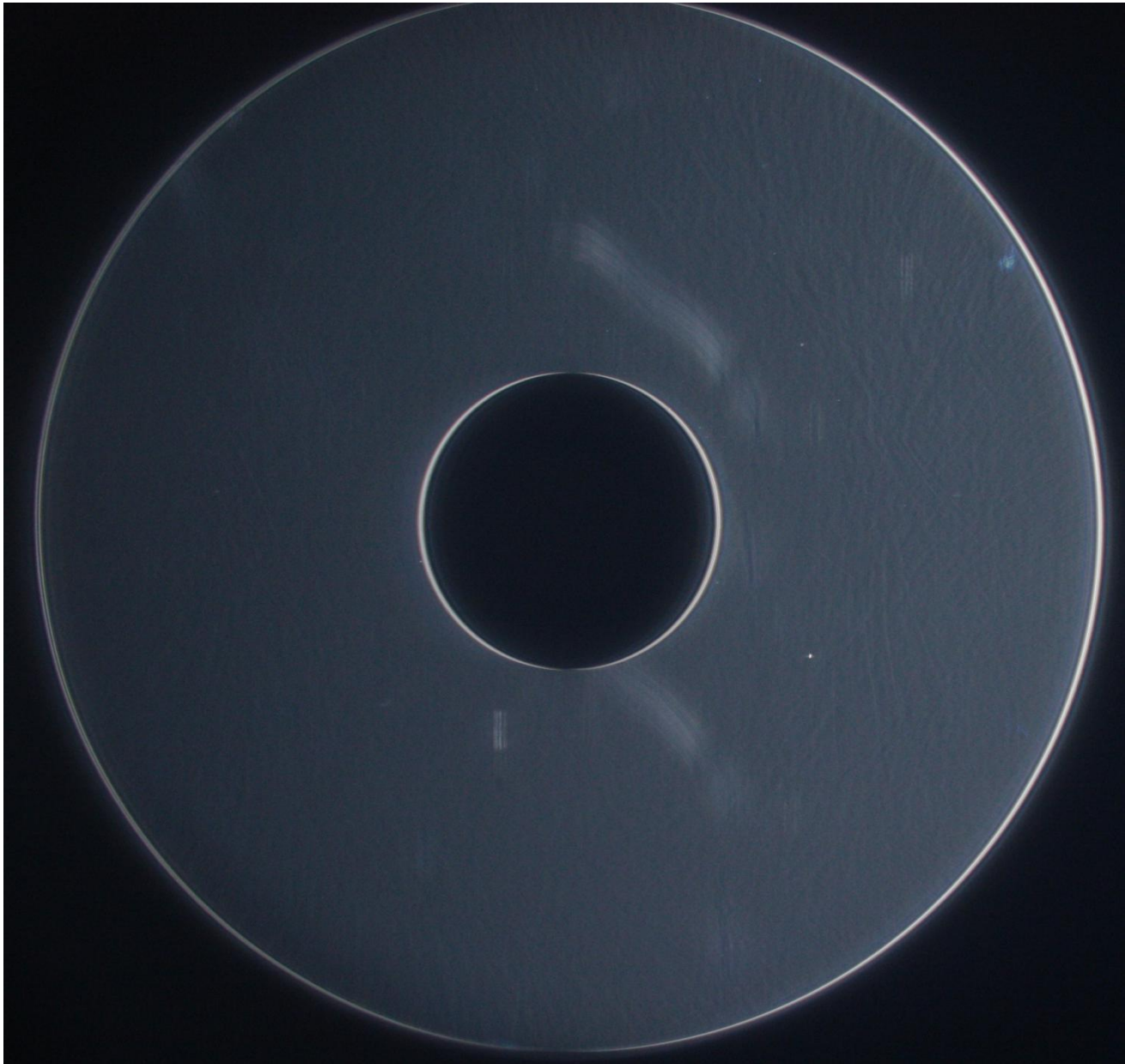
## 2 Analyse qualitative

### 2.1 Visualisation du miroir primaire « Foucault »



## 2.2 Visualisation du miroir primaire au test de Lyot

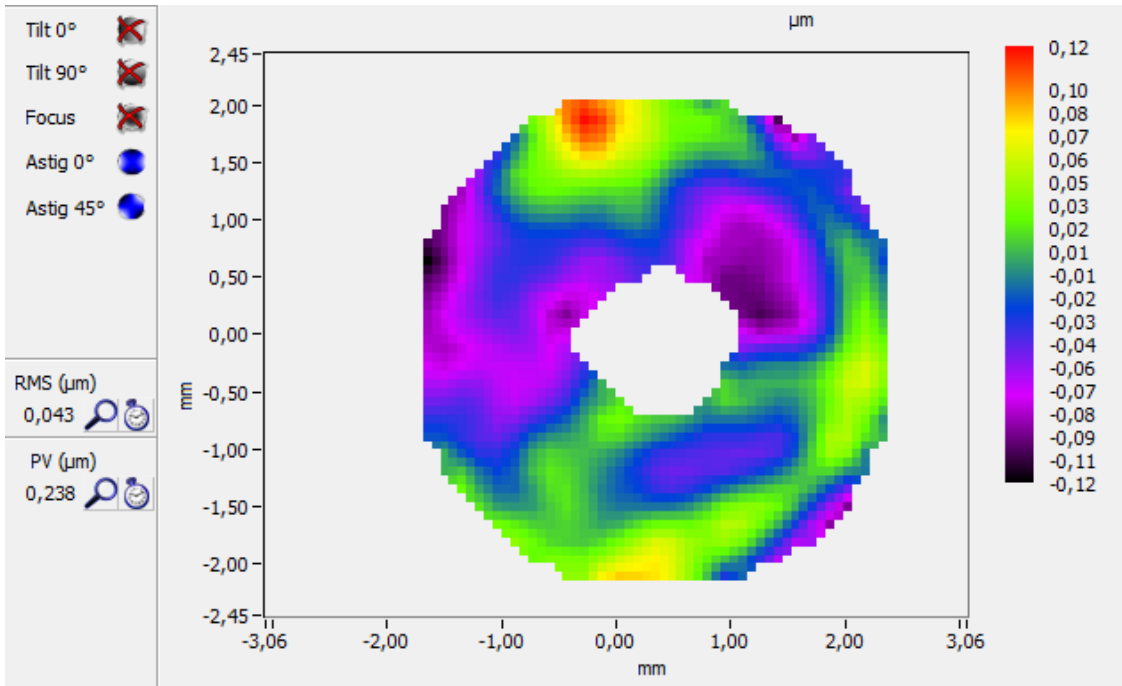
Densité 1,75 – Trait 0, 25mm – fente 0,25mm



### 3 Mesures backfocus 137mm

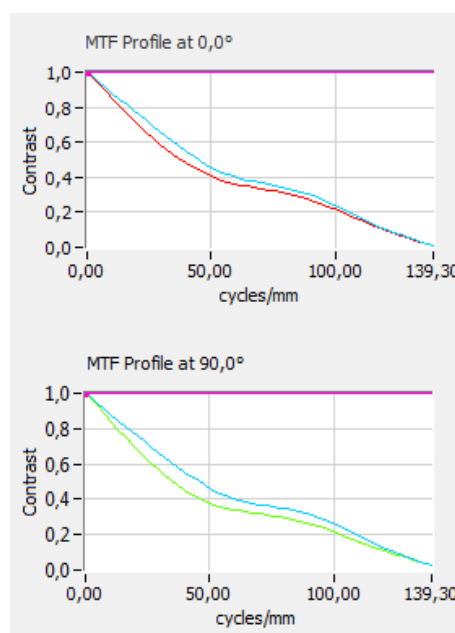
#### 3.1 Mesure à 635nm

##### 3.1.1 Front d'onde



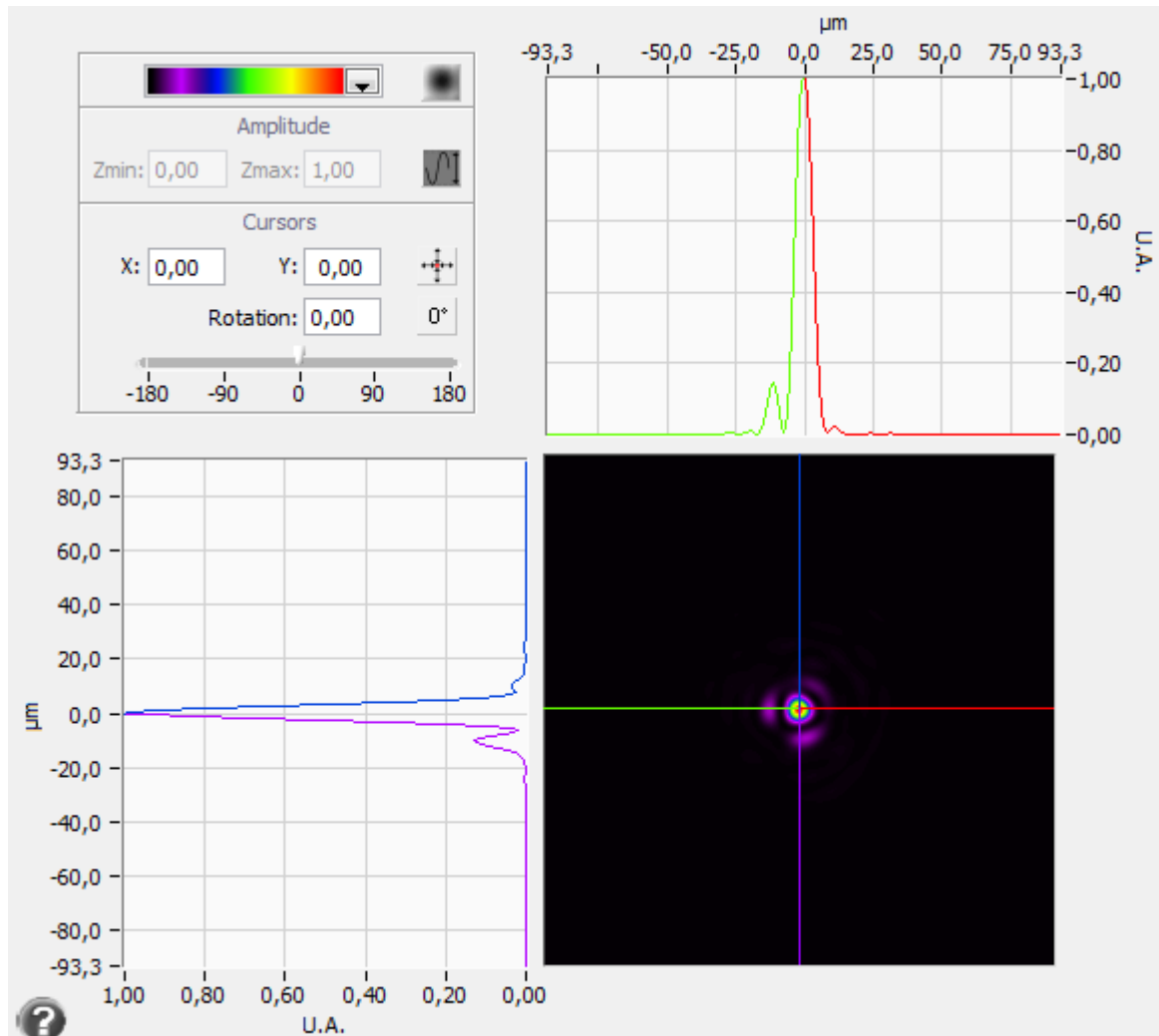
Ratio de Strehl 0,832 L/2,6 PTV L/14,7 RMS

##### 3.1.2 Fonction de transfert de modulation



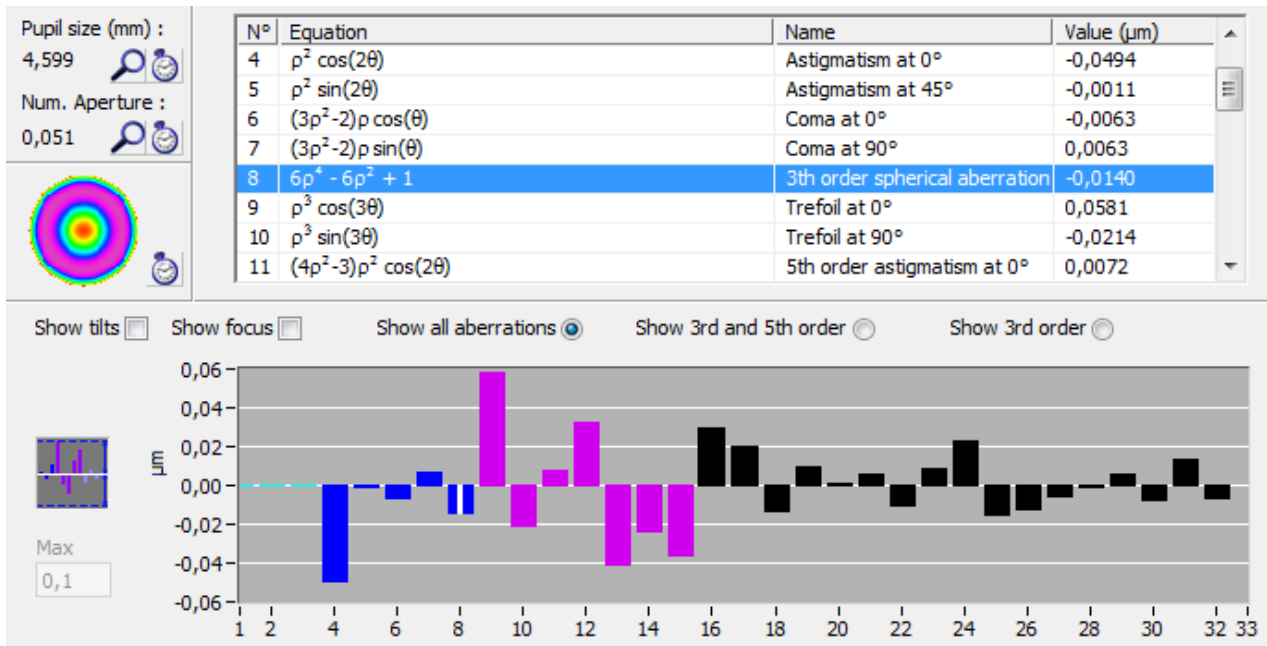
*MTF parfaite en bleu*

### 3.1.3 Réponse en percussion



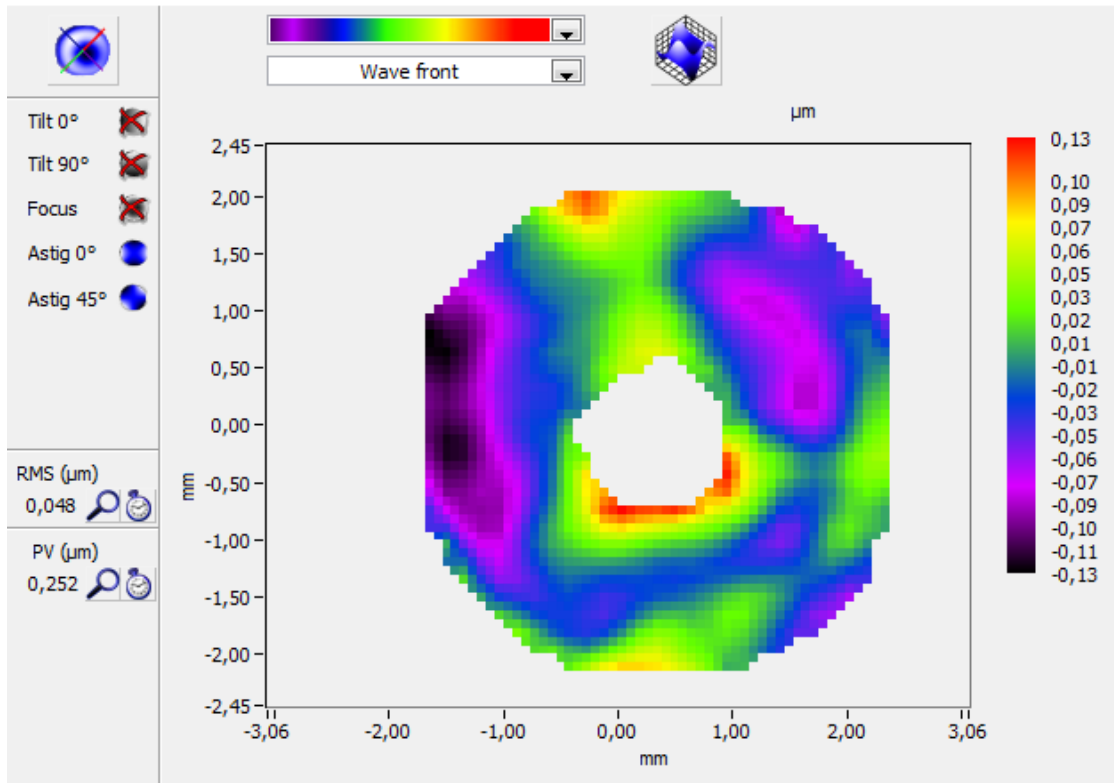
### 3.1.4 Décomposition de Zernike





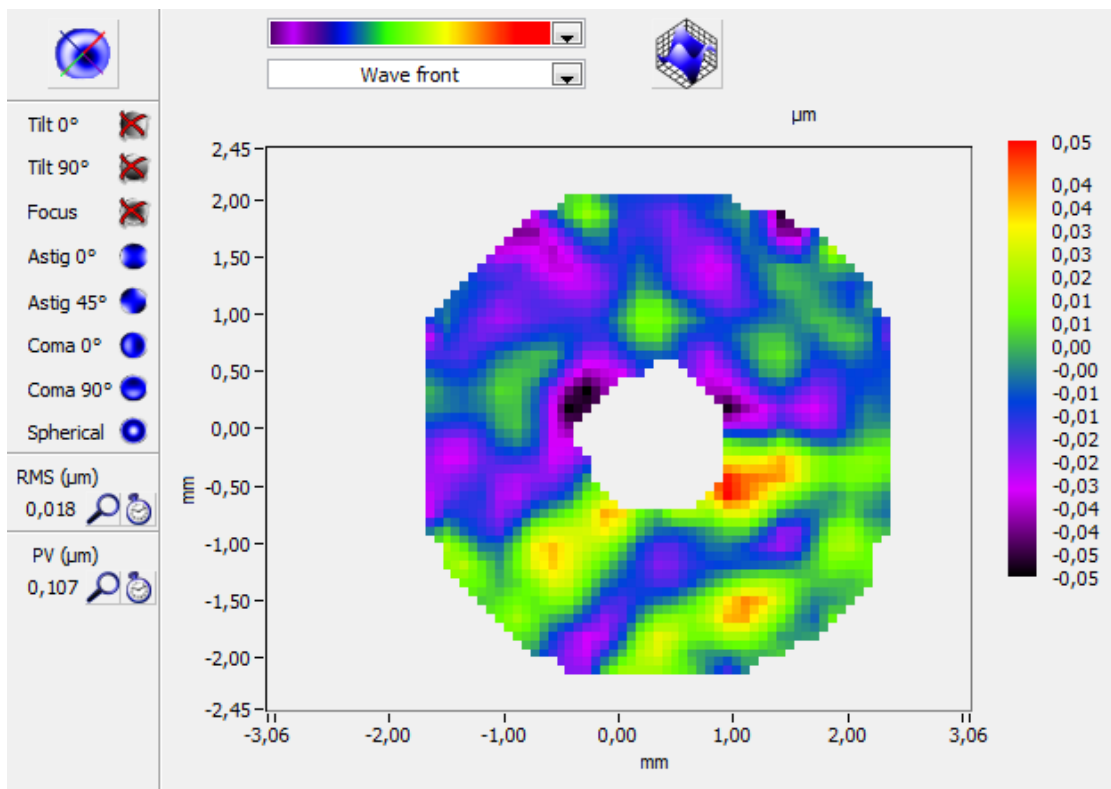
## 3.2 Mesure à 543nm

### 3.2.1 Front d'onde

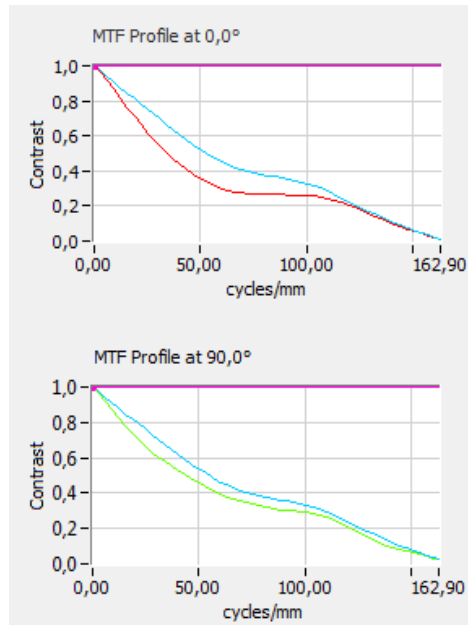


Ratio de Strehl 0,737 L/2,17 PTV L/11,4 RMS

### 3.2.2 Front d'onde résiduel après retrait des 33 termes de Zernike

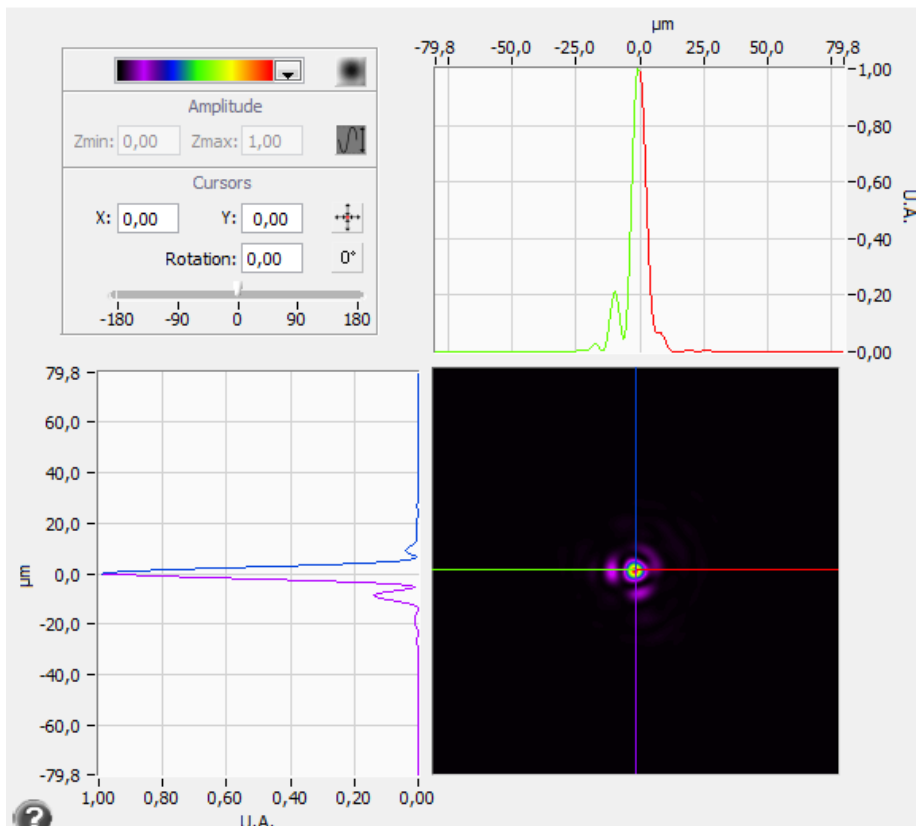


### 3.2.3 Fonction de transfert de modulation

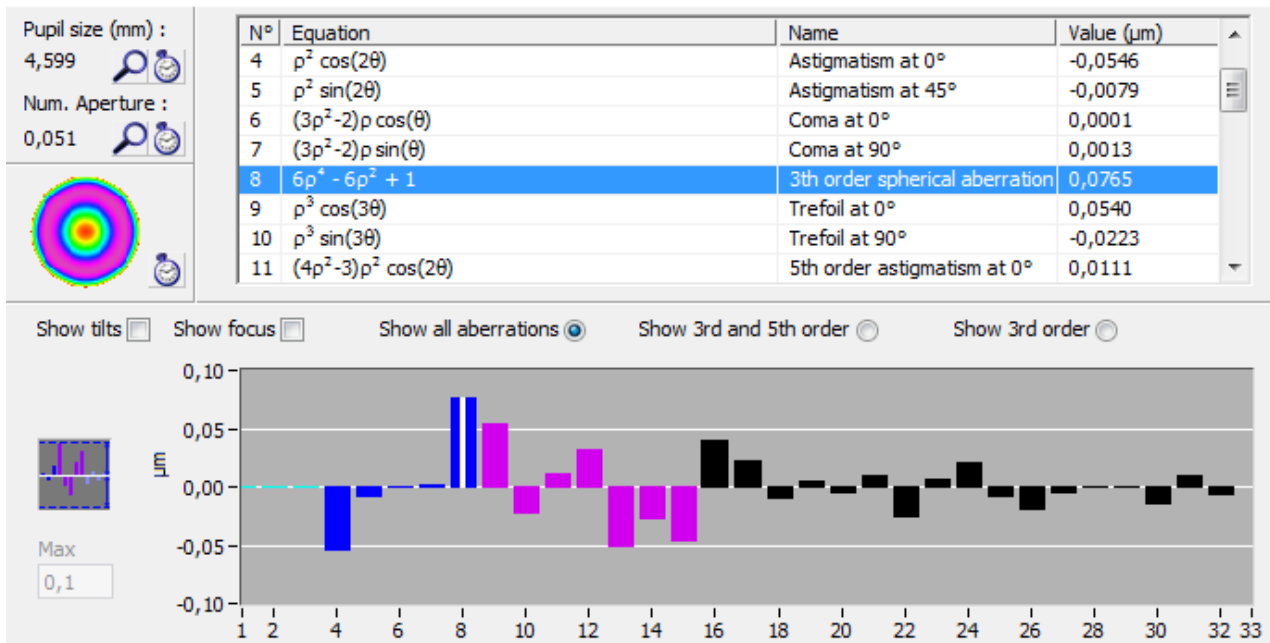


*MTF parfaite en bleu*

### 3.2.4 Réponse en percussion

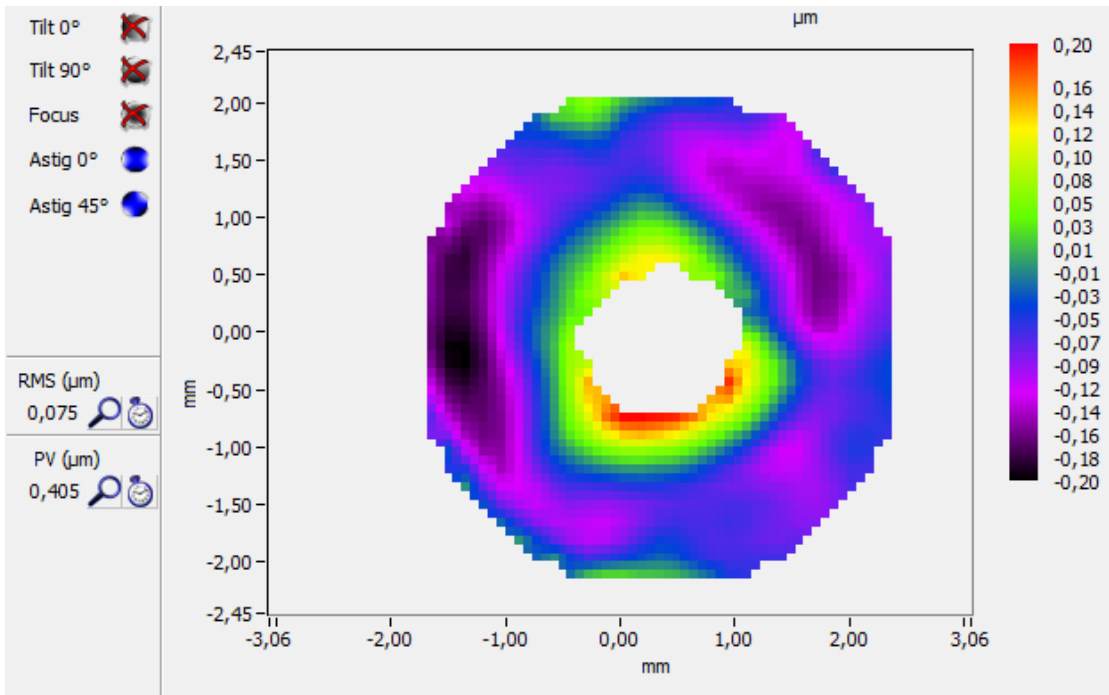


### 3.2.5 Décomposition de Zernike



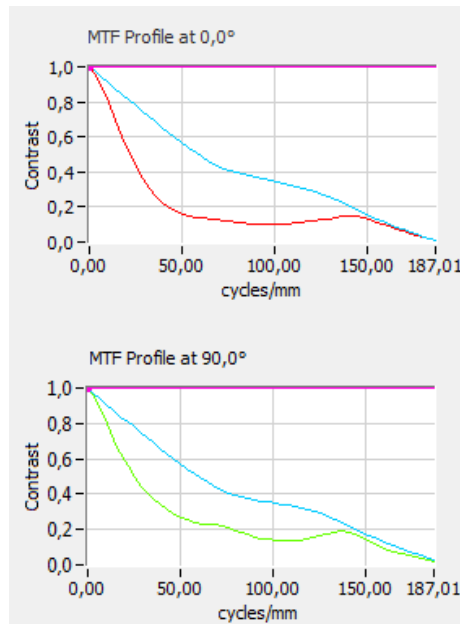
### 3.3 Mesure à 473nm

#### 3.3.1 Front d'onde



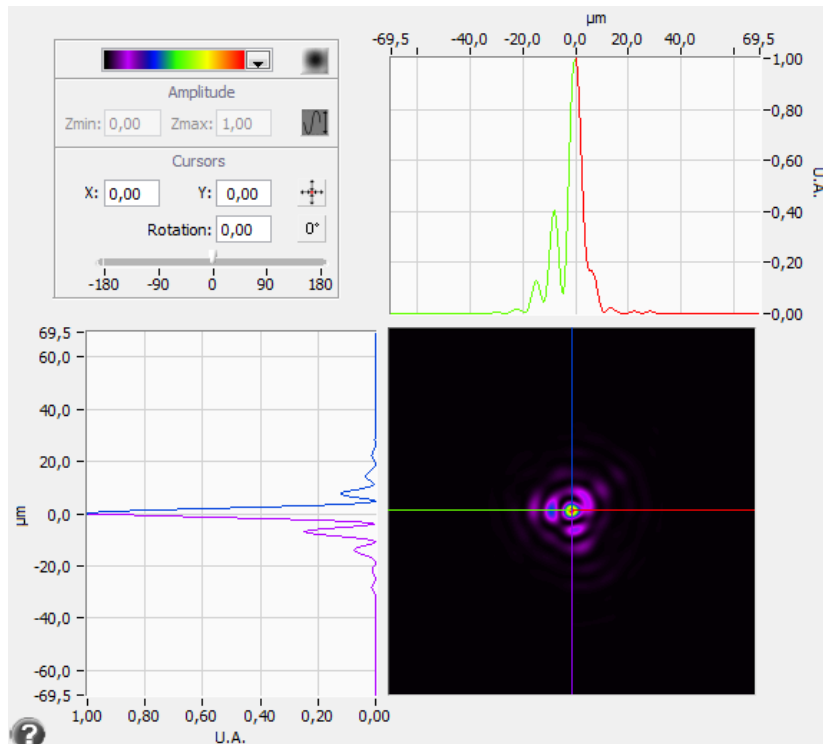
Ratio de Strehl 0,410 L/1,1 PTV L/6,3 RMS

#### 3.3.2 Fonction de transfert de modulation

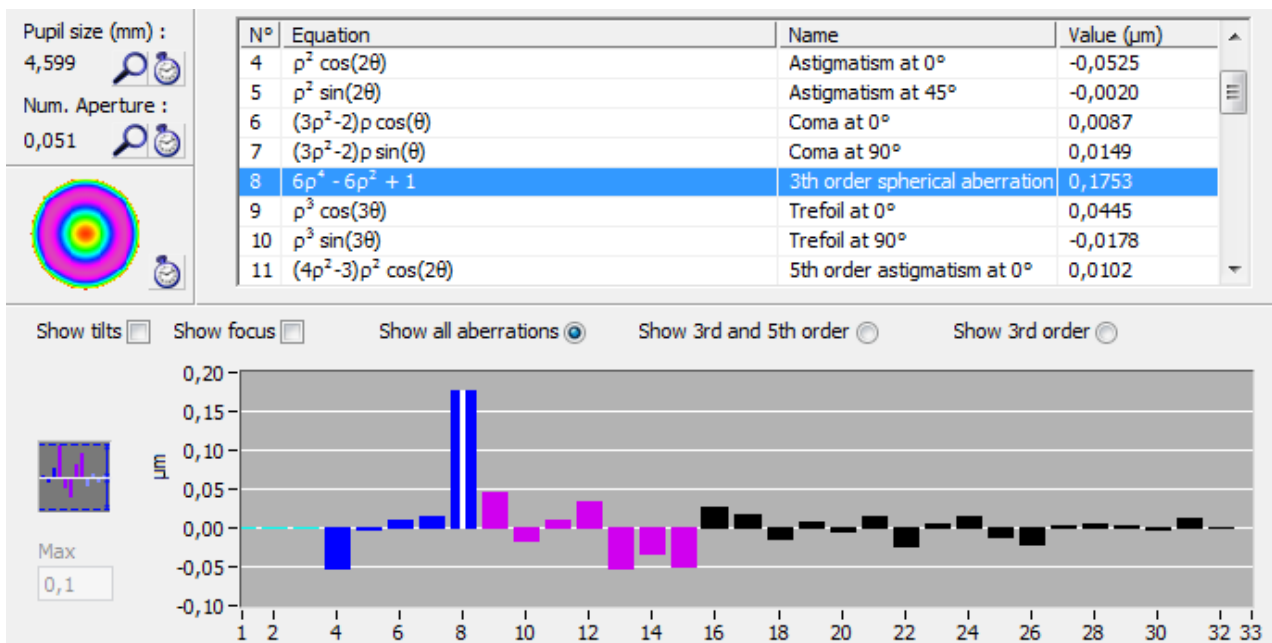


*MTF parfaite en bleu*

### 3.3.3 Réponse en percussion



### 3.3.4 Décomposition de Zernike



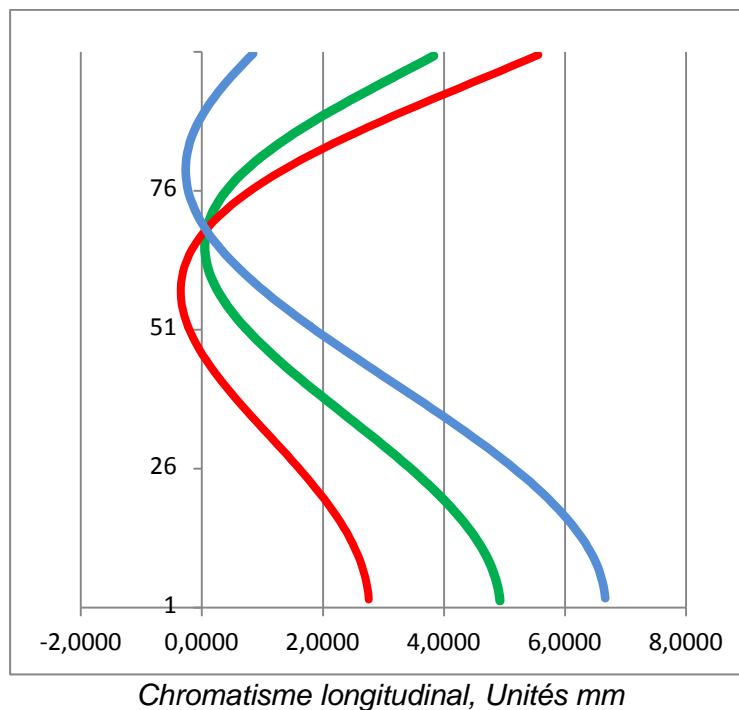
### 3.4 Chromatisme

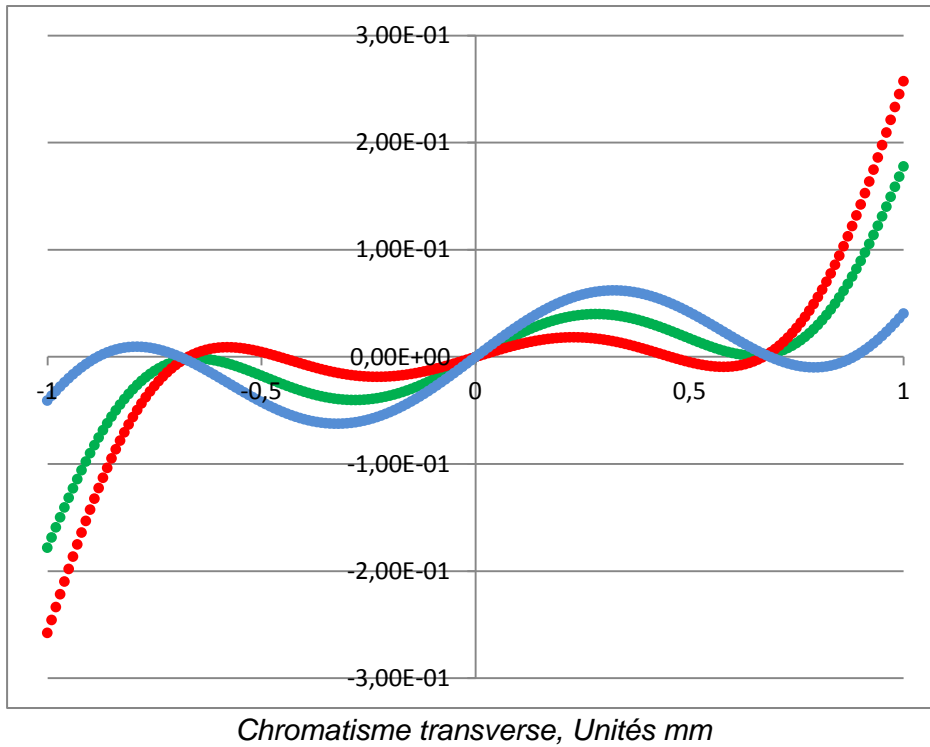
#### 3.4.1 Décalage des meilleurs foci sur l'axe

Rouge 635 nm	0
Vert 543 nm	-60 $\mu\text{m}$
Bleu 473 nm	-10 $\mu\text{m}$

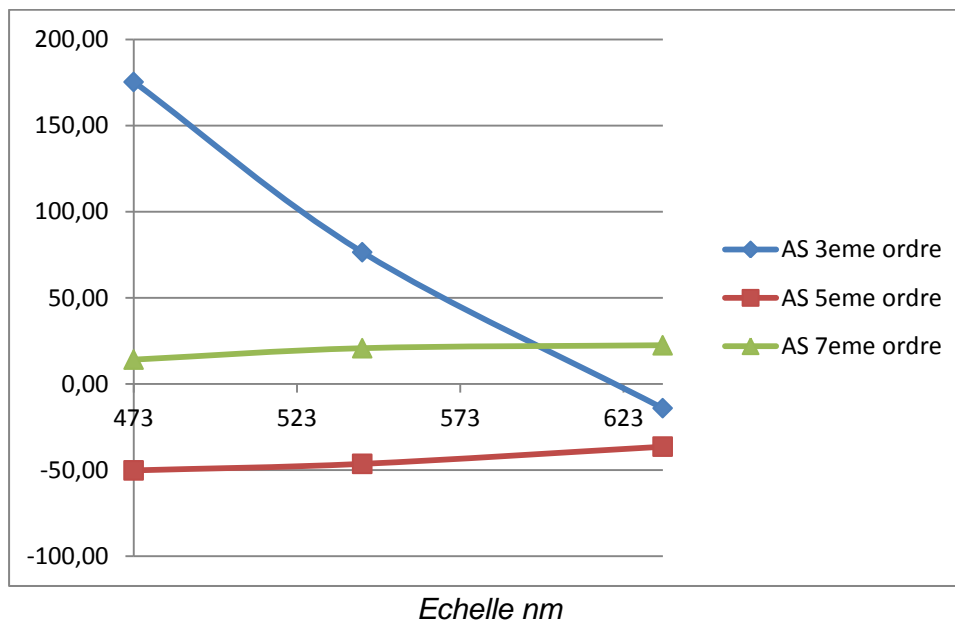
#### 3.4.2 Sphérochromatisme

Base de calcul : aberration sphérique 3eme, 5eme et 7eme ordre.





### 3.4.3 Aberration sphérique en fonction de la longueur d'onde



A cette distance de backfocus l'aberration sphérique nulle est décalée vers le rouge à environ 623nm.



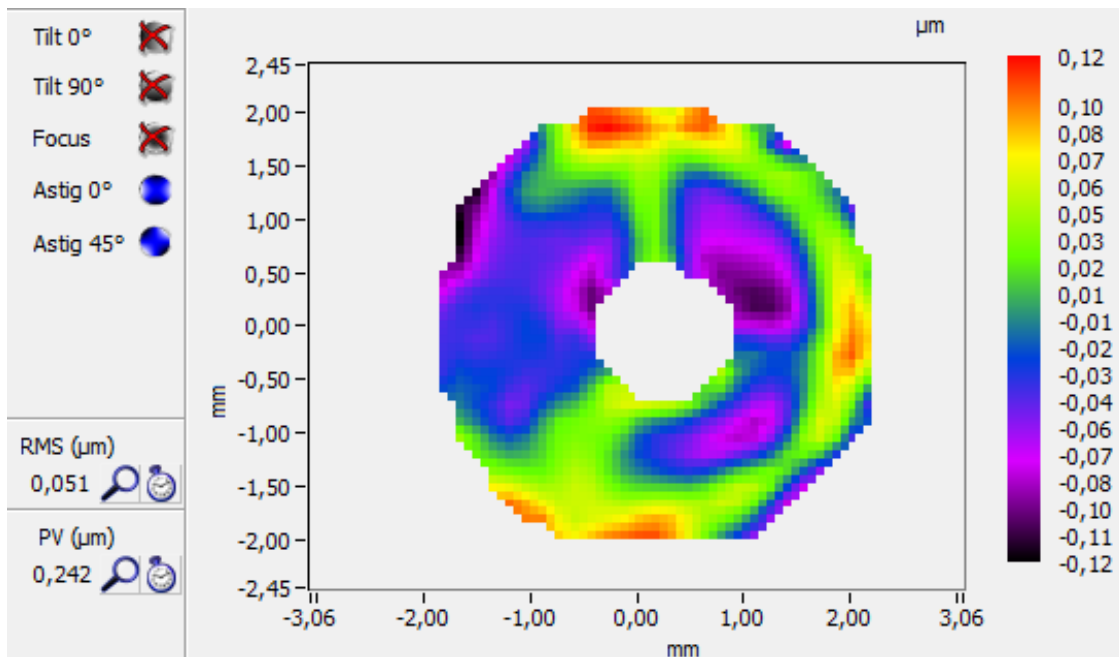
## 4 Mesure backfocus 146mm après centrage mécanique des éléments

Une seconde série de mesures a été effectuée le 17 Décembre 2011 après les opérations suivantes :

- Calage et centrage de la lame correctrice pleine ouverture,
- Réduction du stress de la fixation du miroir primaire sur son support,
- Alignement optique au Haso.

### 4.1 Mesure à 635nm

#### 4.1.1 Front d'onde

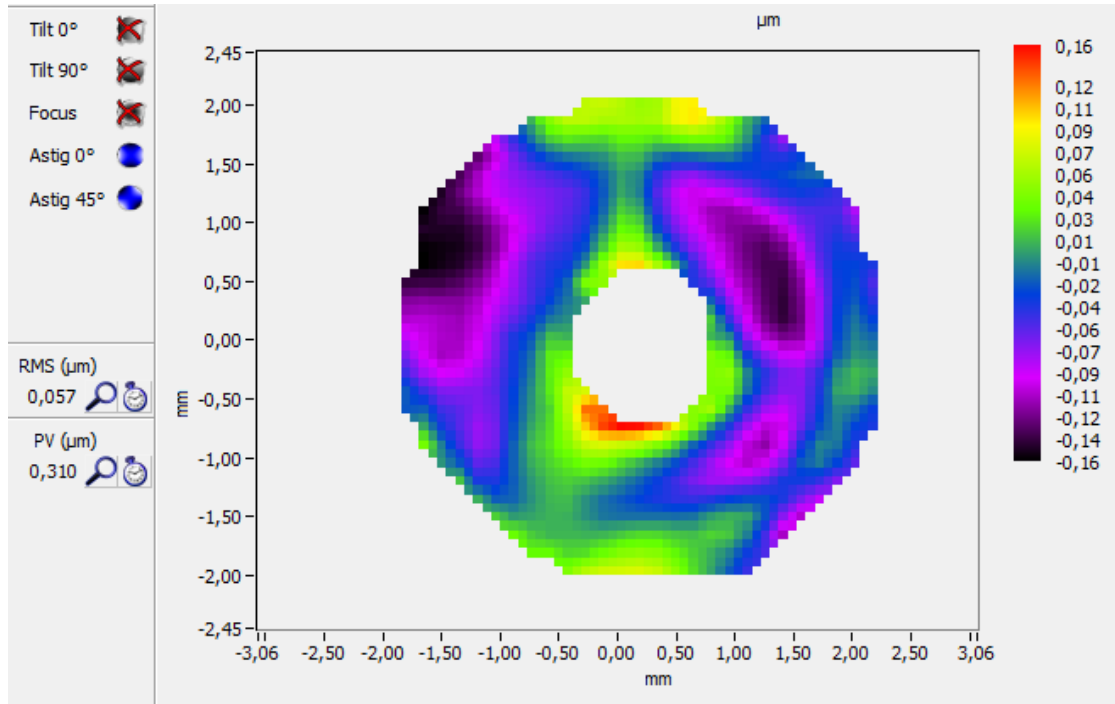


Ratio de Strehl 0,771

*Note : une légère veine thermique issue du baffle central est visible à 12h et dégrade l'erreur RMS. Cette veine n'était pas présente lors des premières mesures (mise à température de 24h).*

## 4.2 Mesure à 543nm

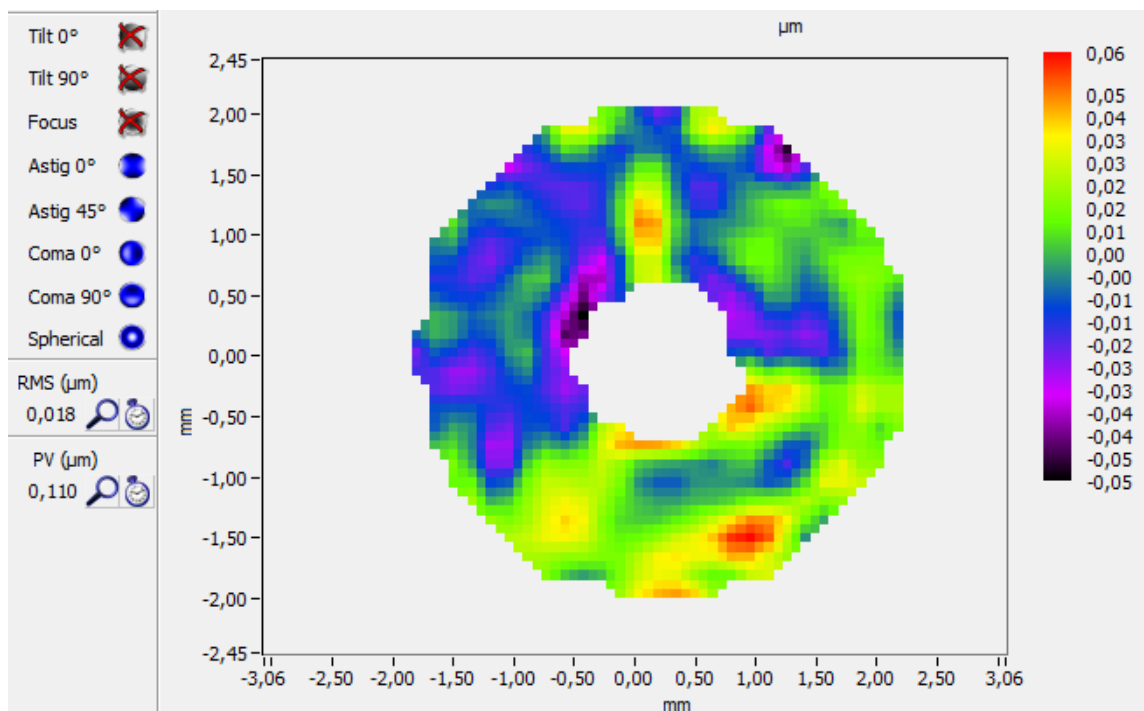
### 4.2.1 Front d'onde



Ratio de Strehl 0,649

Une dégradation de l'aberration sphérique est notable par rapport à la première mesure.

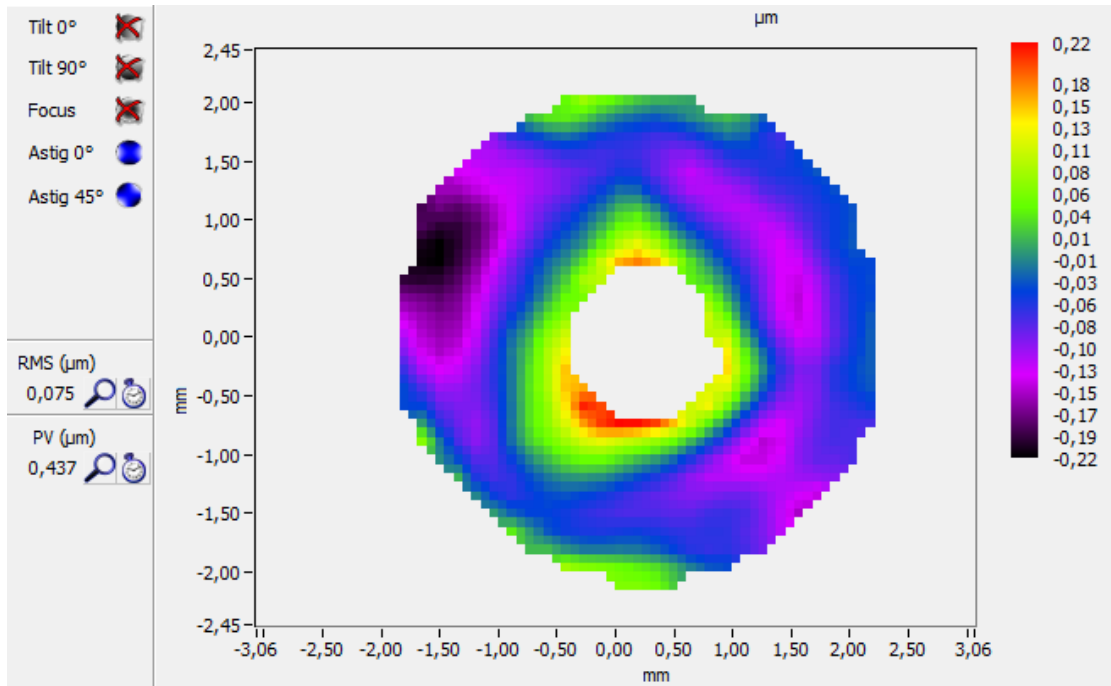
### 4.2.2 Front d'onde résiduel après retrait des 33 termes de Zernike



Le front d'onde résiduel est conforme à la première mesure. A noter la présence de la veine d'air ascendante.

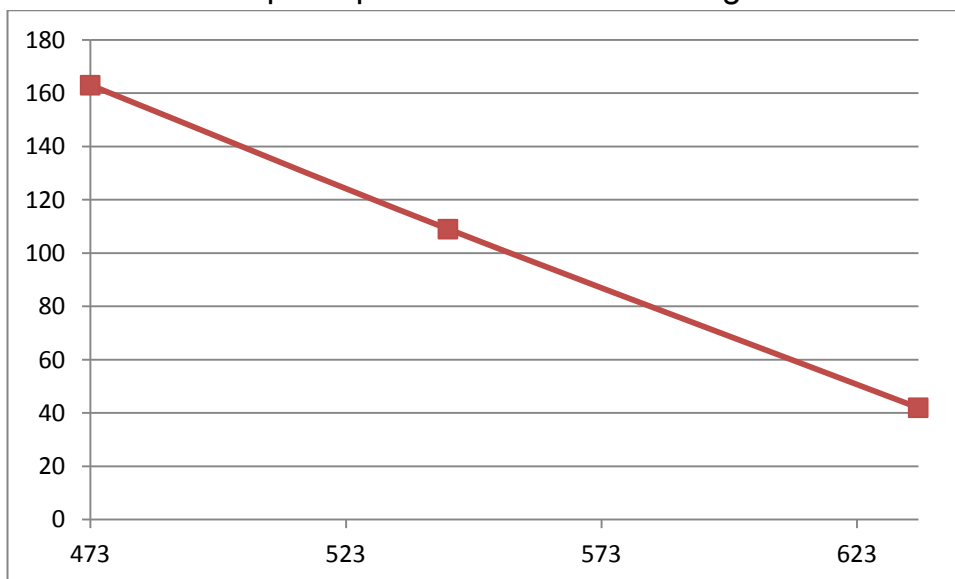
### 4.3 Mesure à 473nm

#### 4.3.1 Front d'onde



Ratio de Strehl 0,419

### 4.4 Aberration sphérique en fonction de la longueur d'onde



*La longueur d'onde d'aberration sphérique nulle s'est décalée vers le rouge profond par rapport à la première mesure. Ceci explique la légère dégradation des performances entre les deux sessions.*

## Conclusions

### 4.5 Tests qualitatifs

Le miroir primaire présente un bon état de surface (rugosité) au test de Lyot.

La visualisation en mode Foucault montre un mamelonnage sensible et des couronnes de trace d'usinage concentriques. Ce test montre aussi une dépression autour du trou central et un bord rabattu.

### 4.6 Mesures au Haso

Les mesures des deux sessions se corroborent parfaitement à l'exception de l'évolution de l'aberration sphérique de 3eme ordre qui présente un décalage vers le rouge plus marqué sur la seconde série de mesures et de la présence d'une légère veine d'air lors de cette seconde session.

Dans les deux cas les mesures montrent que :

- Le calage de la correction de l'aberration sphérique est sensiblement décalé vers le rouge pour des valeurs de backfocus (distance primaire/secondaire) d'usage courant. Cette valeur devrait être voisine de 550nm.
- **En aucun cas le matériel ne satisfait au critère de Rayleigh** (L/4 d'erreur de front d'onde PTV, soit une erreur inférieure à 137nm selon la norme EN10110).
- Les erreurs présentées par le front d'onde sont essentiellement dues à des défauts de zones. Le télescope ne présente pas d'aberration de champ de 3eme ordre qui pourrait expliquer les performances obtenues par une erreur de centrage d'un élément optique (lame ou secondaire).
- L'analyse du front d'onde résiduel (sans les 33 premiers termes de Zernike, développement de Wyant) montre une erreur PTV de 110nm. Ceci est corroboré par la visualisation de l'état de surface du miroir primaire en mode Foucault et confirme la présence de zones sur le miroir primaire.

Fin du document.