

AiryLab. 34 rue Jean Baptiste Malon, 04800 Gréoux les Bains

## Rapport de mesure

Référence	2014-16002
Date	18/04/2014
Opérateur	FJ
Procédure de mesure	RF-DP
Haso	HA-4333
LIP	LI-1028
Objectif(s)	MOD32/6.4
Miroir	RS-530

Client	xxx
Type d'optique	Double ED
Fabricant	Vixen
Nom/modèle	ED81S
S/N	xxx

Longueur d'onde
473
543
635
805

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

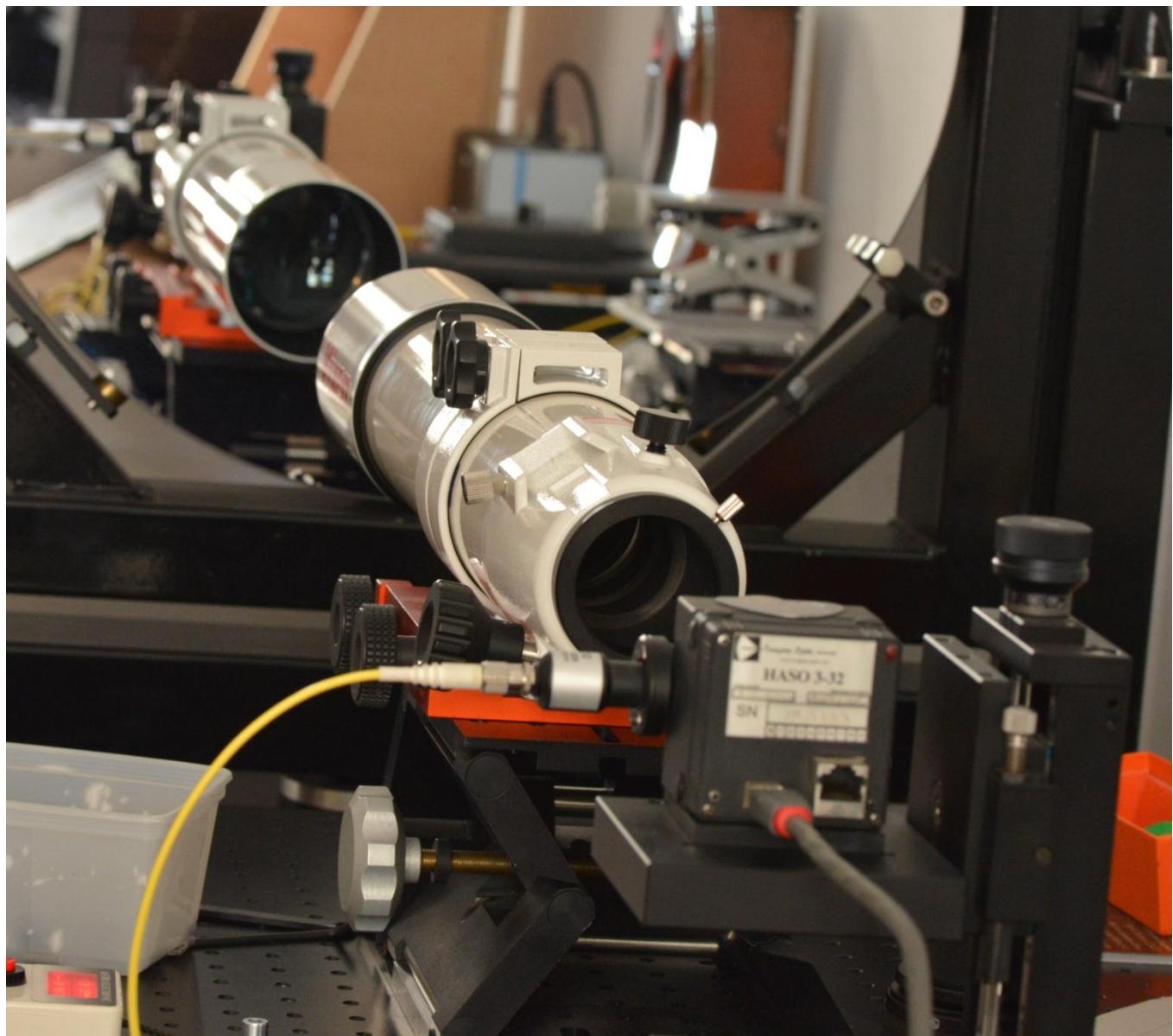
Incertitude PTV	5,45nm
Incertitude RMS	0,54nm
Interpolation	X2
Mode	Zonal + modal
référence	Oui
Mesures moyennées	200
Double passage	Oui
température	21°
Sous pupilles	-
Conjugaison de pupille	Oui

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

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

## Sommaire

1	Données théoriques .....	4
2	Mesures sur l'axe à réception .....	5
2.1	Mesure sur l'axe à 635nm .....	5
2.1.1	Front d'onde .....	5
2.1.2	Front d'onde au meilleur foyer .....	6
2.1.3	PSF .....	7
2.1.4	MTF .....	7
2.1.5	Décomposition de Zernike .....	8
2.2	Mesure sur l'axe à 543nm .....	9
2.2.1	Front d'onde .....	9
2.2.2	Front d'onde au meilleur foyer .....	9
2.2.3	PSF .....	10
2.2.4	MTF .....	10
2.2.5	Décomposition de Zernike .....	11
2.3	Mesure sur l'axe à 473nm .....	12
2.3.1	Front d'onde .....	12
2.3.2	Front d'onde au meilleur foyer .....	12
2.3.3	PSF .....	13
2.3.4	MTF .....	13
2.3.5	Décomposition de Zernike .....	14
2.4	Chromatisme .....	15
2.4.1	Décalage des meilleurs foci sur l'axe .....	15
2.4.2	Sphérochromatisme .....	15
2.4.3	Aberration sphérique en fonction de la longueur d'onde .....	16
2.4.4	Simulation de front d'onde raie g 435,8nm .....	17
2.4.5	Simulation de front d'onde raie h 404,7nm .....	17
2.4.6	Simulation de front d'onde raie r 706,5nm .....	18
2.5	Courbure de champ .....	19
2.6	Spot diagram à 543nm au meilleur foyer .....	20
	<i>Fin du document.</i> .....	22



## 1 Données théoriques

Focale : 625. Pupille: 81mm.

Nombre d'ouverture : 7,7

Diamètre théorique de la tâche de diffraction :

Focale	625
Diamètre	81
Longueur d'onde	Taille PSF $\mu\text{m}$
635	11,96
543	10,22
473	8,91

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

Focale	625
Diamètre	81
Longueur d'onde	Coupure
635	204,09
543	238,67
473	274,00

**Objectif des mesures de front d'onde :** Ces mesures correspondent à la [mesure de la forme globale du front d'onde issu du système](#). Il s'agit de la mesure la plus importante en termes de résolution optique.

Cette mesure donne les valeurs d'erreur sur le front d'onde Peak To Valley (PTV) et moyennée (RMS). Un instrument est considéré comme étant limité par la diffraction pour la valeur d'erreur PTV de 135nm dans le vert. Néanmoins il faut prendre en compte le diamètre et l'ouverture relative de l'instrument : plus l'instrument est grand et ouvert et plus il est difficile d'avoir une erreur faible.

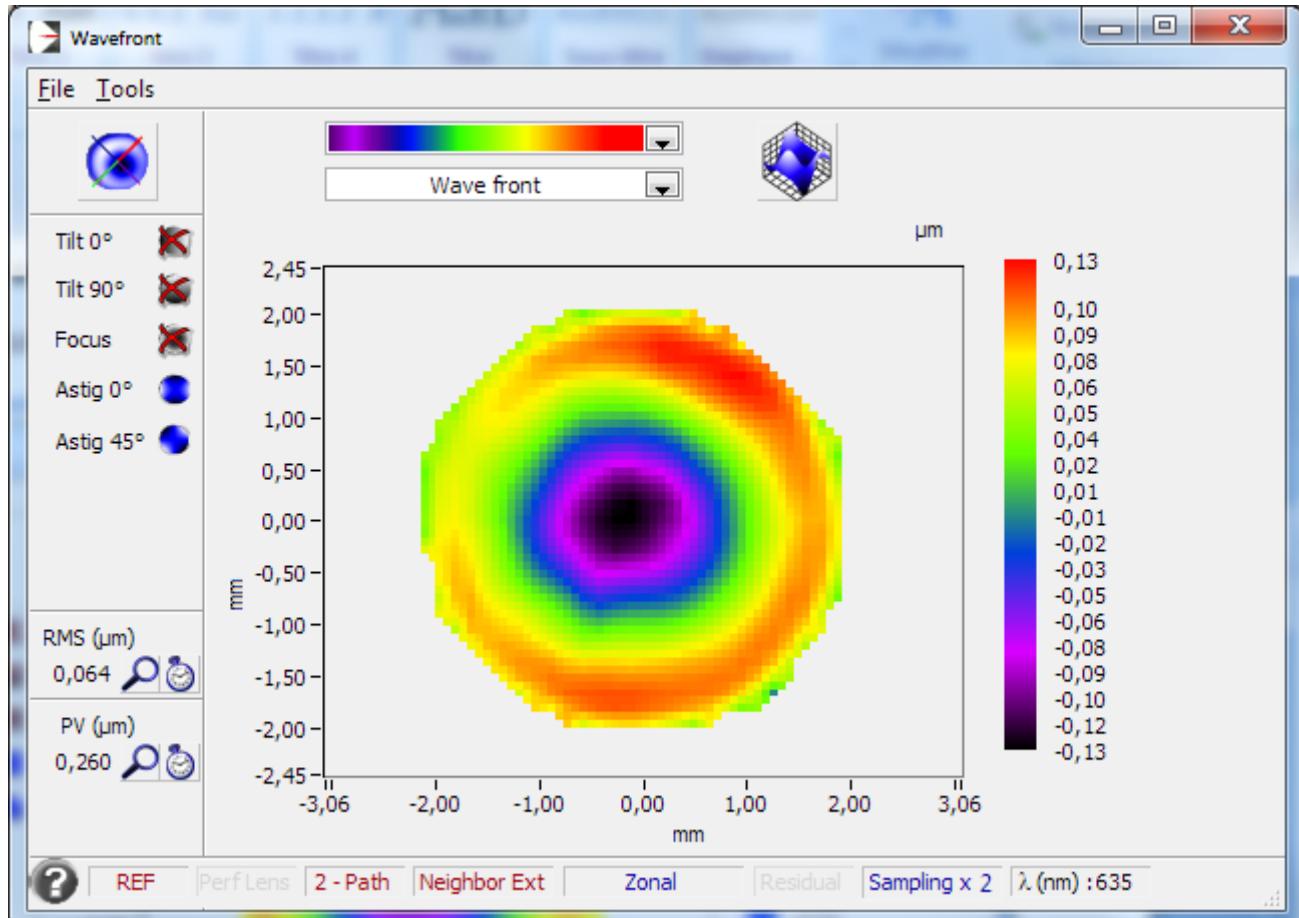
Ces mesures peuvent être effectuées sur l'axe et dans le champ et à différentes longueurs d'onde.

La mesure du front d'onde permet de déduire la [PSF](#) (tâche de diffraction), la [fonction de transfert de modulation](#) (contraste en fonction des fréquences spatiales) et le [ratio de Strehl](#).

## 2 Mesures sur l'axe à réception

### 2.1 Mesure sur l'axe à 635nm

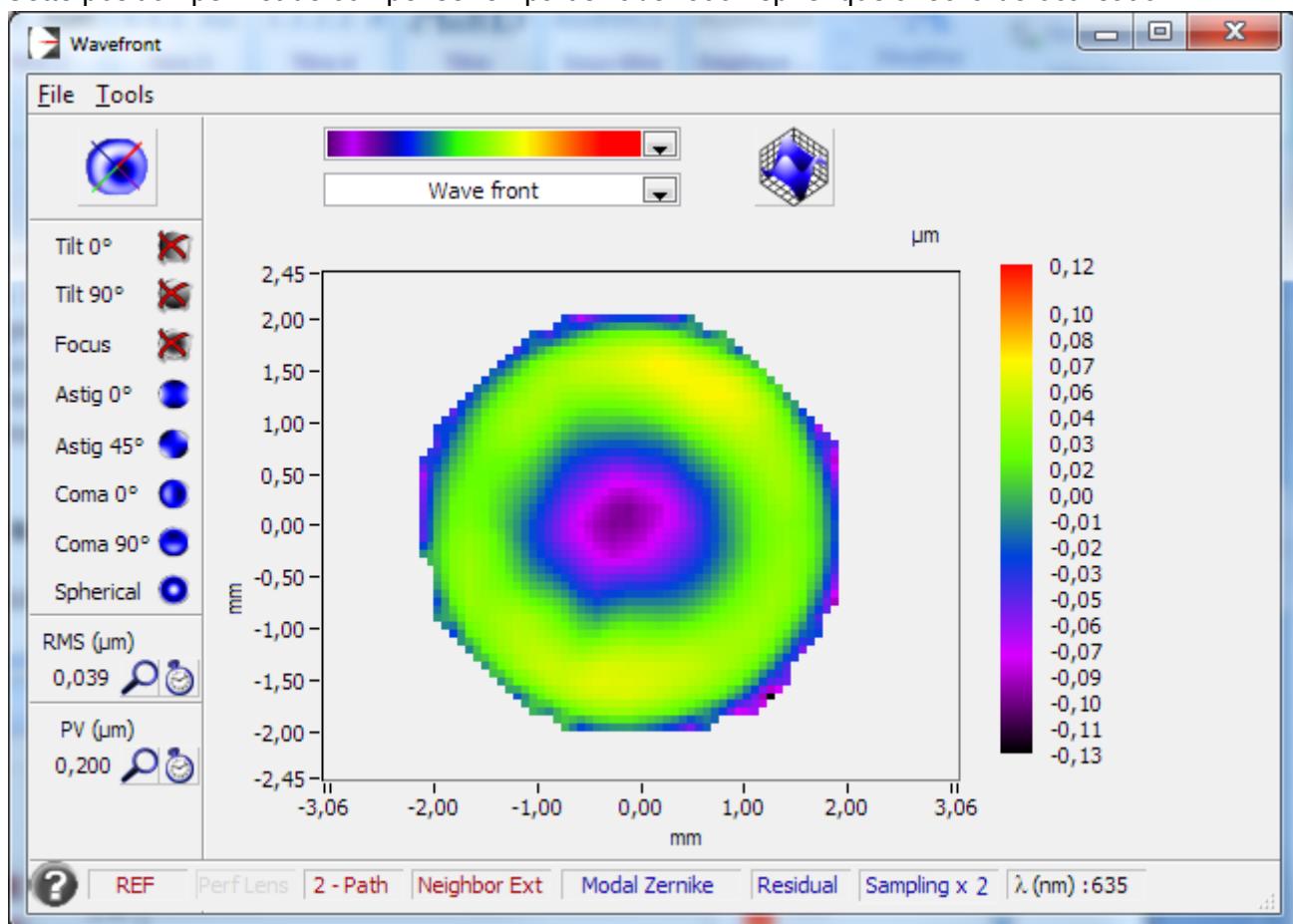
#### 2.1.1 Front d'onde



Ratio de Strehl 0,668

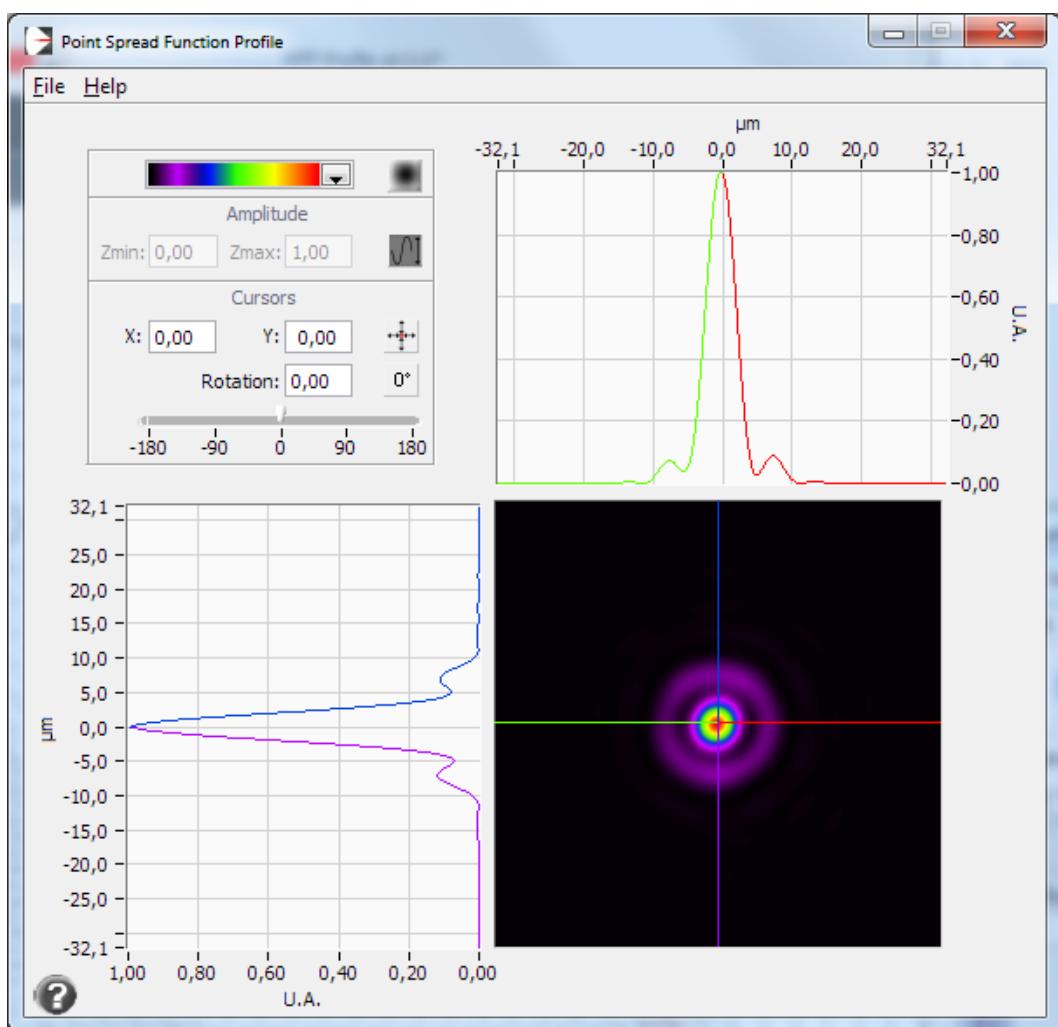
## 2.1.2 Front d'onde au meilleur foyer

Cette position permet de compenser en partie l'aberration sphérique avec la défocalisation.

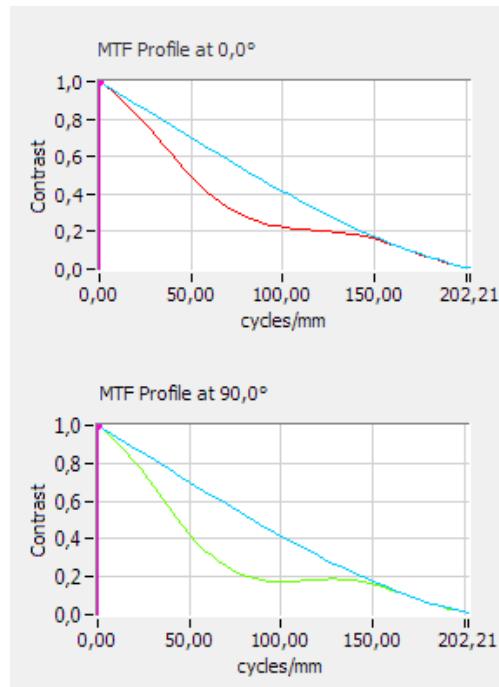


Ratio de Strehl 0,860

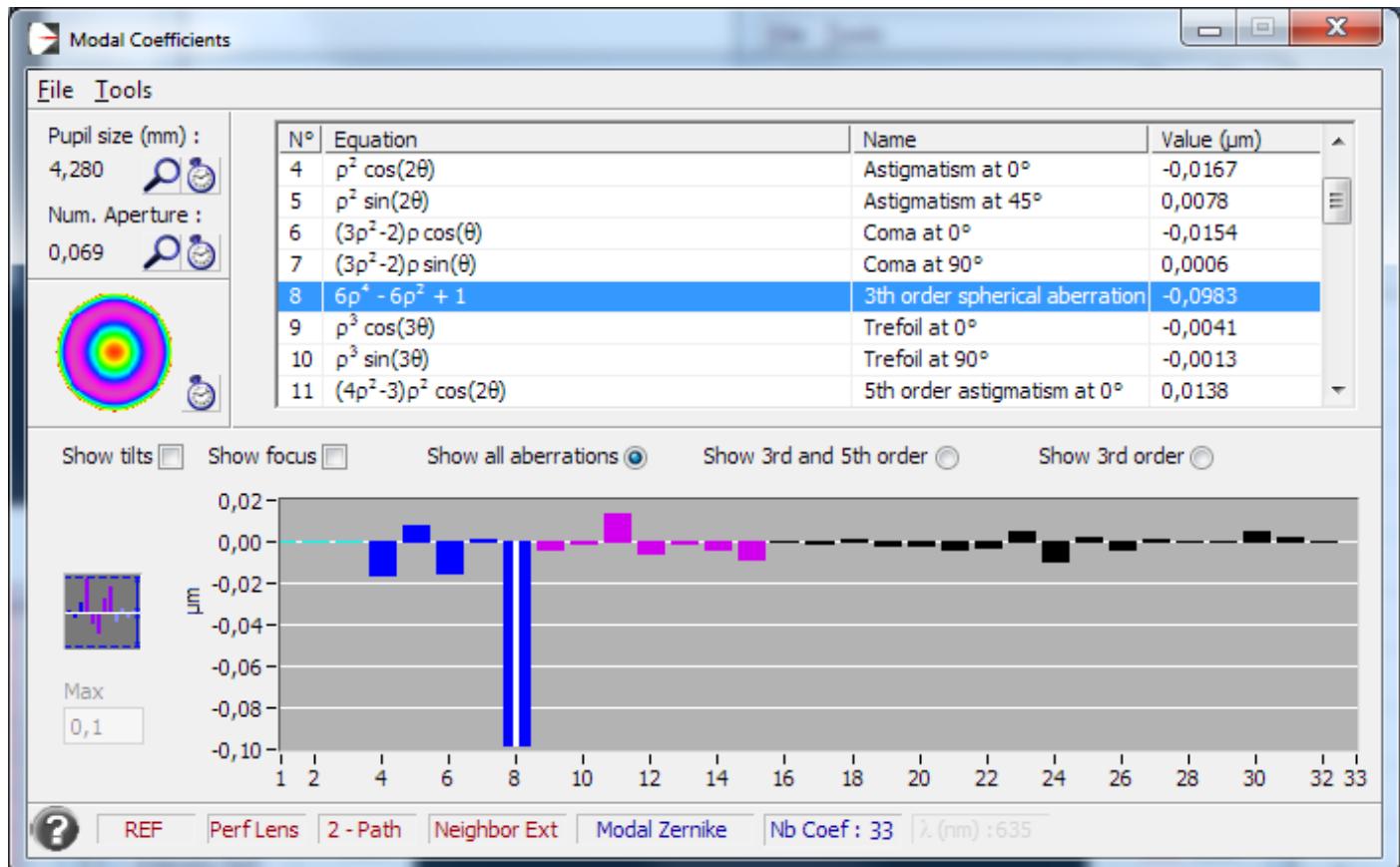
### 2.1.3 PSF



### 2.1.4 MTF

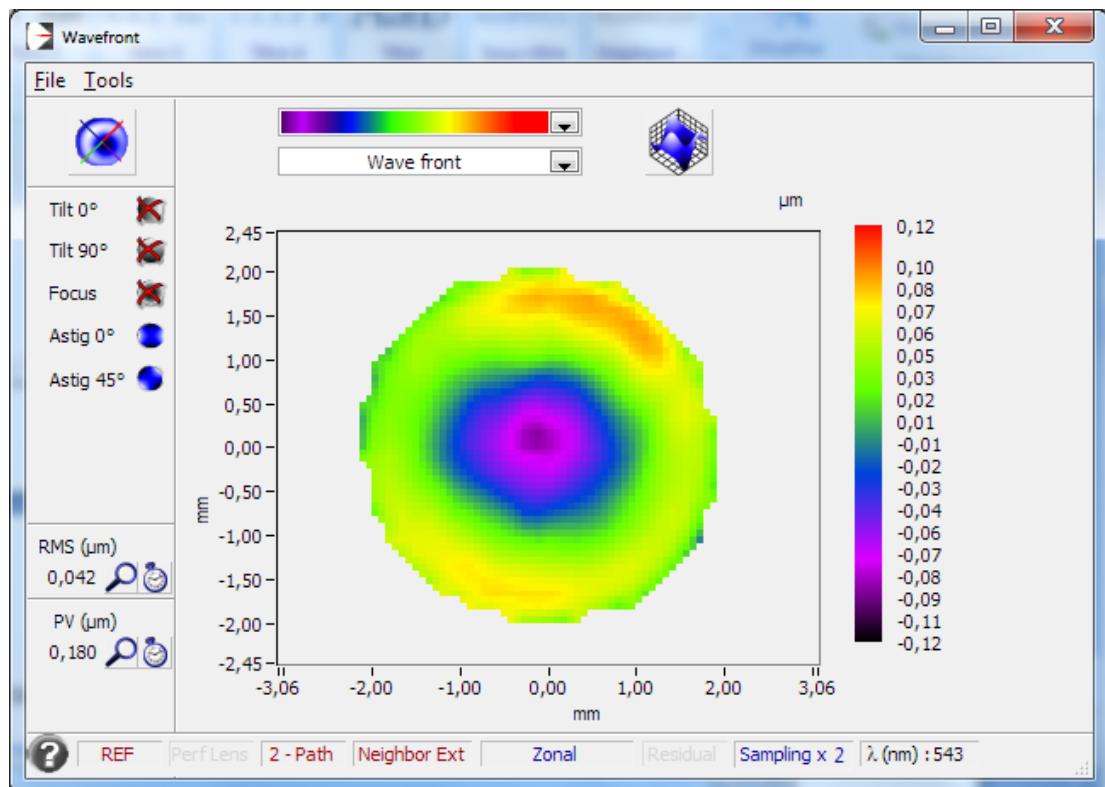


## 2.1.5 Décomposition de Zernike



## 2.2 Mesure sur l'axe à 543nm

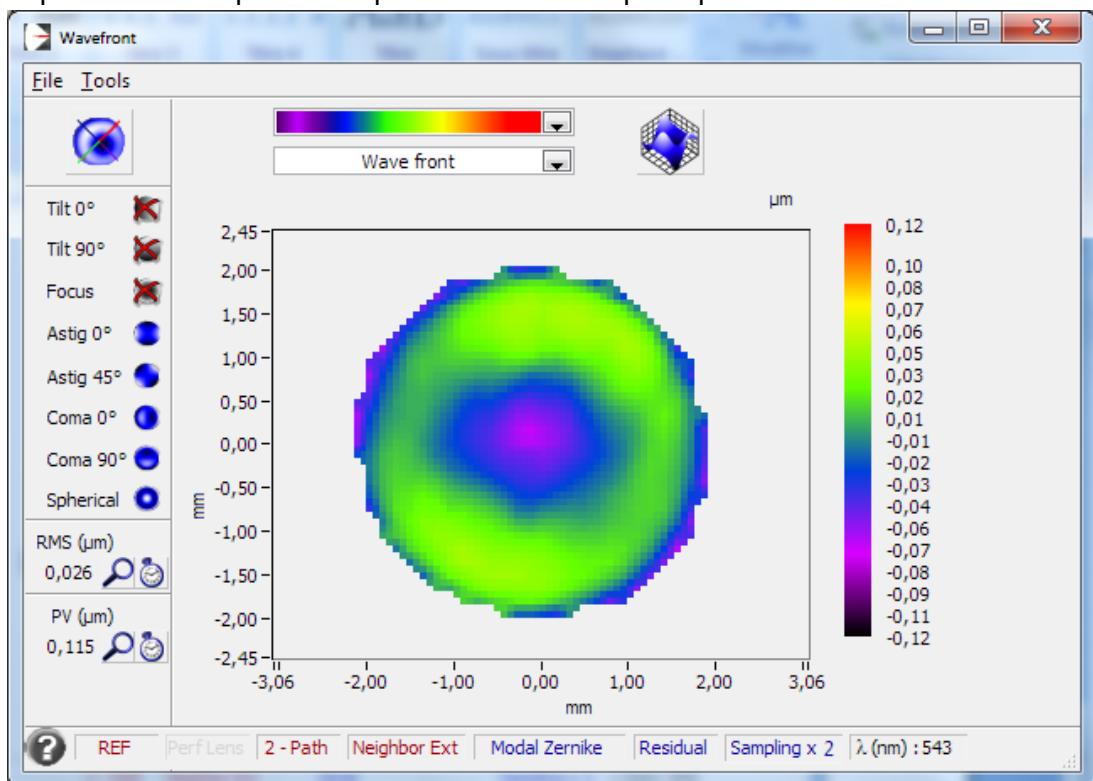
### 2.2.1 Front d'onde



Ratio de Strehl 0,789

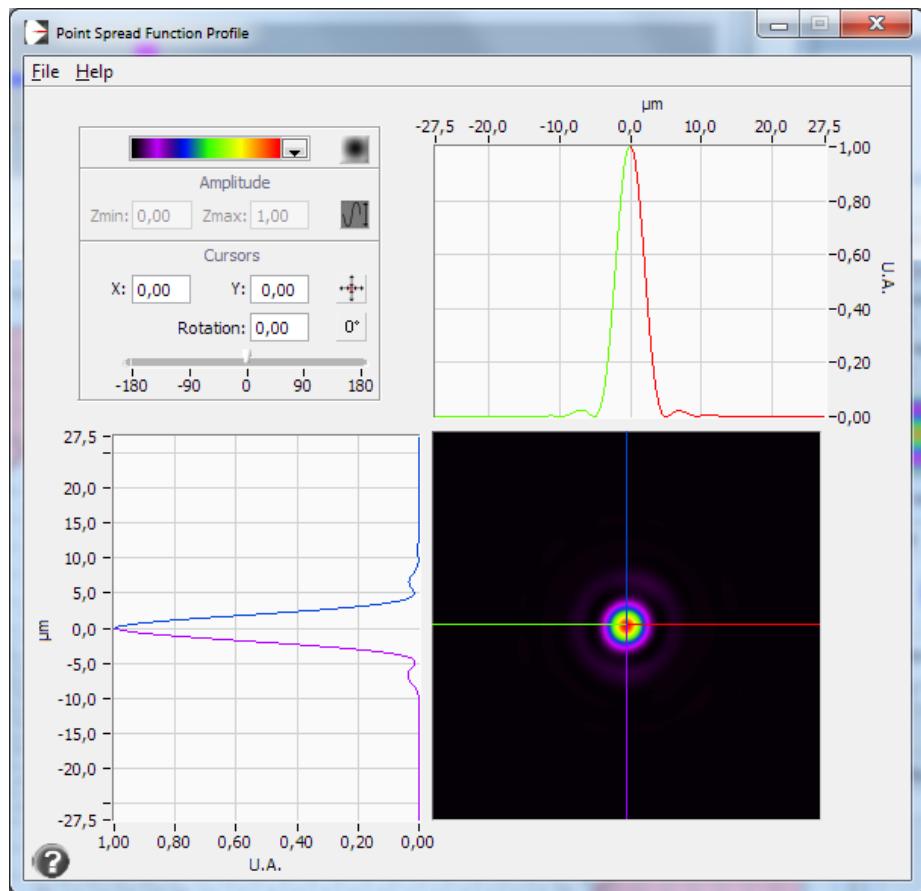
### 2.2.2 Front d'onde au meilleur foyer

Cette position permet de compenser en partie l'aberration sphérique avec la défocalisation.



Ratio de Strehl 0,912

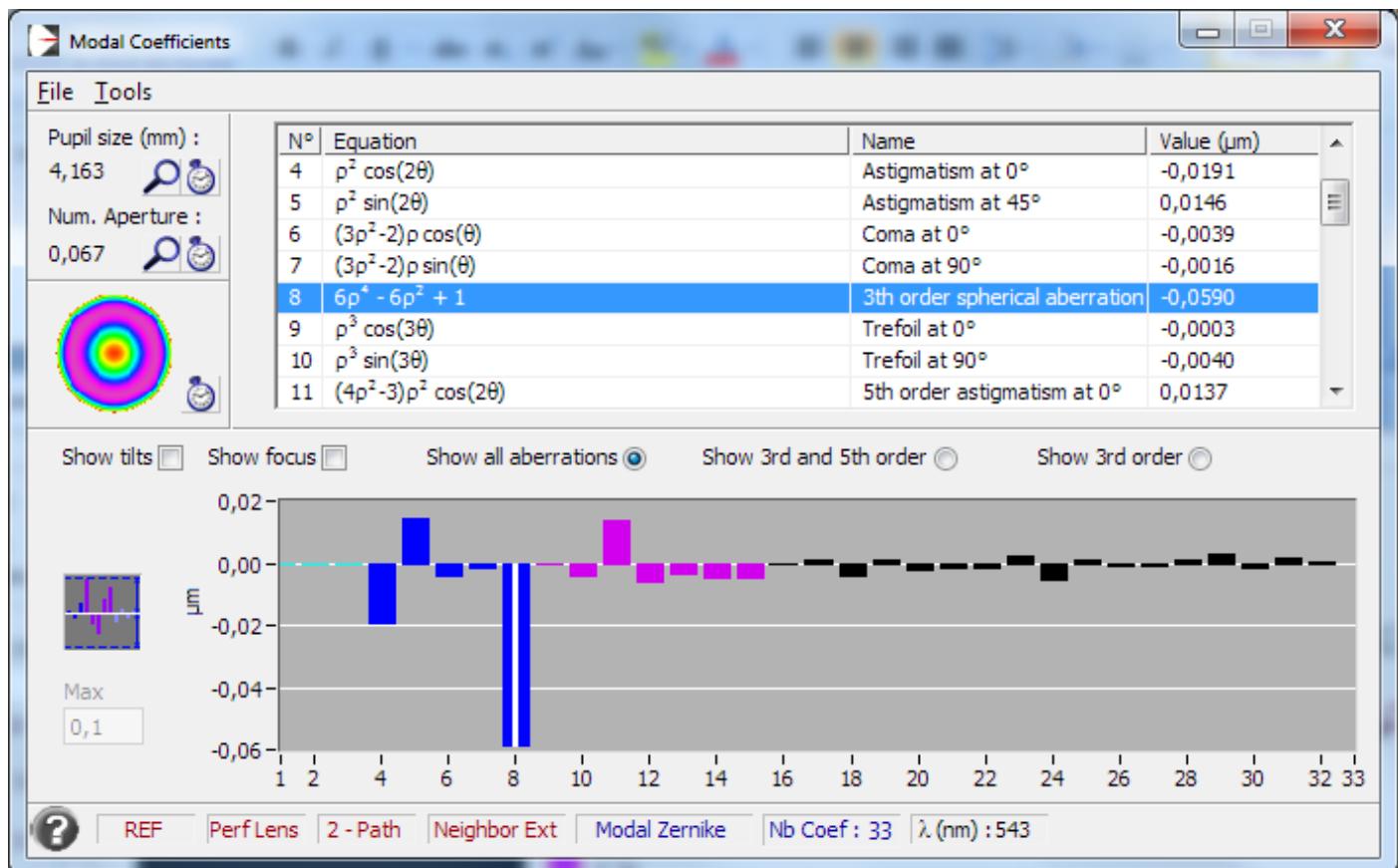
### 2.2.3 PSF



### 2.2.4 MTF

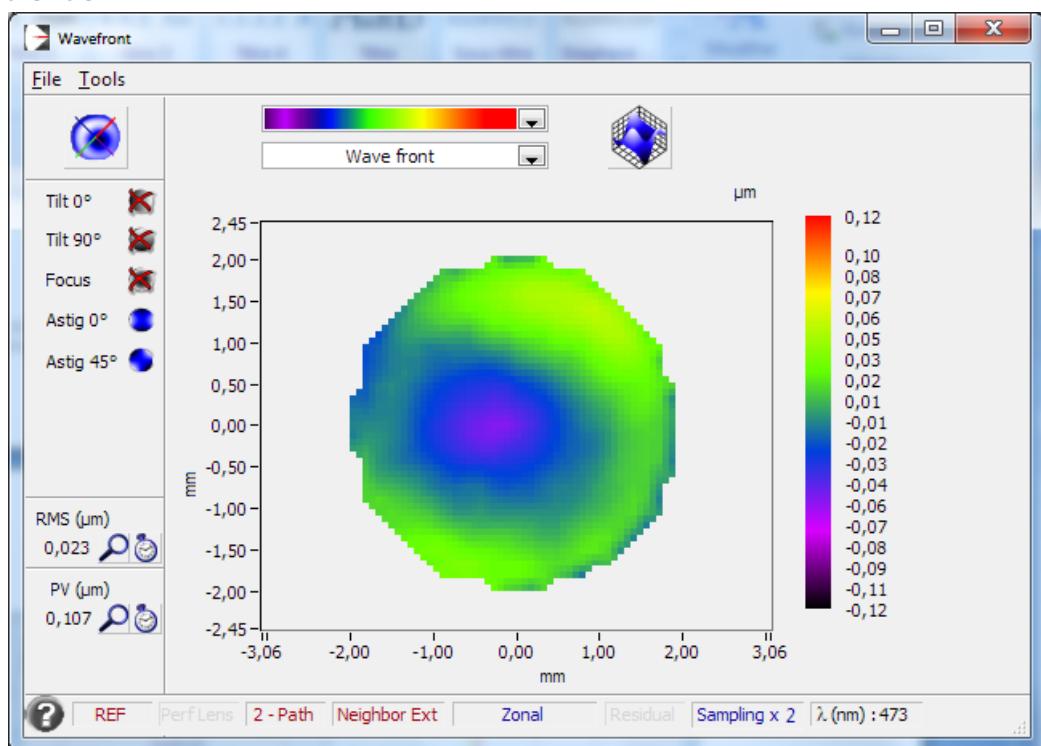


## 2.2.5 Décomposition de Zernike



## 2.3 Mesure sur l'axe à 473nm

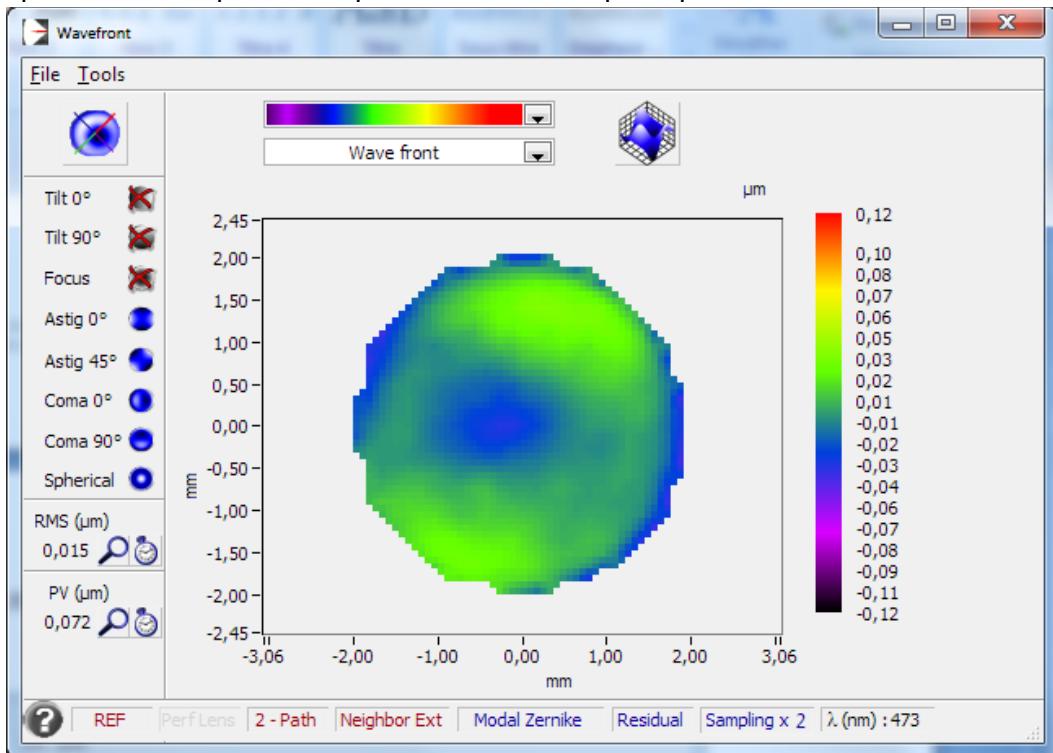
### 2.3.1 Front d'onde



Ratio de Strehl 0,914

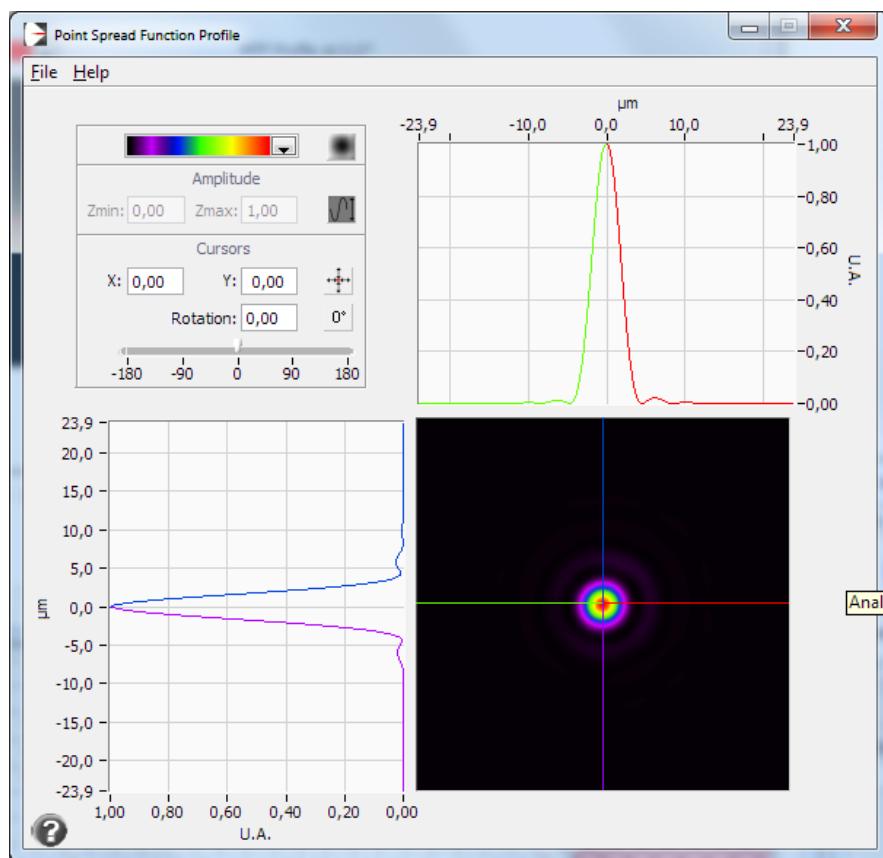
### 2.3.2 Front d'onde au meilleur foyer

Cette position permet de compenser en partie l'aberration sphérique avec la défocalisation.



Ratio de Strehl 0,962

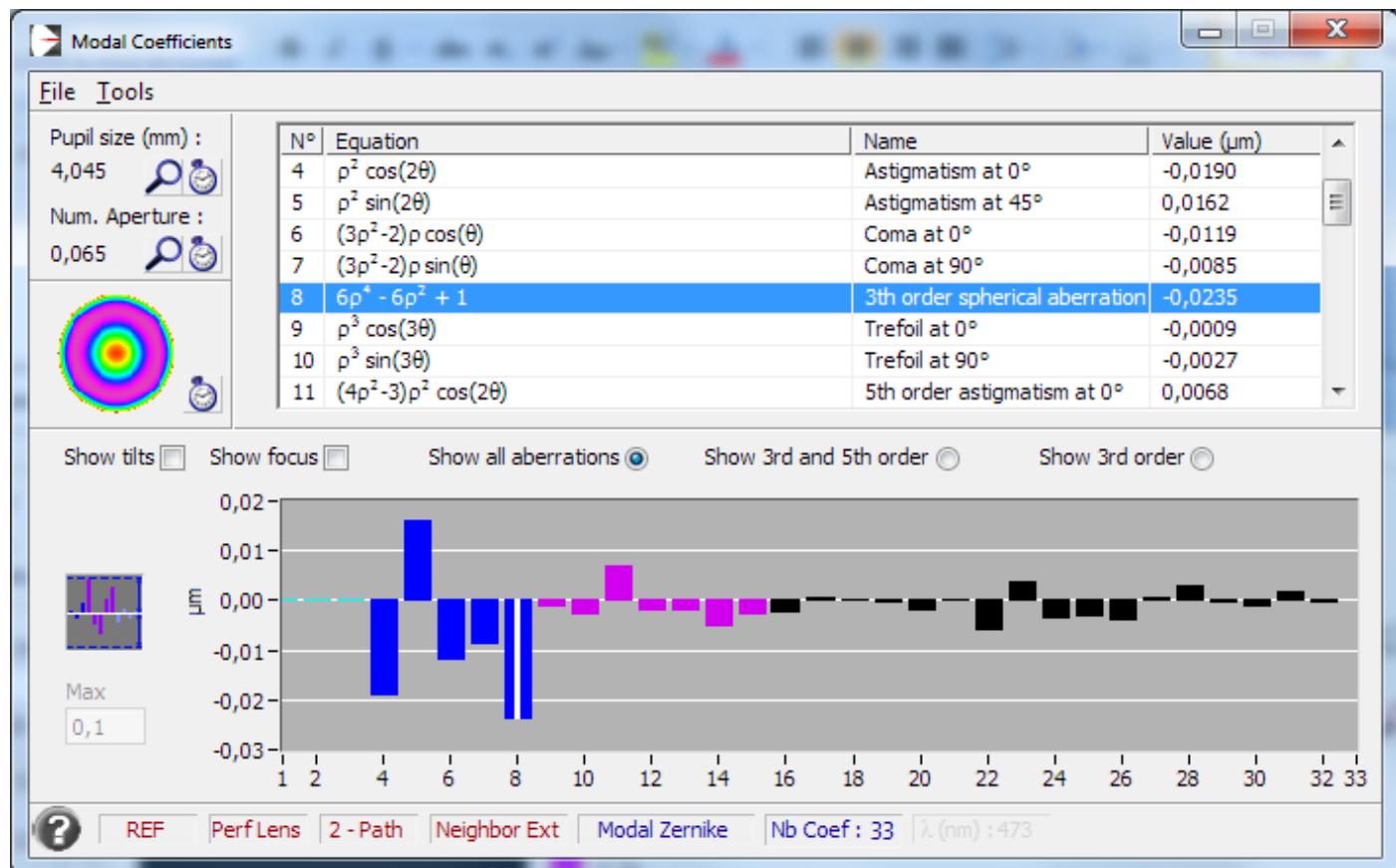
### 2.3.3 PSF



### 2.3.4 MTF



### 2.3.5 Décomposition de Zernike



## 2.4 Chromatisme

**Objectif :** La mesure du chromatisme concerne tous les systèmes optiques comportant des dioptres. Un élément transmissif a un comportement variable en fonction de la longueur d'onde.

Les deux mesures importantes sont le chromatisme (décalage du foyer en fonction de la longueur d'onde) et le sphérochromatisme. Ces mesures permettent aussi de déterminer pour quelle longueur d'onde le système est optimisé, idéalement entre 500 et 550nm (vert).

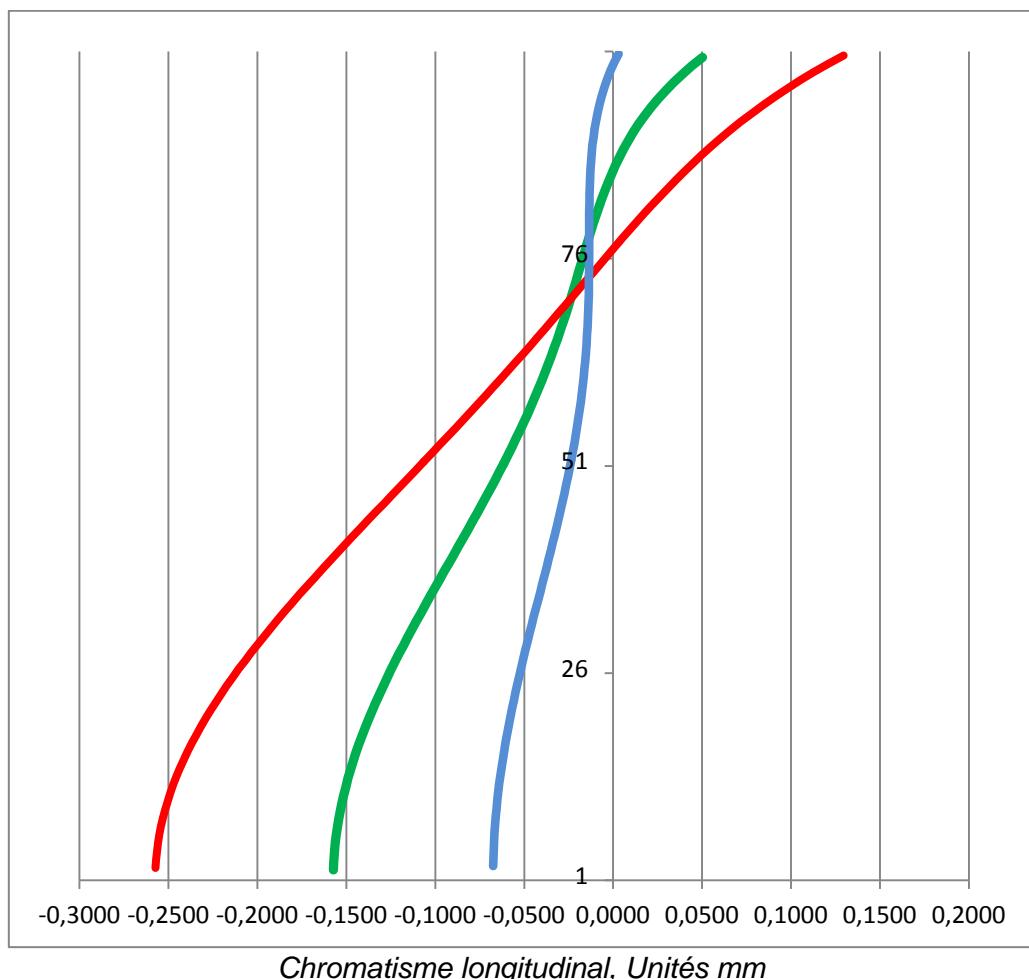
### 2.4.1 Décalage des meilleurs foci sur l'axe

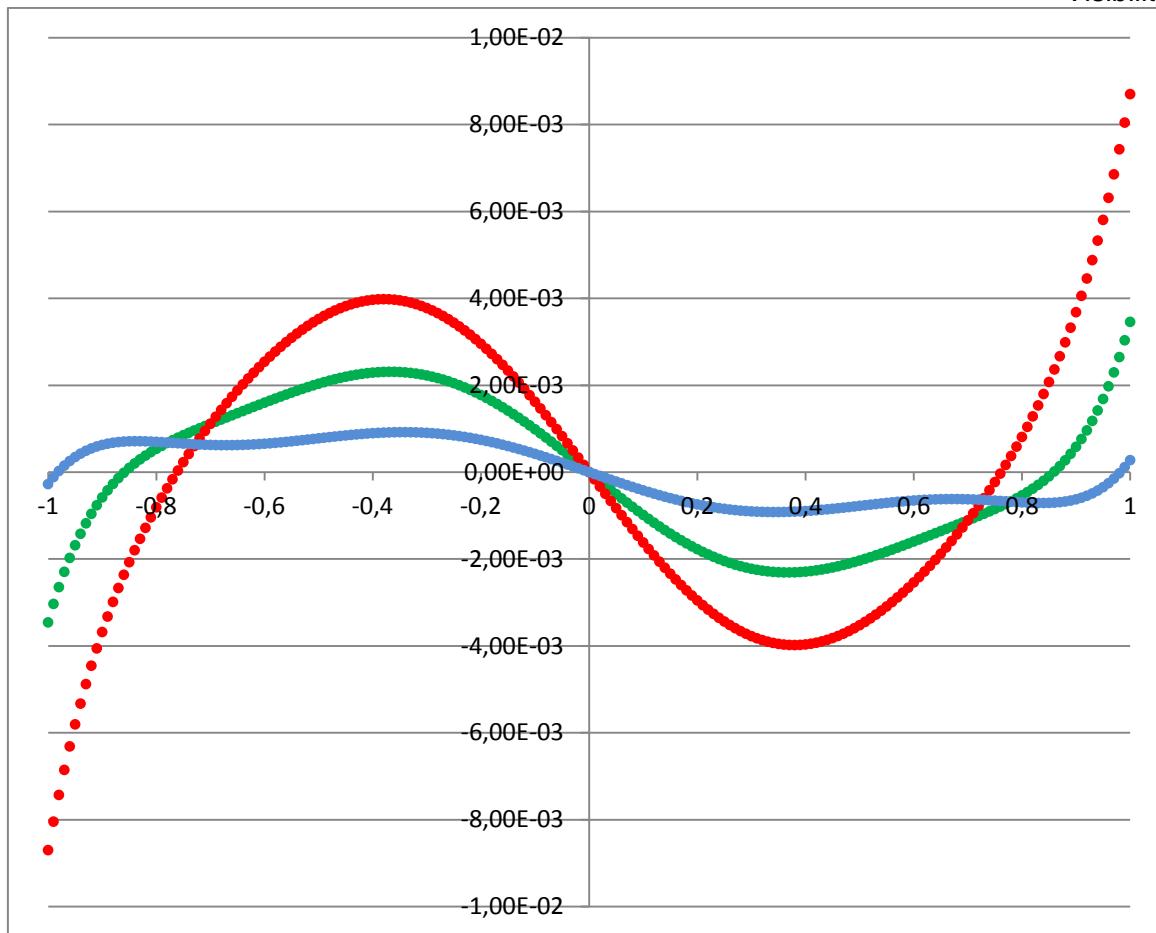
Note : une valeur négative signifie que la position est en amont du foyer rouge sur l'axe optique.

En $\mu\text{m}$	
Rouge 635 nm	0
Vert 543 nm	-80
Bleu 473 nm	-20

### 2.4.2 Sphérochromatisme

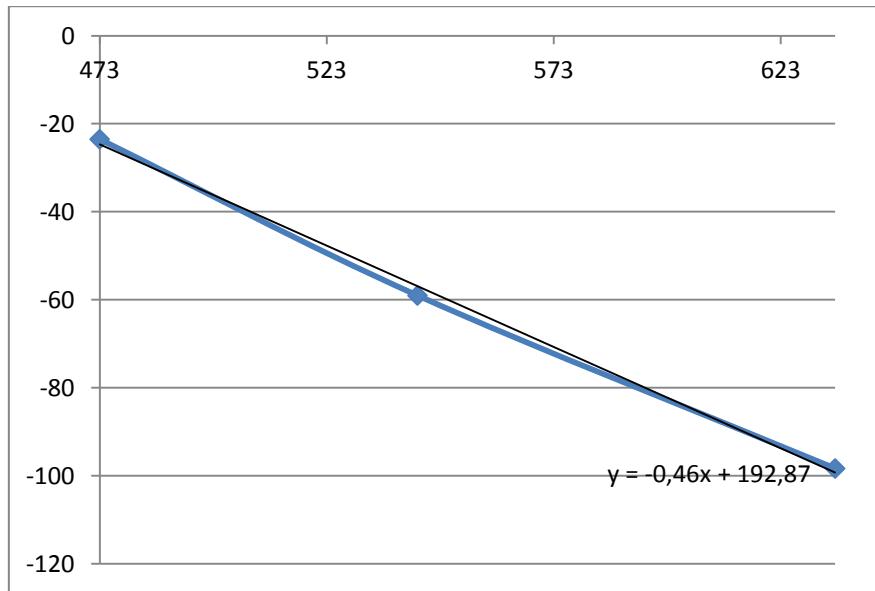
Base de calcul : aberration sphérique 3eme, 5eme et 7eme ordre.





Chromatisme transverse, Unités mm

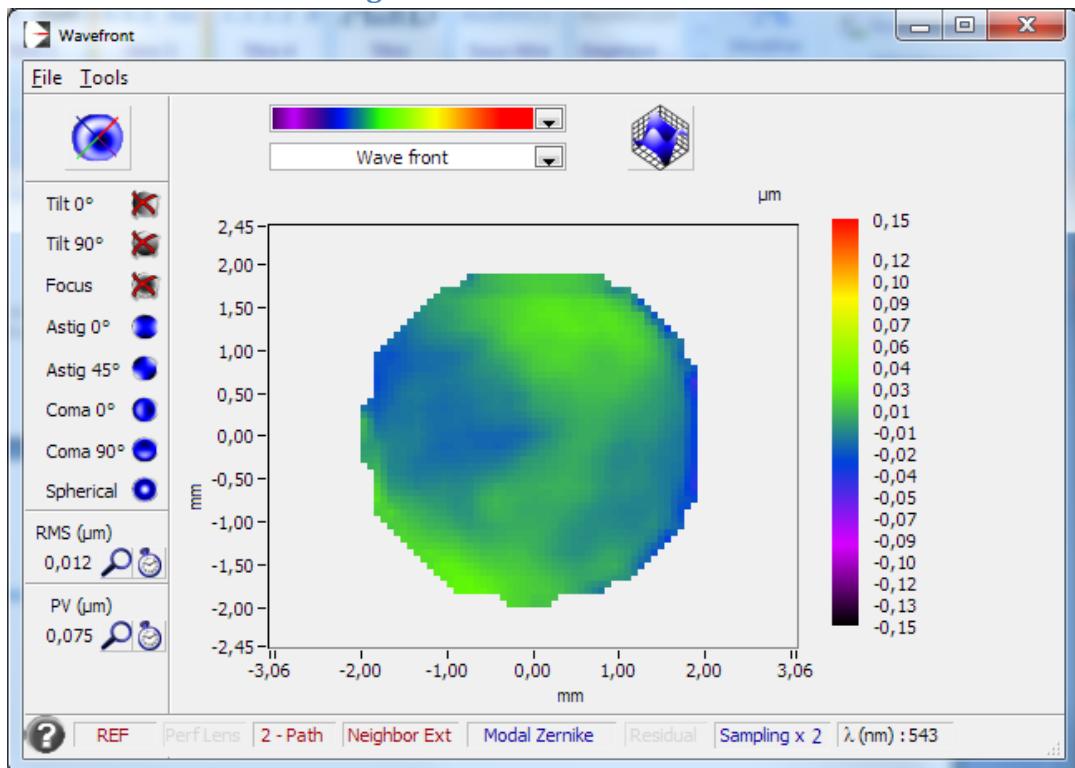
#### 2.4.3 Aberration sphérique en fonction de la longueur d'onde



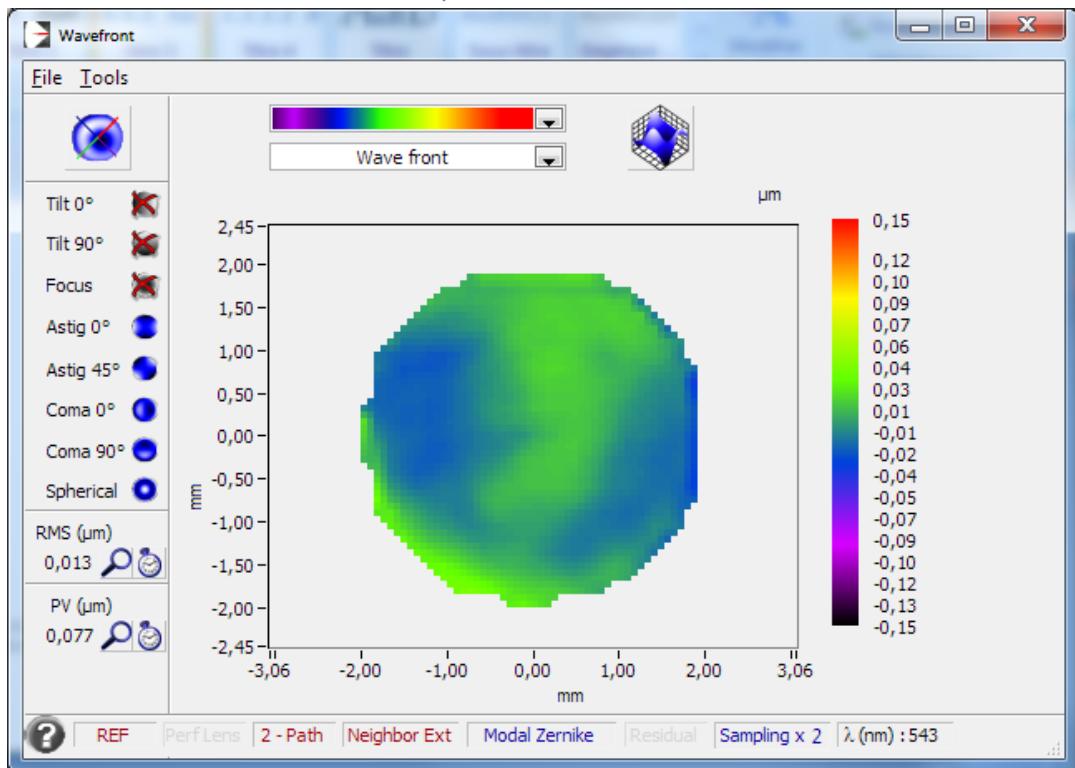
Aberration sphérique de 3eme ordre en nm en fonction de la longueur d'onde en nm

L'objectif est calé à 419nm (Violet).

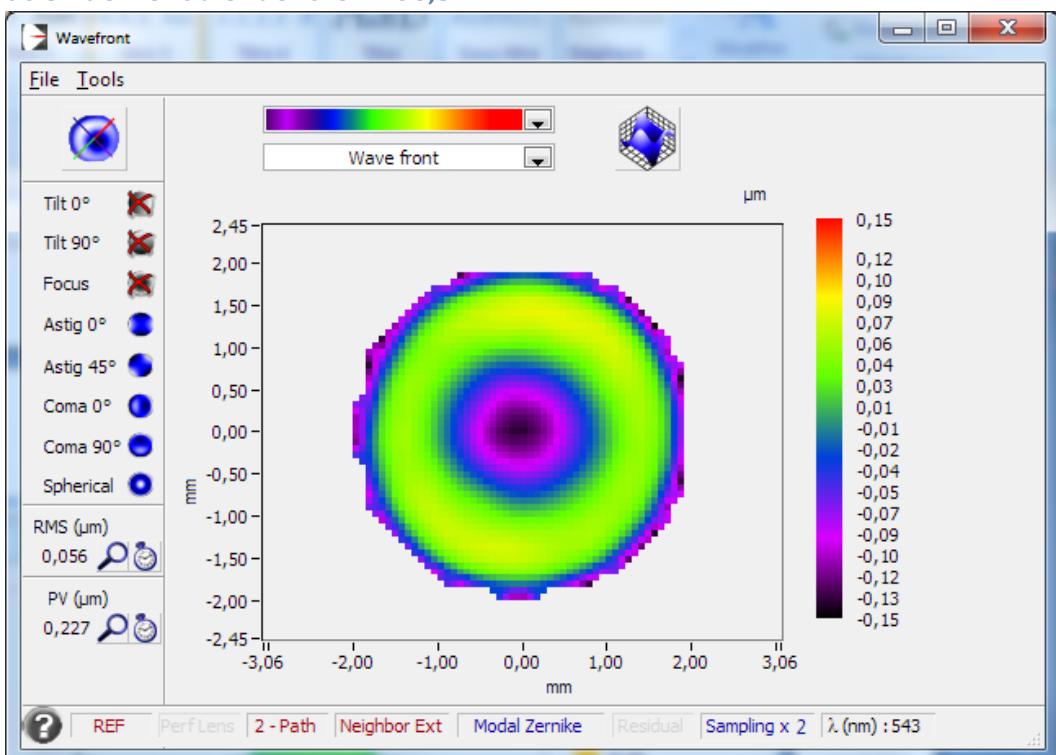
#### 2.4.4 Simulation de front d'onde raie g 435.8nm



#### 2.4.5 Simulation de front d'onde raie h 404,7nm



## 2.4.6 Simulation de front d'onde raie r 706,5nm



Ratio de Strehl 0,779

**Objectif :** Les mesures dans le champ permettent de vérifier les performances lorsqu'on s'éloigne du centre du champ ou du capteur. Ces performances sont impactées par les aberrations de champ classiques ([coma](#) et [astigmatisme](#)) et par la [courbure de champ](#).

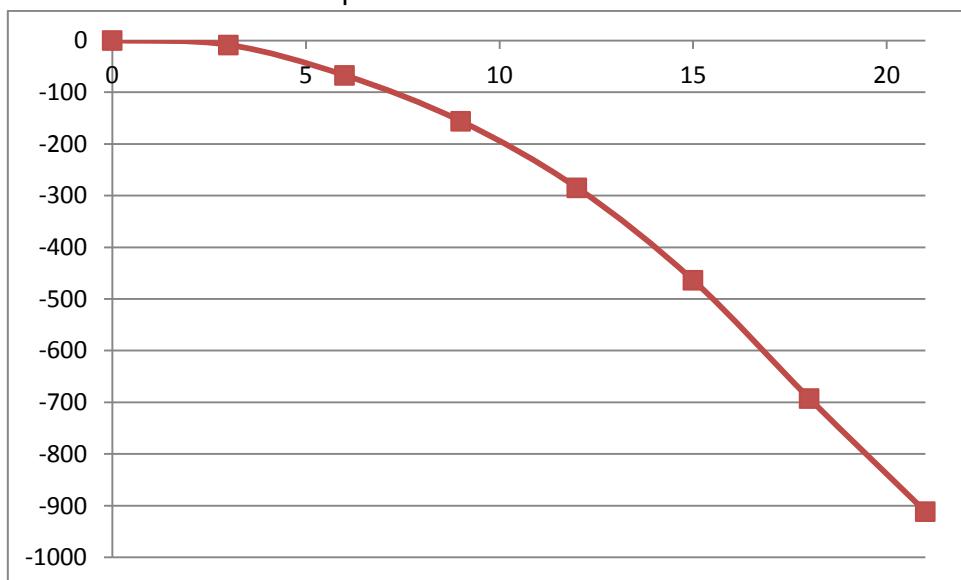
## 2.5 Courbure de champ

Mesure de 0 à 21mm

Cercle de pleine lumière : < 36 mm

Rayon de courbure de Petzval : 229mm

Décalage du point à 21mm de l'axe : -911 µm



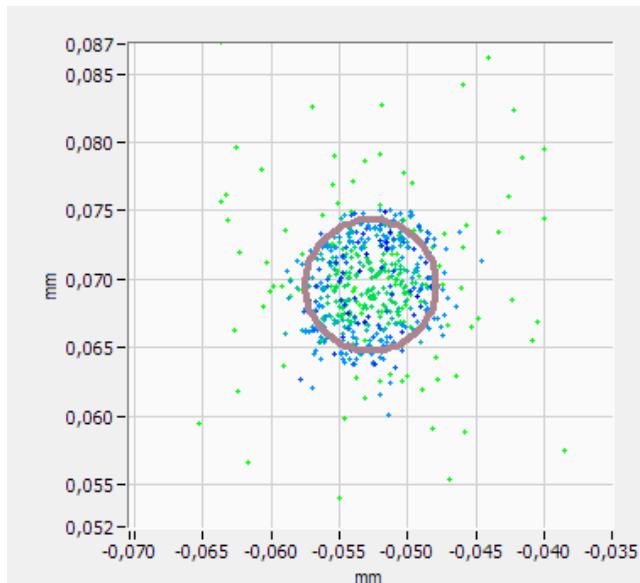
## 2.6 Spot diagram à 543nm au meilleur foyer

Le cercle représente la taille théorique de la tâche de diffraction.

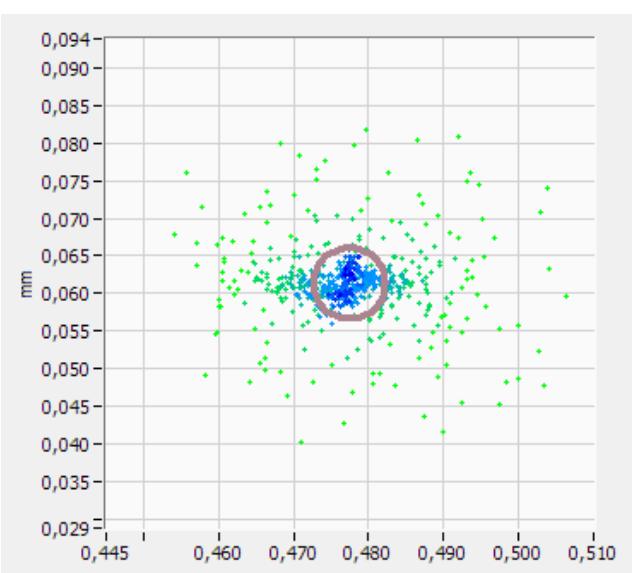
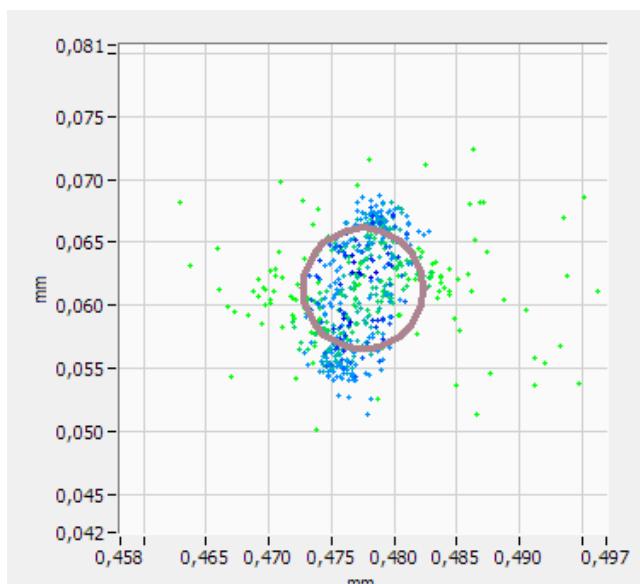
Les points verts représentent les rayons marginaux (extérieur de la pupille), les bleus les rayons paraxiaux (proche de l'axe optique).

Les *spot diagrams* dans le champ sont donnés sans prendre en compte la courbure de champ à gauche (cas d'une utilisation avec un oculaire), et avec la défocalisation due à la courbure de champ à droite (cas d'une utilisation avec un film/capteur plan).

### Sur l'axe

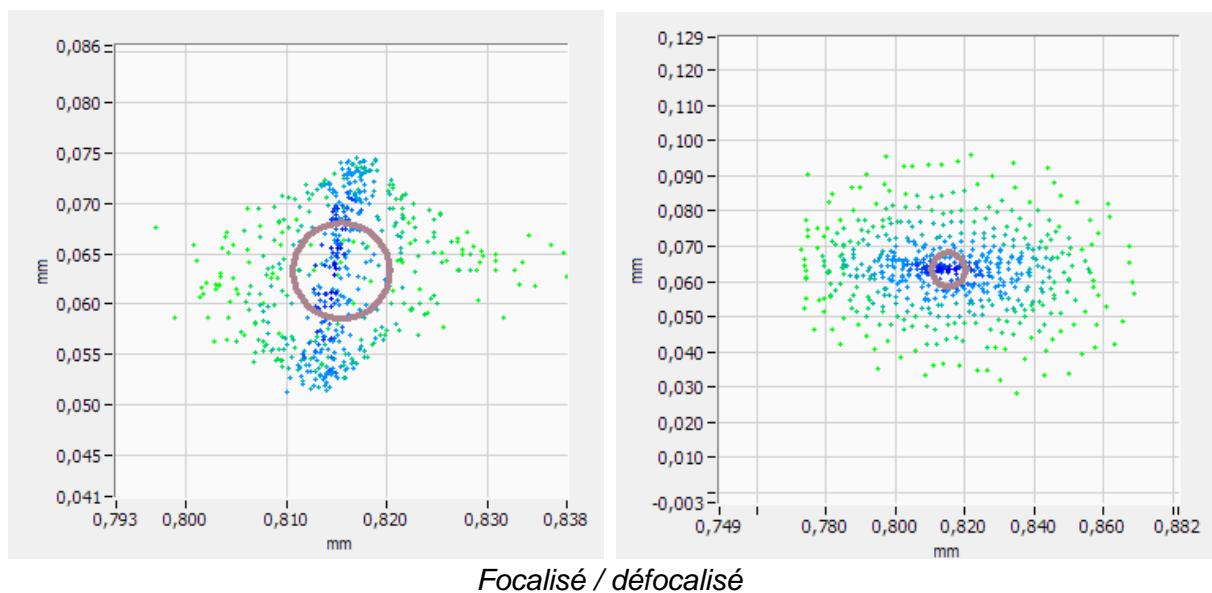


### 9mm



*Focalisé / défocalisé*

15mm



*Focalisé / défocalisé*

*Fin du document.*