

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

Rapport de mesure

Référence	2013-11002
Date	13/03/2013
Opérateur	FJ
Procédure de mesure	RF-DP
Haso	HA-4333
LIP	LI-1028
Objectif(s)	MOD32-4
Miroir	RS-530

Client	Airylab
Type d'optique	Téléobjectif macro
Fabricant	Nikon
Nom/modèle	105 2.8 VR
S/N	2100919

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	9,86nm
Incertitude RMS	0,6nm
Interpolation	X2
Mode	Zonal + modal
référence	Oui
Mesures moyennées	200
Double passage	Oui
température	19°
Sous pupilles	-
Conjugaison de pupille	Oui

Essais réalisés	
Centrage sur l'axe ⁽¹⁾	RA
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	Oui
Conjugaison	∞ Foyer

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

Sommaire

1	Données théoriques	3
2	Mesures sur l'axe à 3.2 pupille 32mm	4
2.1	Mesure sur l'axe à 635nm	4
2.1.1	Front d'onde.....	4
2.1.2	Front d'onde hors aberrations de champ de 3eme ordre (Astigmatisme et coma).....	4
2.1.3	MTF	5
2.1.4	PSF	6
2.1.5	Décomposition de Zernike	6
2.2	Mesure sur l'axe à 543nm	8
2.2.1	Front d'onde.....	8
2.2.2	PSF	9
2.2.3	MTF	9
2.2.4	Décomposition de Zernike	10
2.3	Mesure sur l'axe à 473nm	11
2.3.1	Front d'onde.....	11
2.3.2	PSF	12
2.3.3	MTF	12
2.3.4	Décomposition de Zernike	13
2.4	Chromatisme	14
2.4.1	Décalage des meilleurs foci sur l'axe	14
2.4.2	Sphérochromatisme à F4	14
2.4.3	Aberration sphérique de 3eme ordre	15
3	Mesure dans le champ à 543nm et F3.2	17
3.1	Courbure de champ	17
3.2	Spot diagram	18
3.3	MTF100	20
3.4	Taille de la PSF dans le champ	21



1 Données théoriques

Focale : 105mm. Pupille réelle : 32mm.

Nombre d'ouverture : 3.2

Diamètre théorique de la tâche de diffraction :

Focale	105
Diamètre	32
Longueur d'onde	Taille PSF μm
635	5,08
543	4,35
473	3,79

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

Focale	105
Diamètre	32
Longueur d'onde	Coupure
635	479,94
543	561,26
473	644,32

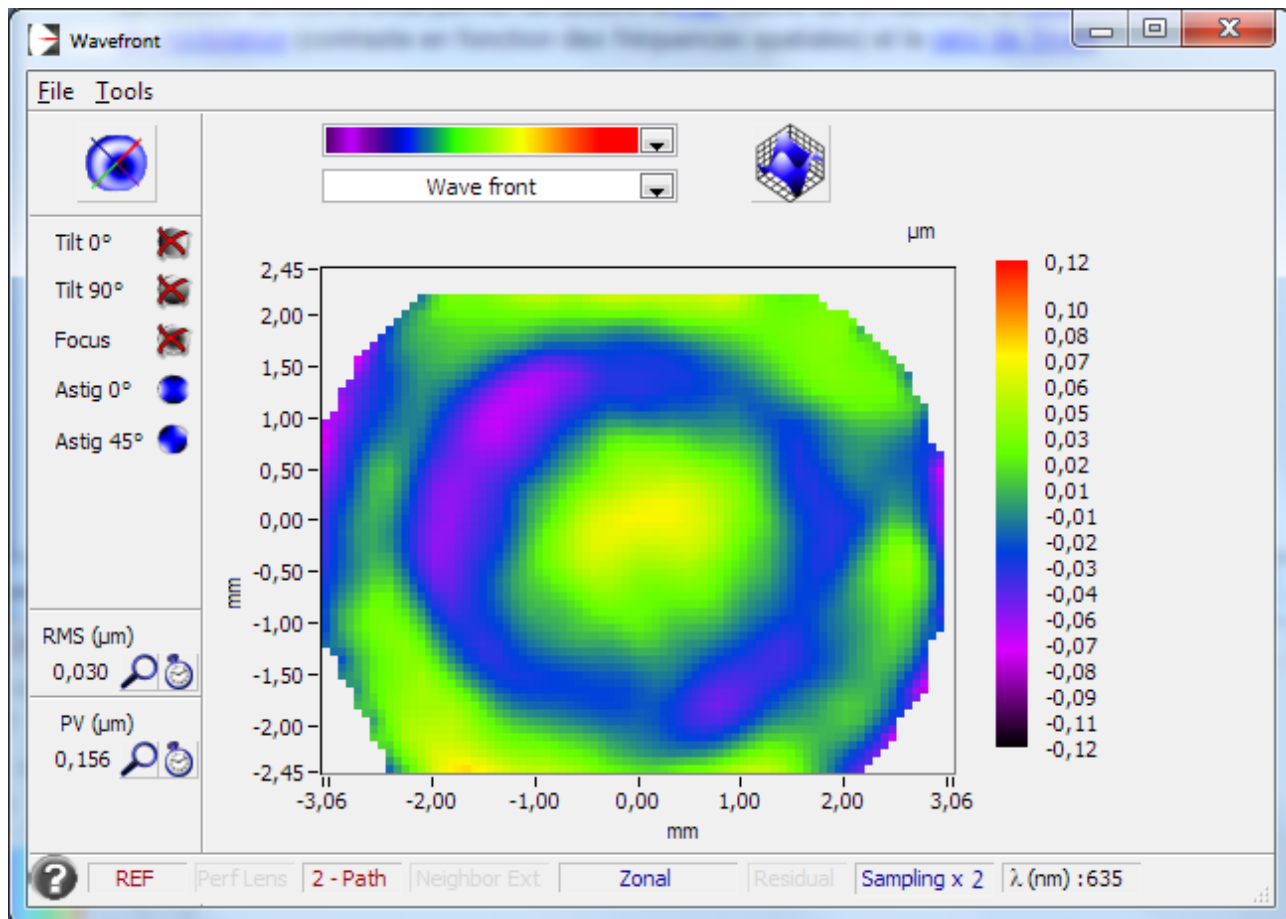
Objectif des mesures de front d'onde : Ces mesures correspondent à la [mesure de la forme globale du front d'onde issu du système](#). Il s'agit de la mesure la plus importante en termes de résolution optique. Cette mesure donne les valeurs d'erreur sur le front d'onde Peak To Valley (PTV) et moyennée (RMS). Un instrument est considéré comme étant limité par la diffraction pour la valeur d'erreur PTV de 135nm. 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 [PSE](#) (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 3.2 pupille 32mm

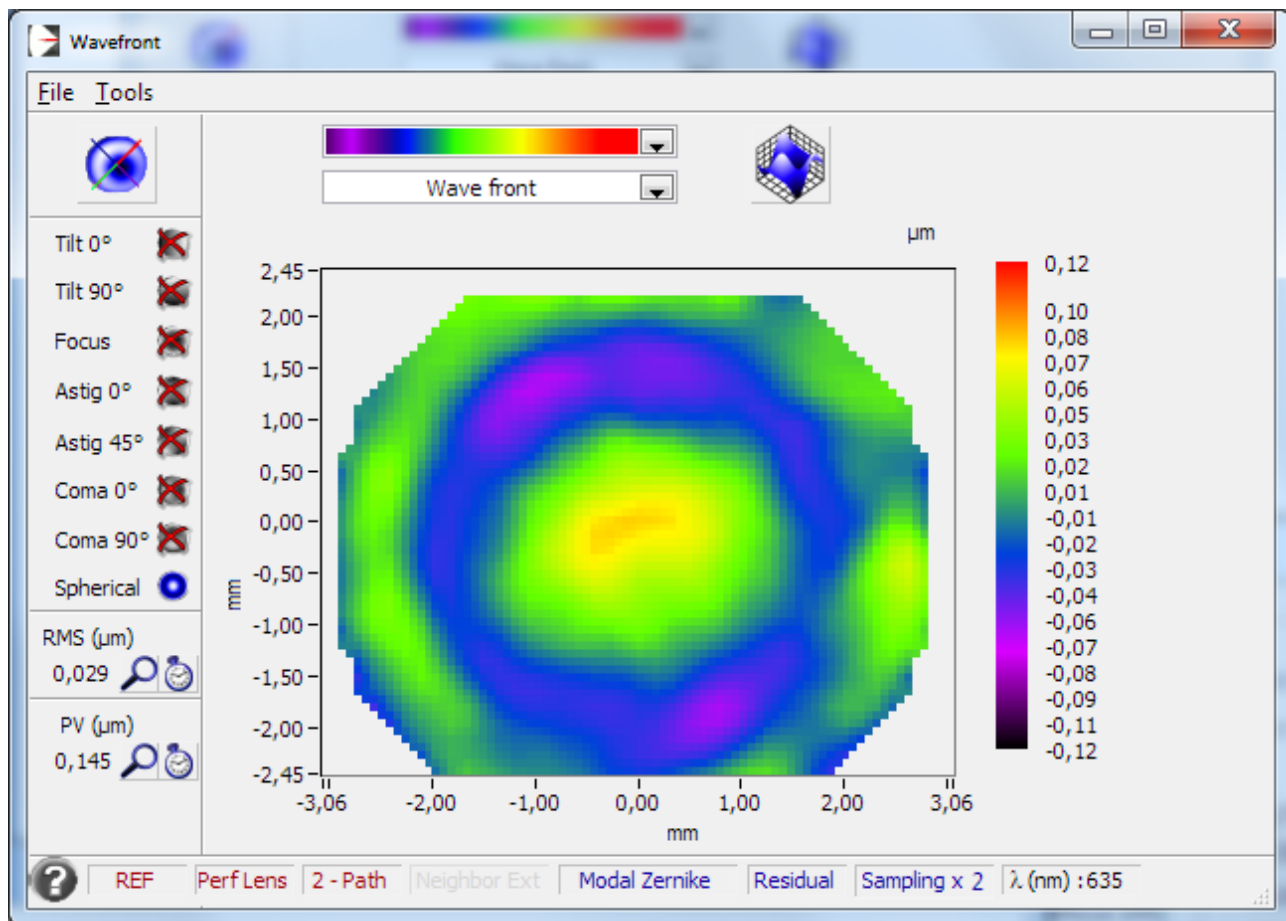
2.1 Mesure sur l'axe à 635nm

2.1.1 Front d'onde

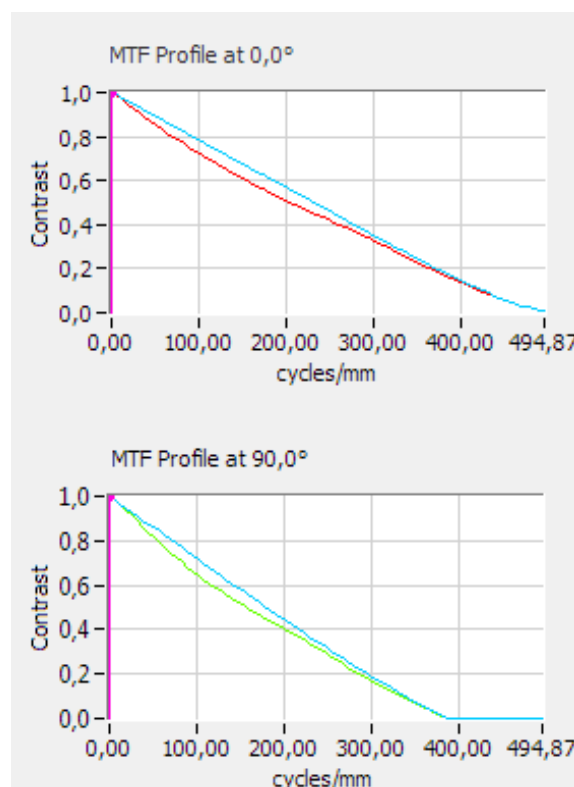


Ratio de Strehl 0,894

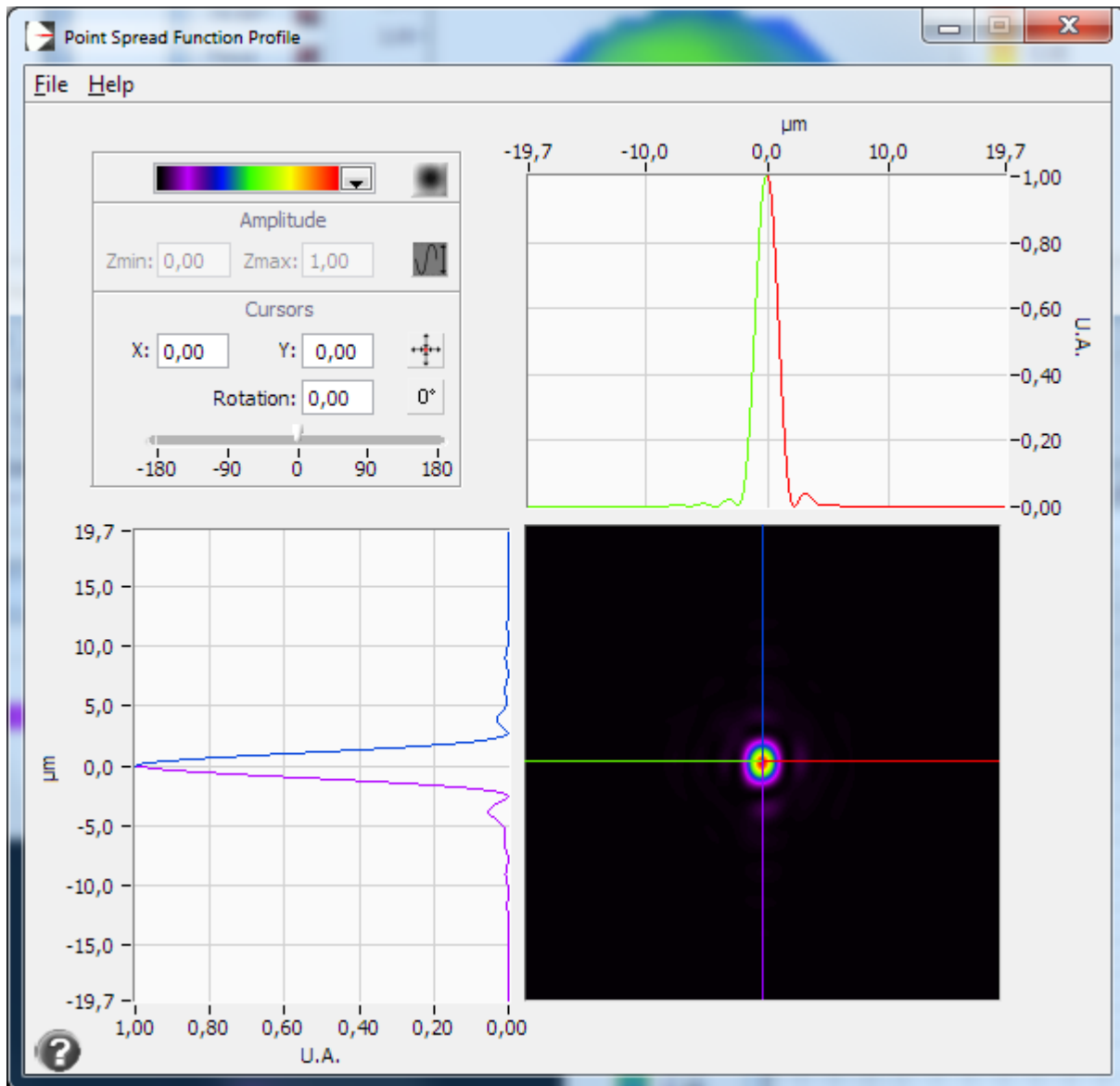
2.1.2 Front d'onde hors aberrations de champ de 3eme ordre (Astigmatisme et coma)



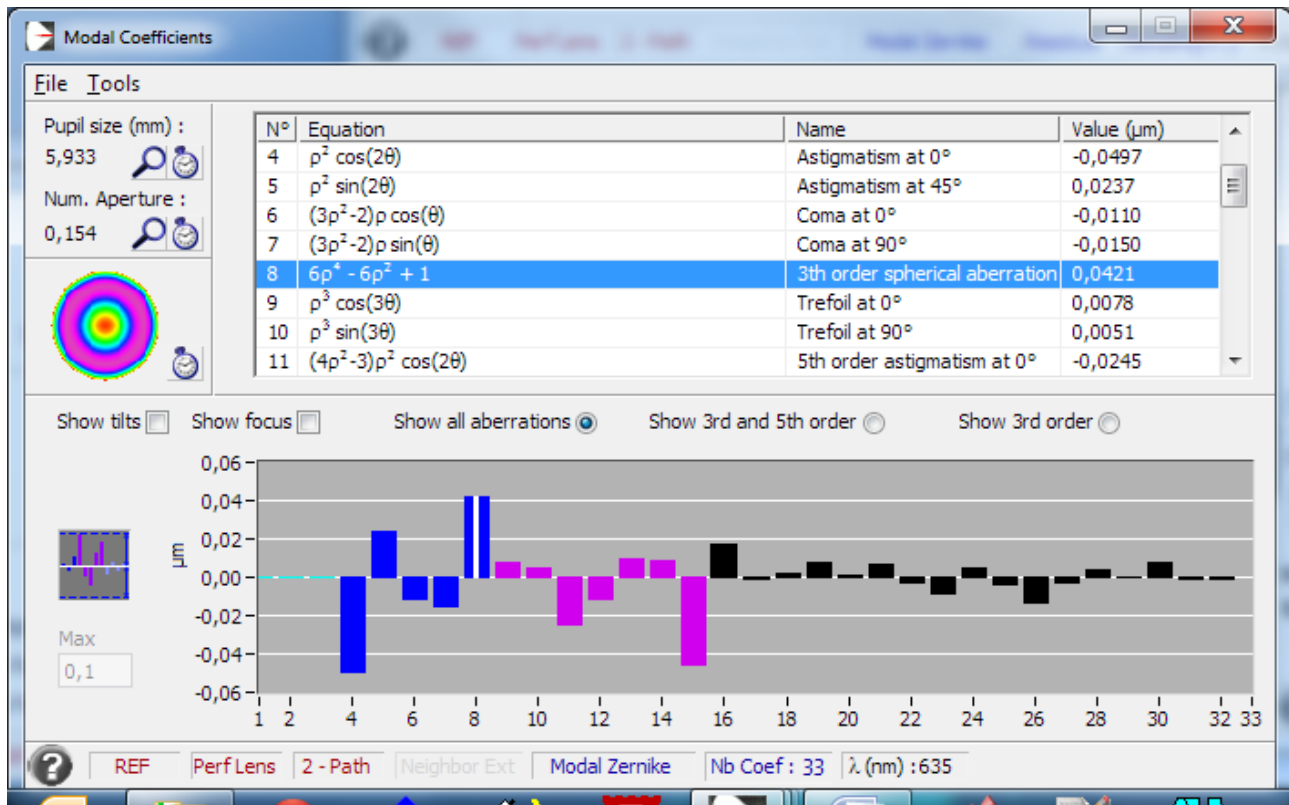
2.1.3 MTF



2.1.4 PSF

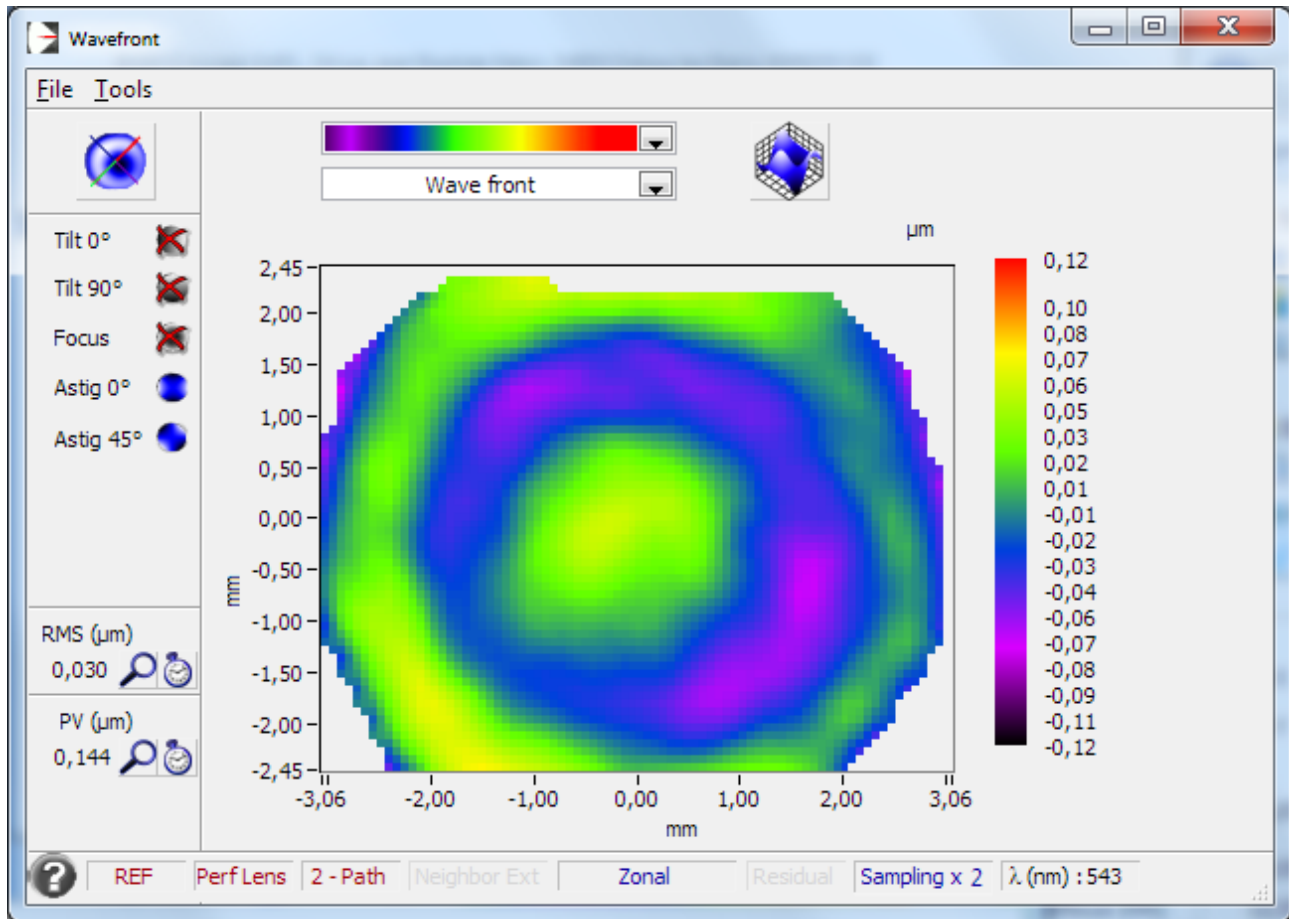


2.1.5 Décomposition de Zernike



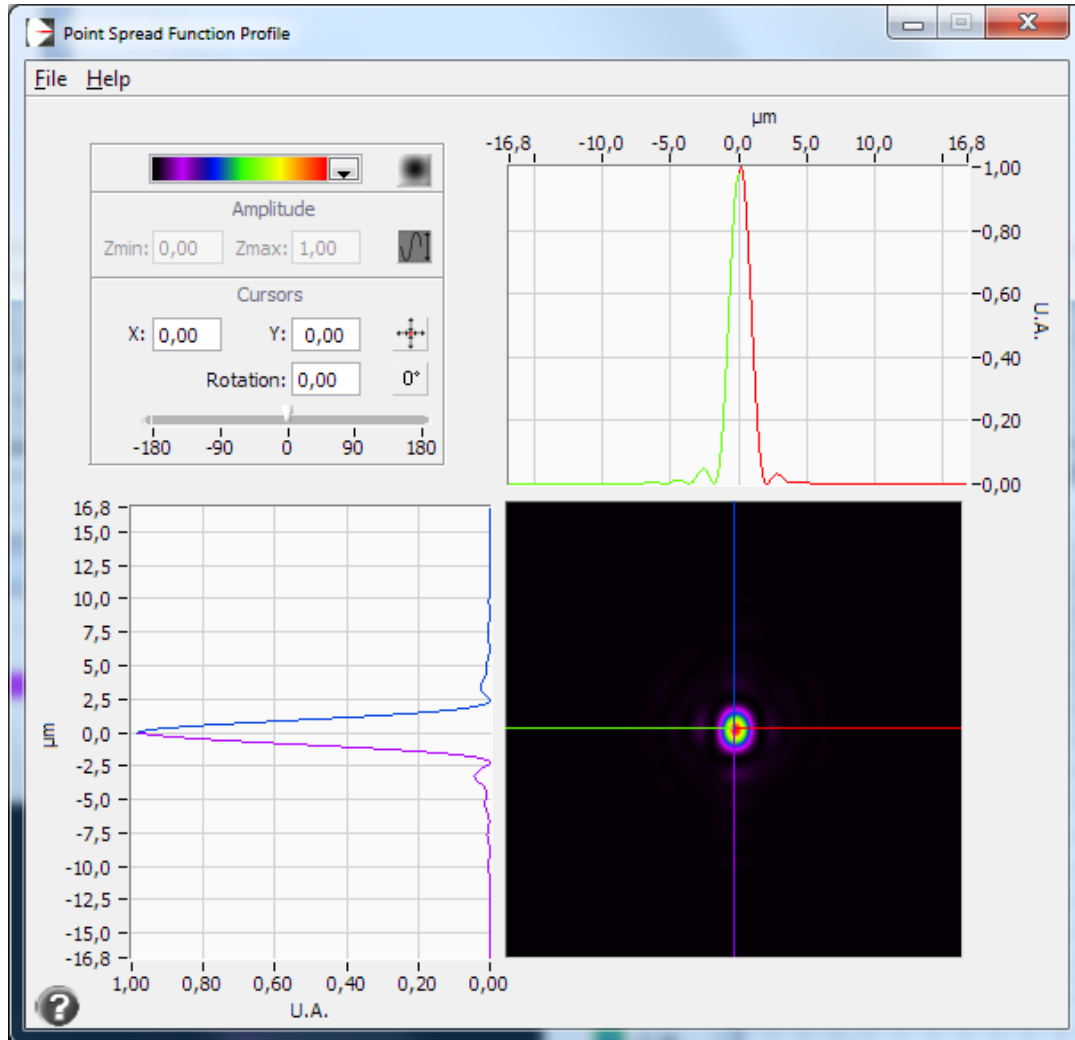
2.2 Mesure sur l'axe à 543nm

2.2.1 Front d'onde

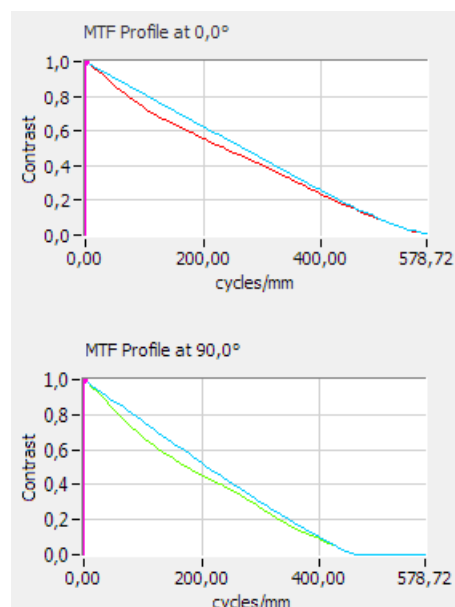


Ratio de Strehl 0,877

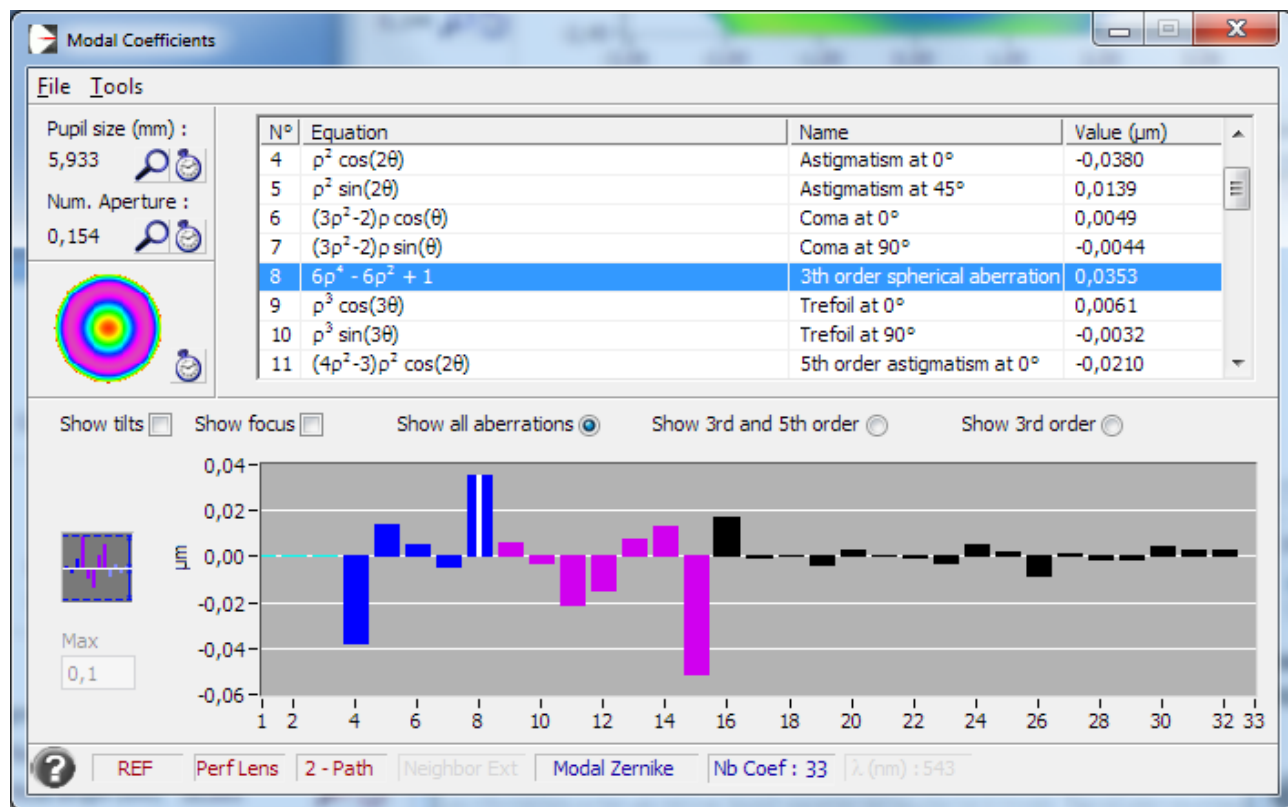
2.2.2 PSF



2.2.3 MTF

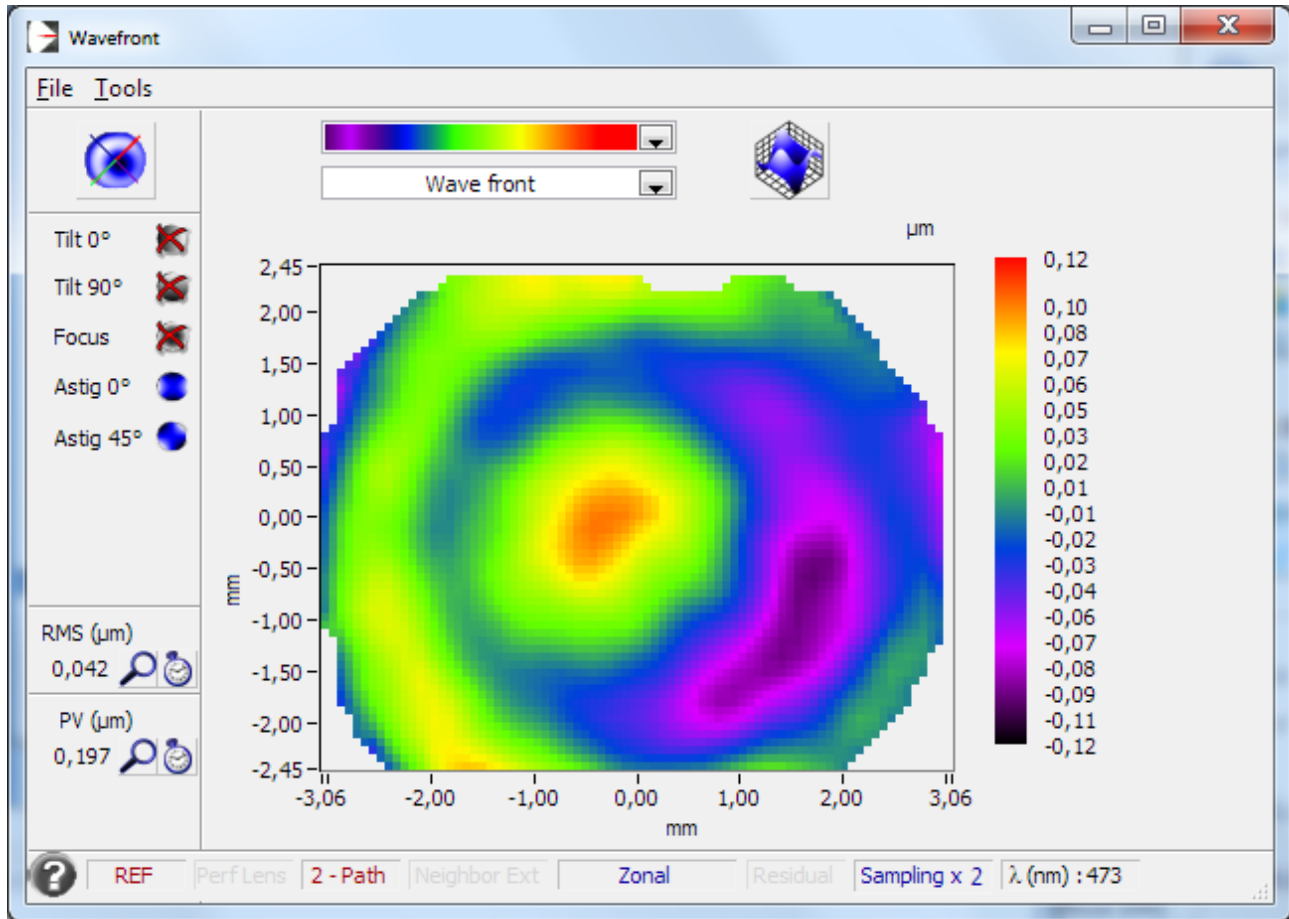


2.2.4 Décomposition de Zernike



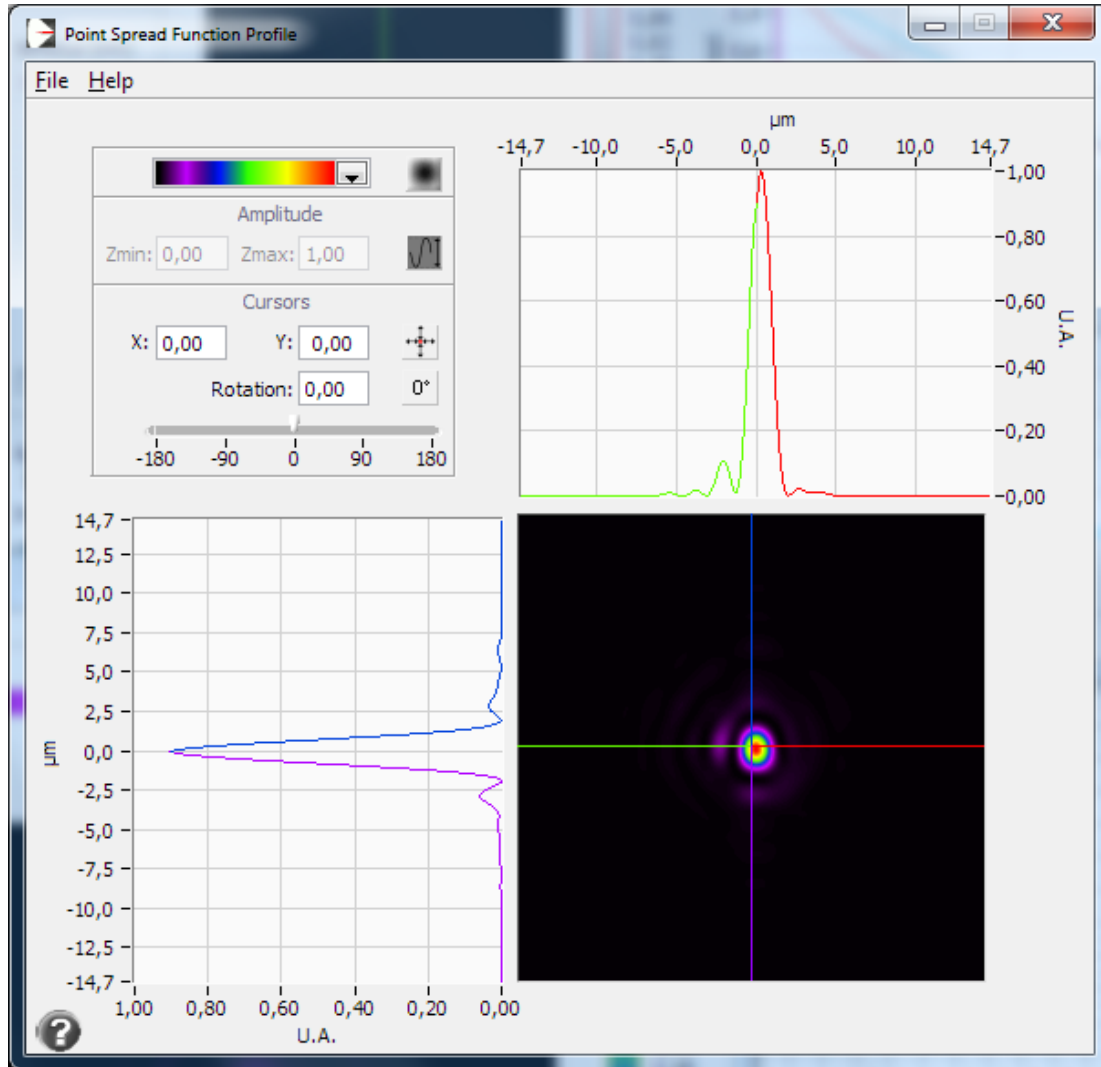
2.3 Mesure sur l'axe à 473nm

2.3.1 Front d'onde

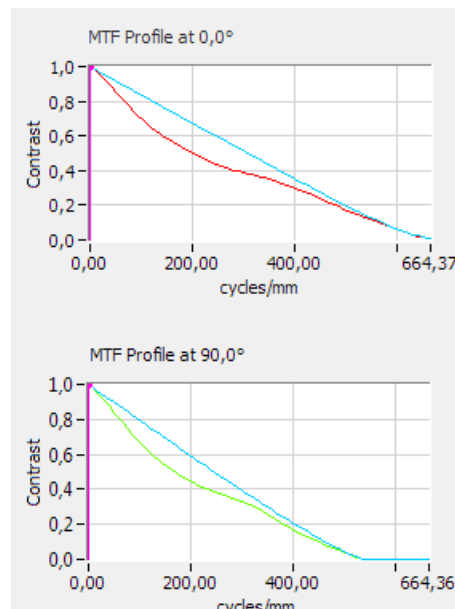


Ratio de Strehl 0,769

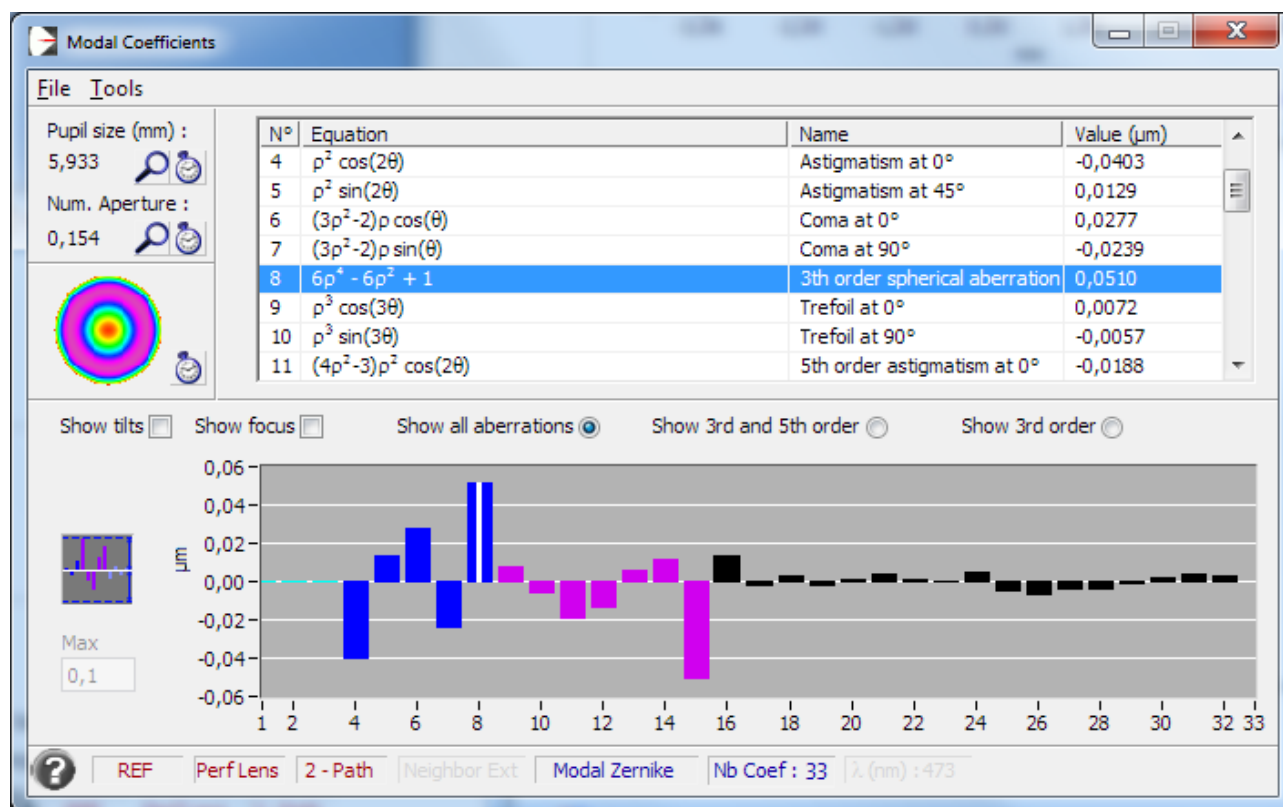
2.3.2 PSF



2.3.3 MTF



2.3.4 Décomposition de Zernike



2.4 Chromatisme

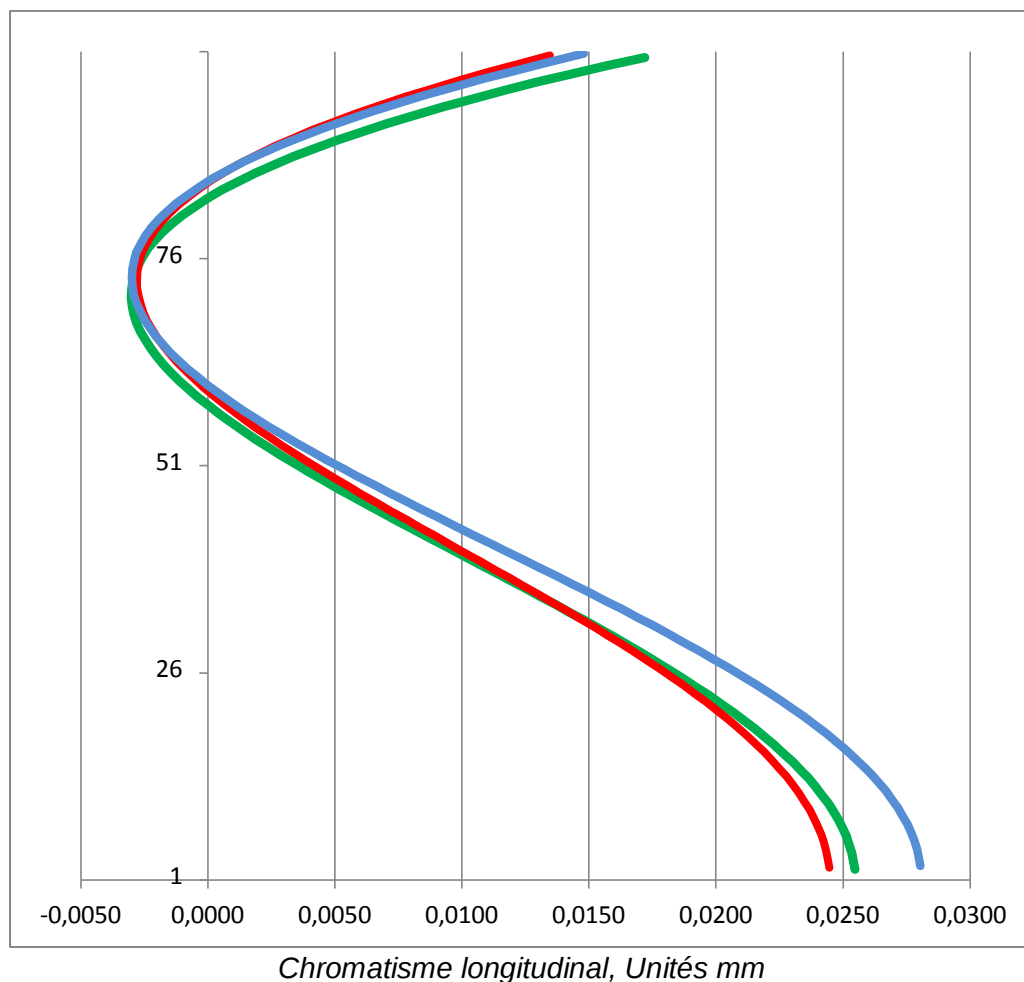
Objectif : La mesure du chromatisme concerne tous les systèmes optiques comportant des dioptries. Un élément transmissif a un comportement variable en fonction de la longueur d'onde. Les deux mesures importantes sont le chromatisme (décalage du foyer en fonction de la longueur d'onde) et le sphérochromatisme. Ces mesures permettent aussi de déterminer pour quelle longueur d'onde le système est optimisé, idéalement entre 500 et 550nm (vert).

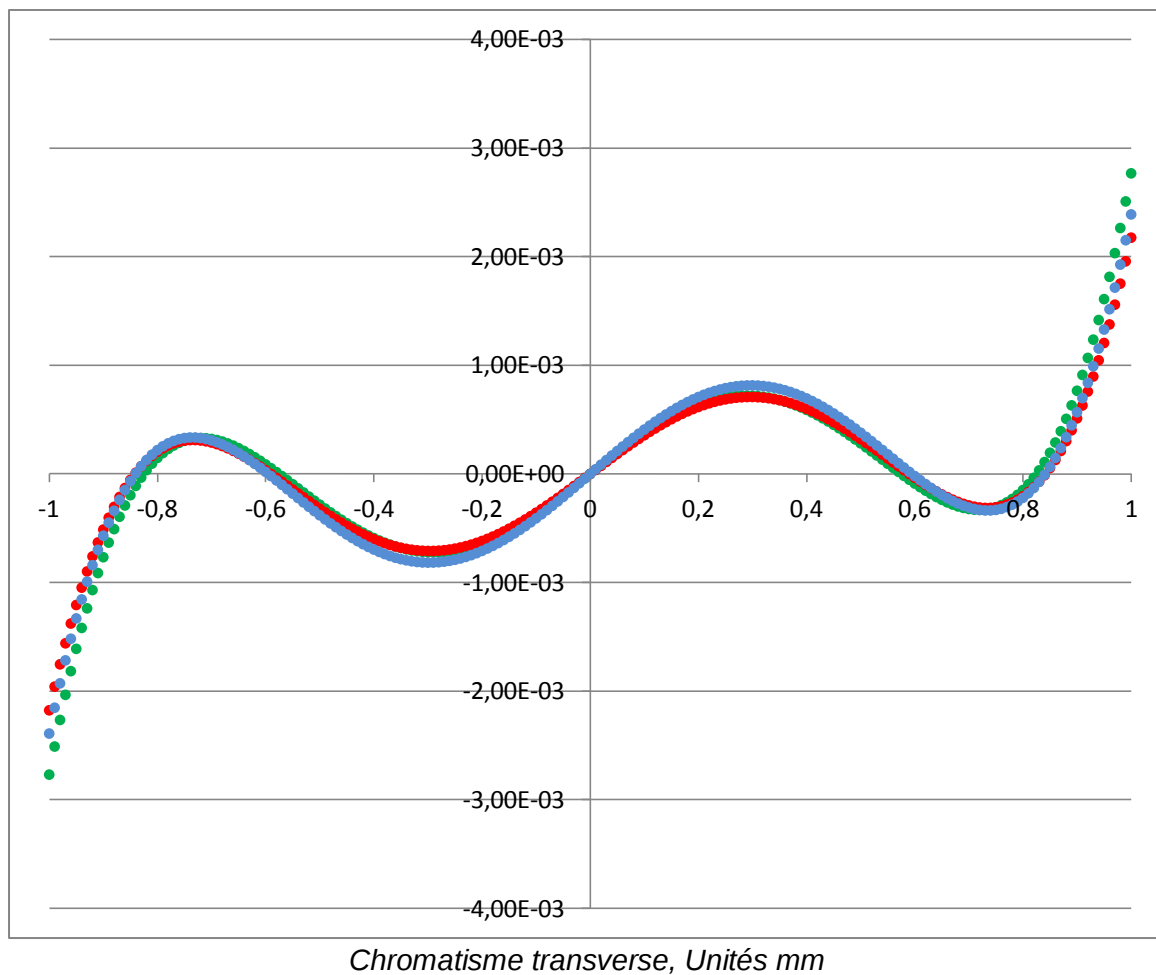
2.4.1 Décalage des meilleurs foci sur l'axe

En μm	F 3.2
Rouge 635 nm	0
Vert 543 nm	-90
Bleu 473 nm	-60

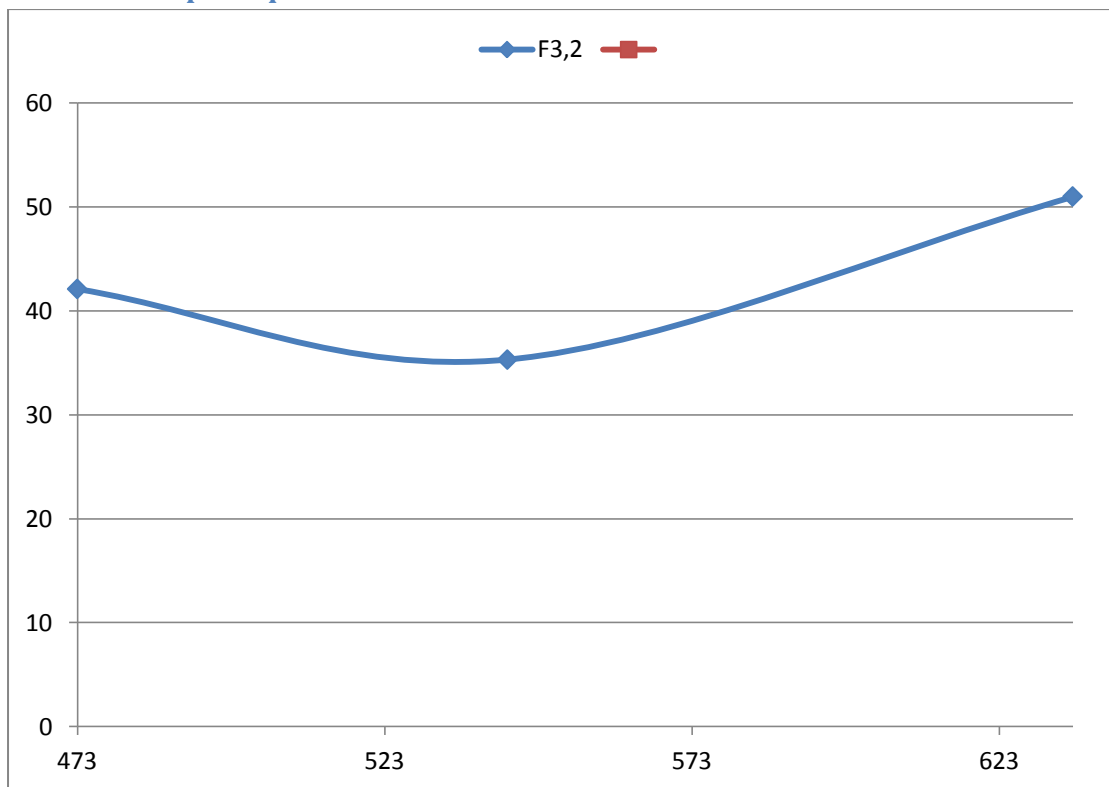
2.4.2 Sphérochromatisme à F4

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





2.4.3 Aberration sphérique de 3eme ordre



Note : l'objectif est dénué de sphérochromatisme par équilibre des ordres bas et hauts.

3 Mesure dans le champ à 543nm et F3.2

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](#).

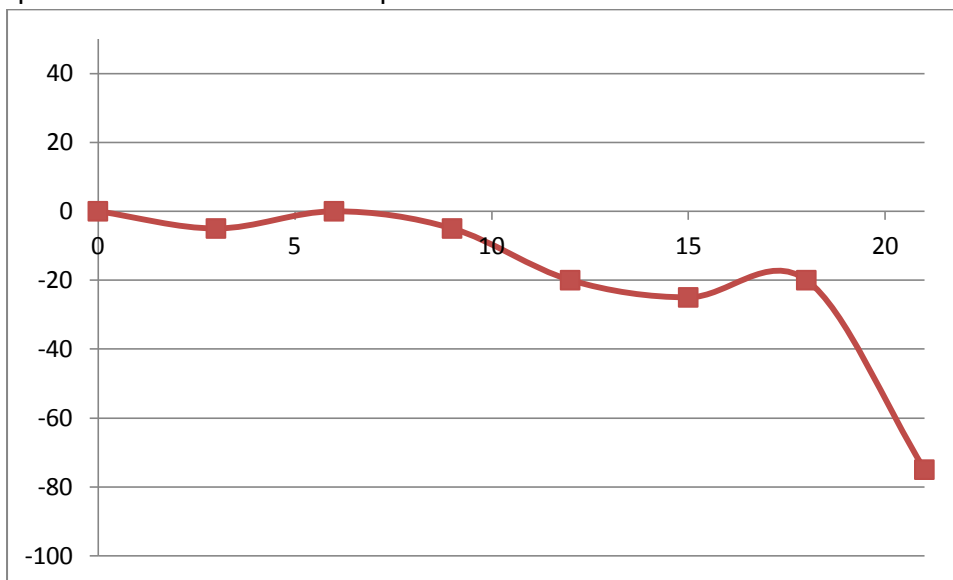
3.1 Courbure de champ

Mesure de 0 à 21mm

Cercle de pleine lumière : <24 mm

Rayon de courbure de Petzval mesuré : 2362mm

Décalage du point à 21mm de l'axe : -75 μm



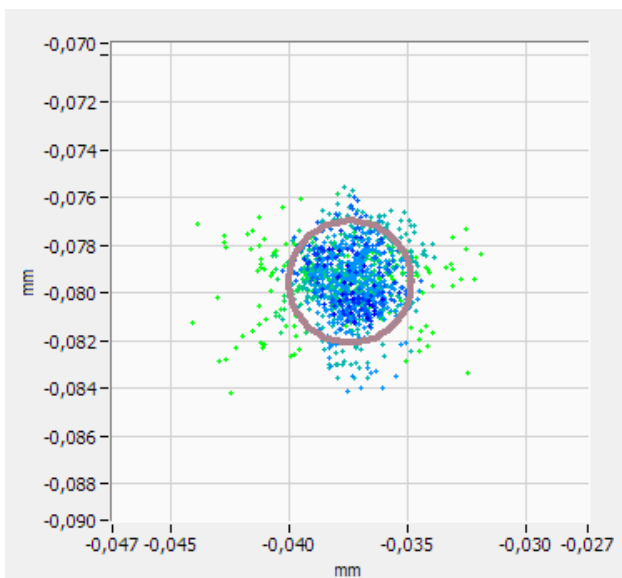
3.2 Spot diagram

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

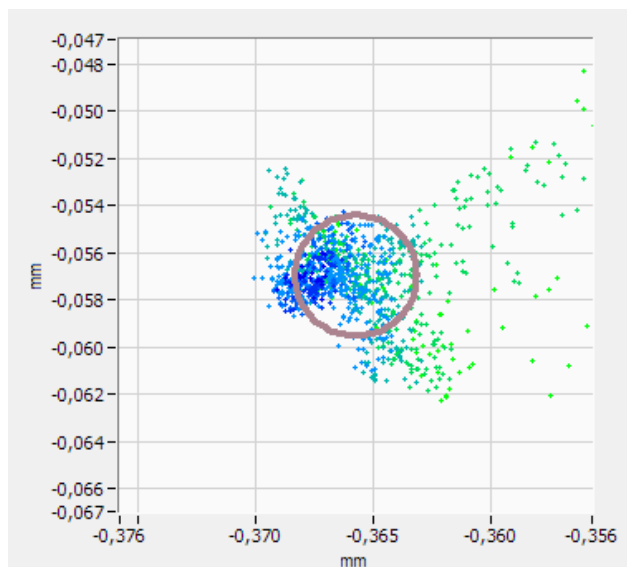
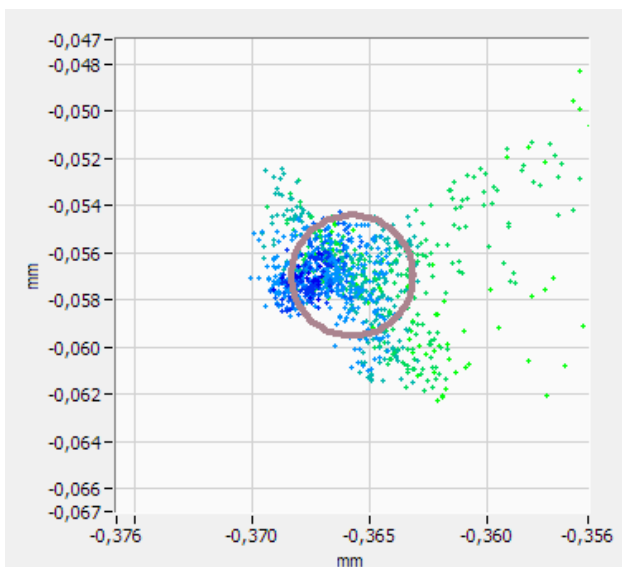
Les points verts représentent les rayons marginaux (extérieur de la pupille), les bleus les rayons paraxiaux (proche de l'axe optique).

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

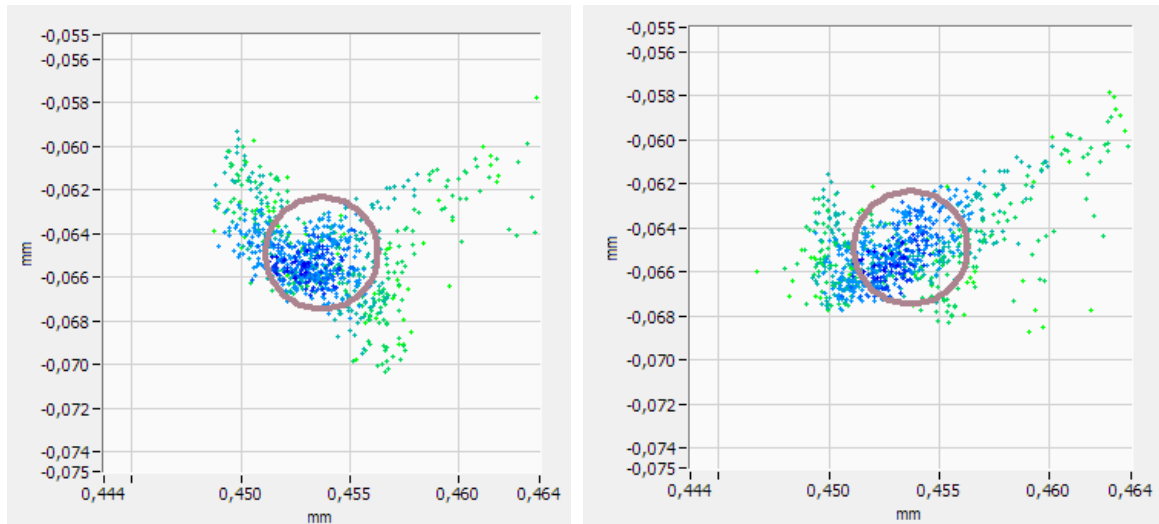


6mm



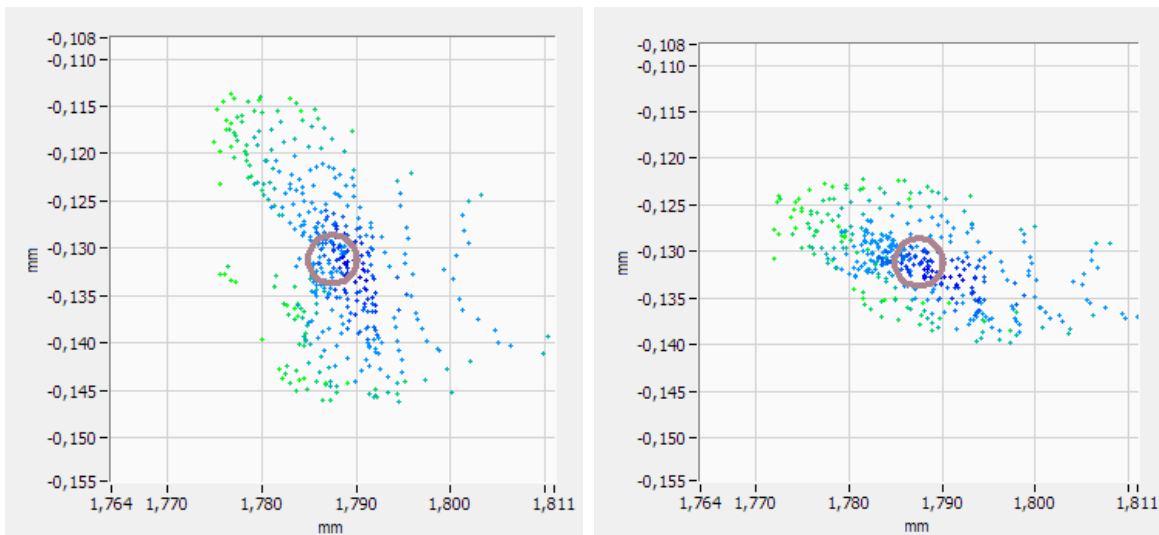
Focalisé / défocalisé

12mm



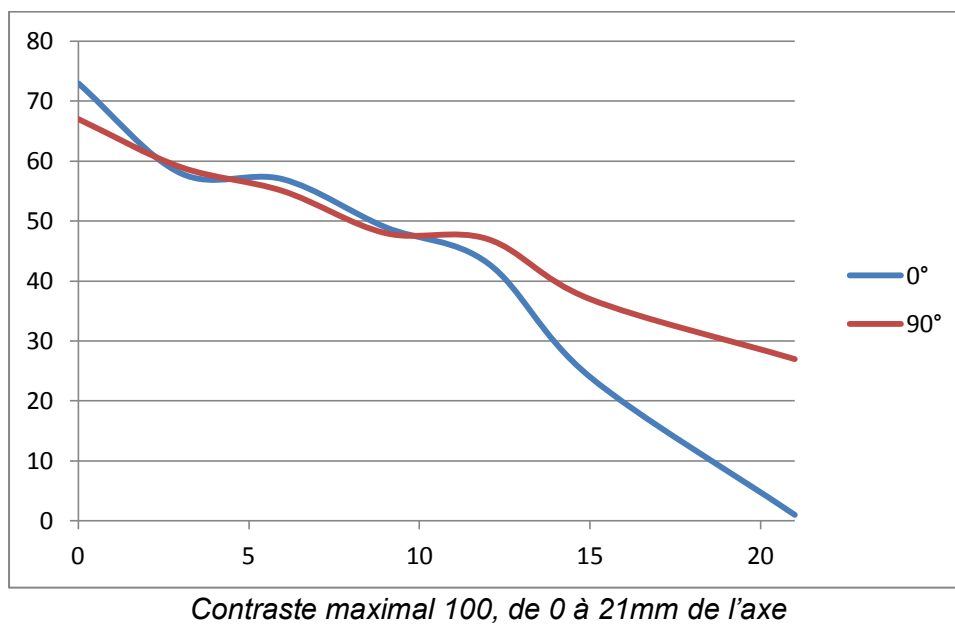
Focalisé / défocalisé

21mm

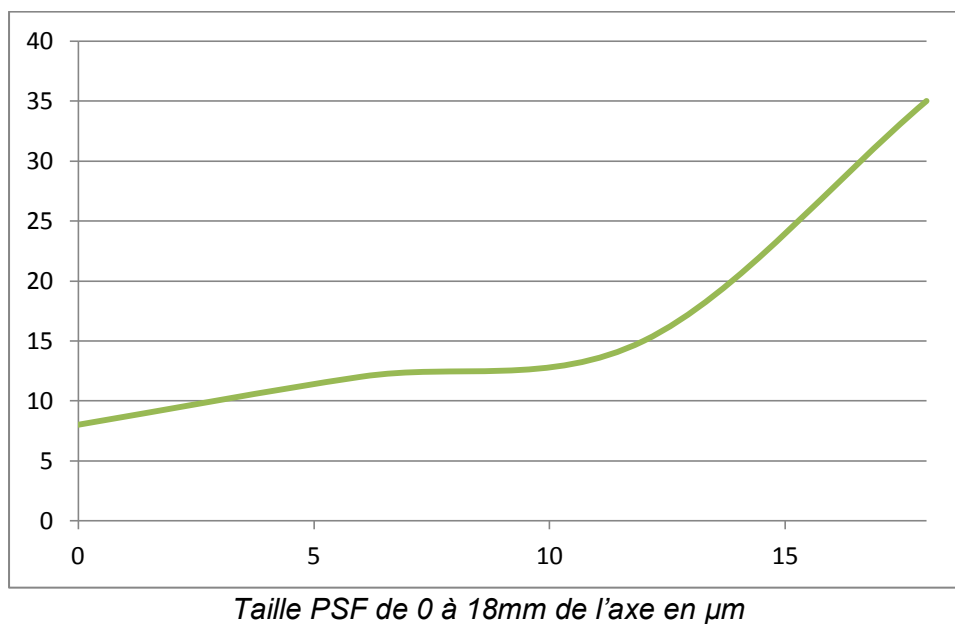


Focalisé / défocalisé

3.3 MTF100



3.4 Taille de la PSF dans le champ



Fin du document.