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

Rapport de mesure

Référence	2013-15002
Date	09/04/2013
Opérateur	FJ
Procédure de mesure	RF-DP
Haso	HA-4333
LIP	LI-1028
Objectif(s)	MOD32-4
Miroir	RS-530

Client	xxx
Type d'optique	Petzval
Fabricant	Televue
Nom/modèle	NP127is
S/N	xxx

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.

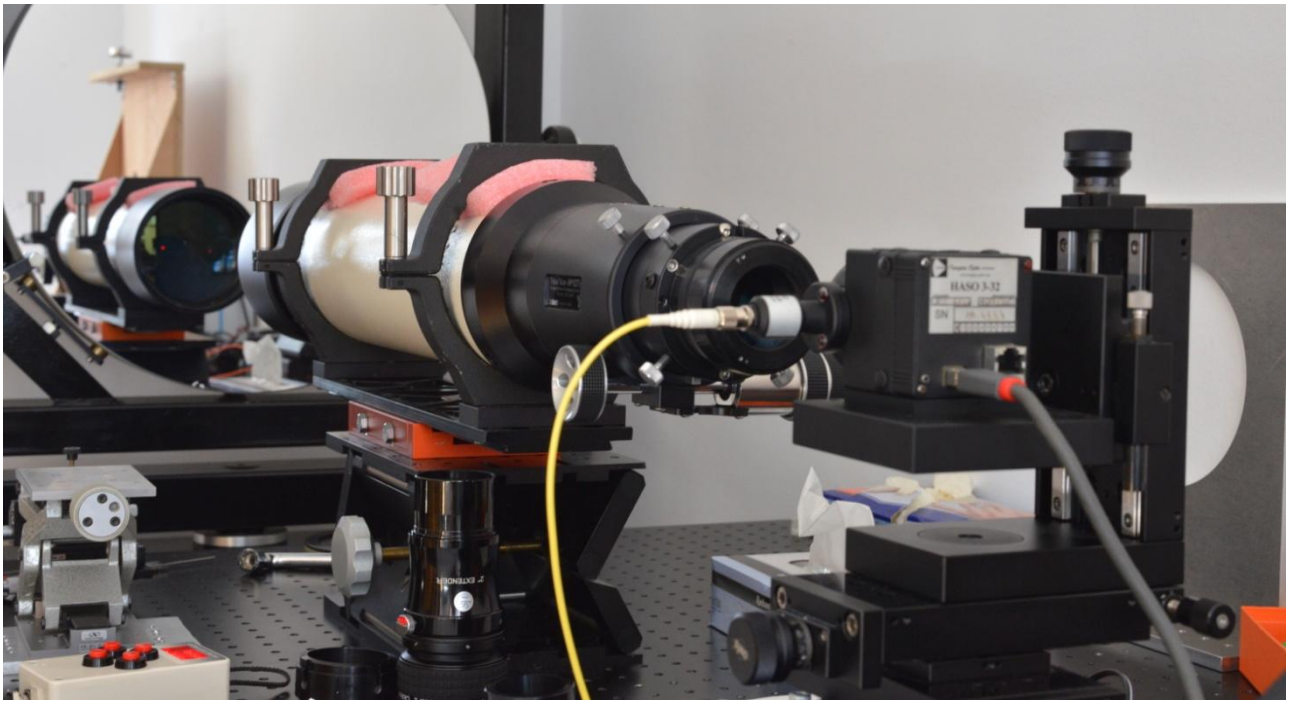
© 2012 Airylab SARL, 34 rue Jean Baptiste Malon, 04800 Gréoux les Bains. 0950251128
Les informations contenues dans ce rapport appartiennent au client et à Airylab. Reproduction soumise à autorisation.

Sommaire

1 Données théoriques 3
2 Vérification de l'axe optique par rétroréflexion d'un laser HENE 5
3 Mesures sur l'axe lunette seule 6
3.1 Mesure sur l'axe à 635nm 6
3.1.1 Front d'onde 6
3.1.2 MTF 7
3.1.3 PSF 8
3.1.4 Décomposition de Zernike 8
3.2 Mesure sur l'axe à 543nm 10
3.2.1 Front d'onde 10
3.2.2 PSF 11
3.2.3 MTF 11
3.2.4 Décomposition de Zernike 12
3.3 Mesure sur l'axe à 473nm 13
3.3.1 Front d'onde 13
3.3.2 PSF 14
3.3.3 MTF 14
3.3.4 Décomposition de Zernike 15
3.4 Chromatisme 16
3.4.1 Décalage des meilleurs foci sur l'axe 16
3.4.2 Sphérochromatisme à F4 16
4 Mesures avec aplanisseur de champ 1069FL à 55mm BF 18
4.1 Mesure sur l'axe à 635nm 18
4.1.1 Front d'onde 18
4.2 Mesure sur l'axe à 543nm 19
4.2.1 Front d'onde 19
4.3 Mesure sur l'axe à 473nm 20
4.3.1 Front d'onde 20
4.4 Chromatisme 21
4.4.1 Décalage des meilleurs foci sur l'axe 21
5 Mesure dans le champ à 635nm 21
5.1 Courbure de champ 21
5.2 Spot diagram 22
6 Mesures avec réducteur de champ 7073FR à 55mm BF 24
6.1 Mesure sur l'axe à 635nm 24

© 2012 Airylab SARL, 34 rue Jean Baptiste Malon, 04800 Gréoux les Bains. 0950251128
Les informations contenues dans ce rapport appartiennent au client et à Airylab. Reproduction soumise à autorisation.

6.1.1 Front d'onde 24
6.2 Mesure sur l'axe à 543nm 25
6.2.1 Front d'onde 25
6.3 Mesure sur l'axe à 473nm 26
6.3.1 Front d'onde 26
6.4 Chromatisme 27
6.4.1 Décalage des meilleurs foci sur l'axe 27
7 Mesure dans le champ à 635nm 27
7.1 Courbure de champ 27
7.2 Spot diagram 28



1 Données théoriques

Focale : 660mm. Pupille: 127mm.
Nombre d'ouverture : 5,2
Diamètre théorique de la tâche de diffraction :

© 2012 Airylab SARL, 34 rue Jean Baptiste Malon, 04800 Gréoux les Bains. 0950251128
Les informations contenues dans ce rapport appartiennent au client et à Airylab. Reproduction soumise à autorisation.

Focale	660
Diamètre	127
Longueur d'onde	Taille PSF µm
635	8,05
543	6,89
473	6,00

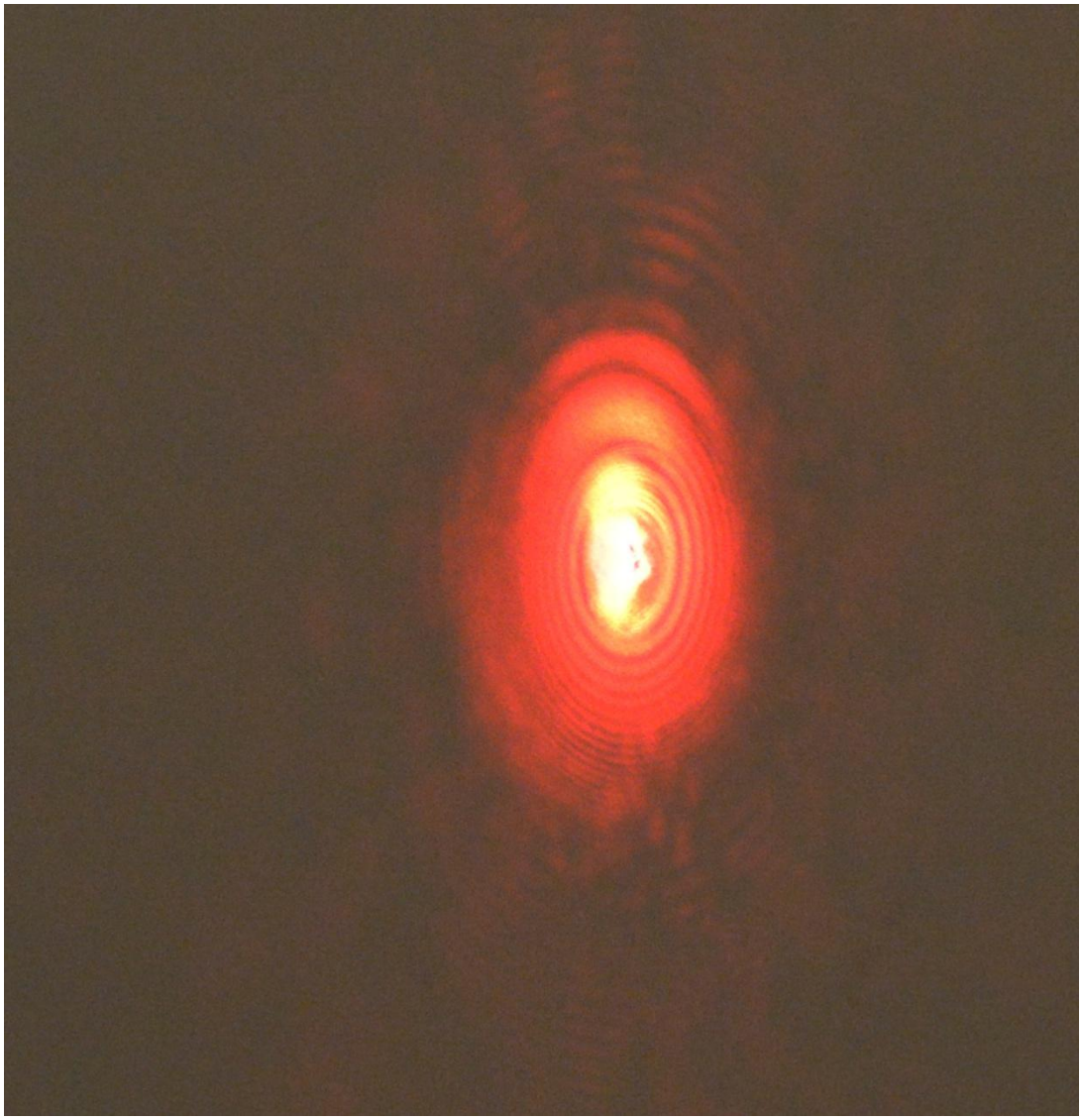
Fréquences théoriques de coupure de la fonction de transfert de modulation (MTF) en cycles/mm

Focale	660
Diamètre	127
Longueur d'onde	Coupure
635	303,03
543	354,37
473	406,82

© 2012 Airylab SARL, 34 rue Jean Baptiste Malon, 04800 Gréoux les Bains. 0950251128
Les informations contenues dans ce rapport appartiennent au client et à Airylab. Reproduction soumise à autorisation.

2 Vérification de l'axe optique par rétroréflexion d'un laser HENE

Objectif de la rétroréflexion : la réflexion d'un faisceau laser permet de déterminer précisément l'axe optique pour les mesures en faisant abstraction de la mécanique. Les interférences provoquées par la grande longueur de cohérence du laser à gaz entre les réflexions des différents dioptres donnent une indication fiable sur l'alignement des différents composants optiques entre eux.



La concentricité des anneaux de Newton indique un alignement correct des 4 éléments.

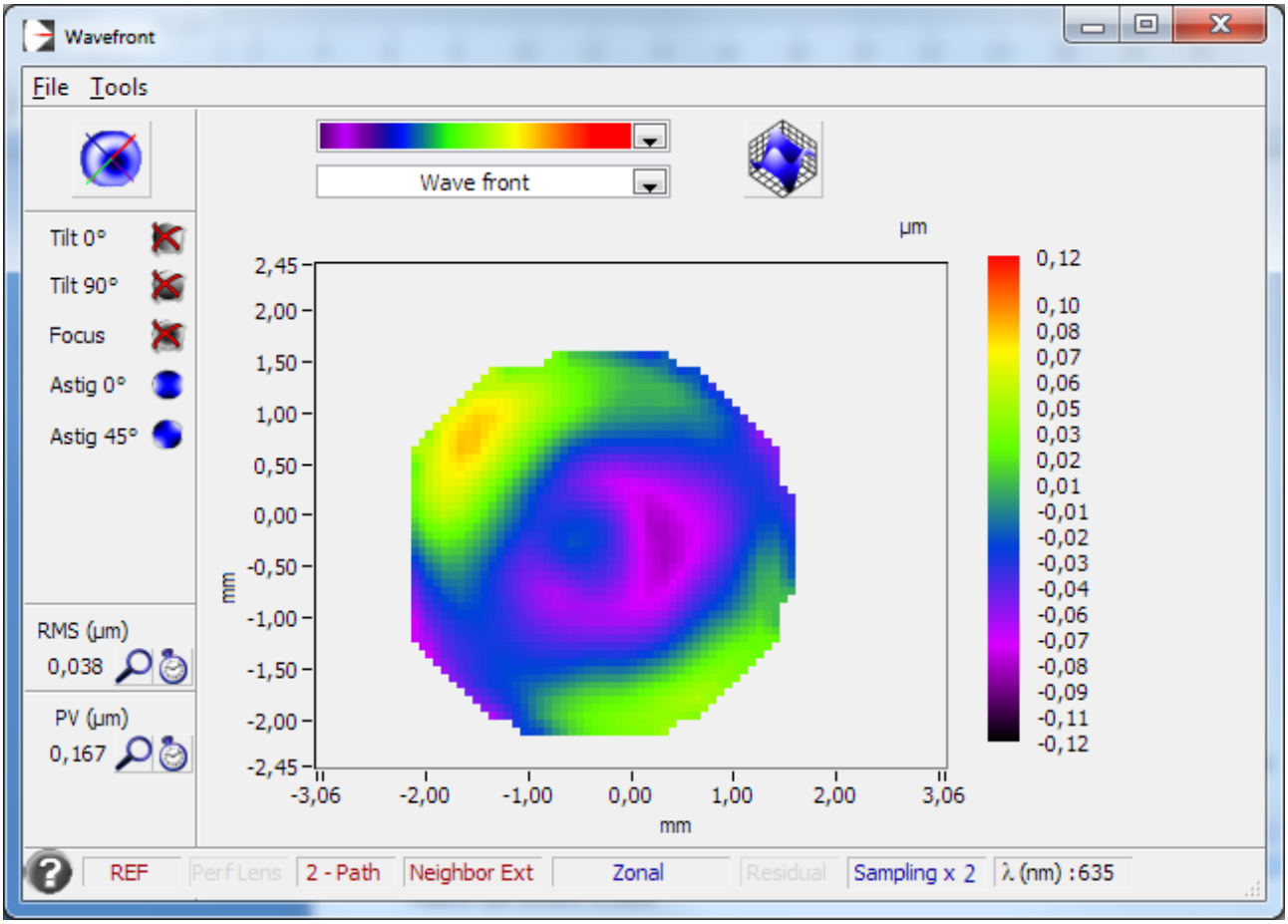
© 2012 Airylab SARL, 34 rue Jean Baptiste Malon, 04800 Gréoux les Bains. 0950251128
Les informations contenues dans ce rapport appartiennent au client et à Airylab. Reproduction soumise à autorisation.

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'agît 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 PSF (tâche de diffraction), la fonction de transfert de modulation (contraste en fonction des fréquences spatiales) et le ratio de Strehl.

3 Mesures sur l'axe lunette seule

3.1 Mesure sur l'axe à 635nm

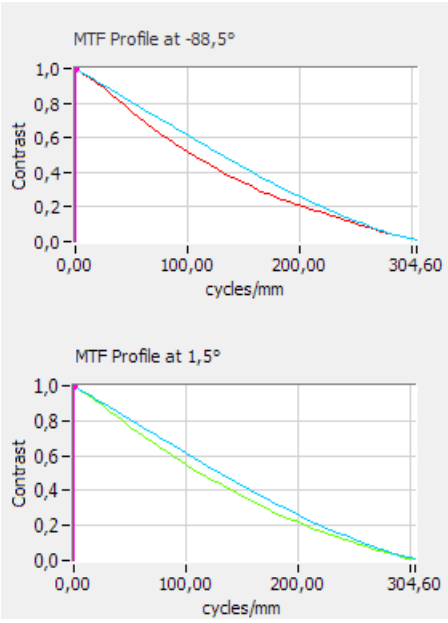
3.1.1 Front d'onde



Ratio de Strehl 0,862

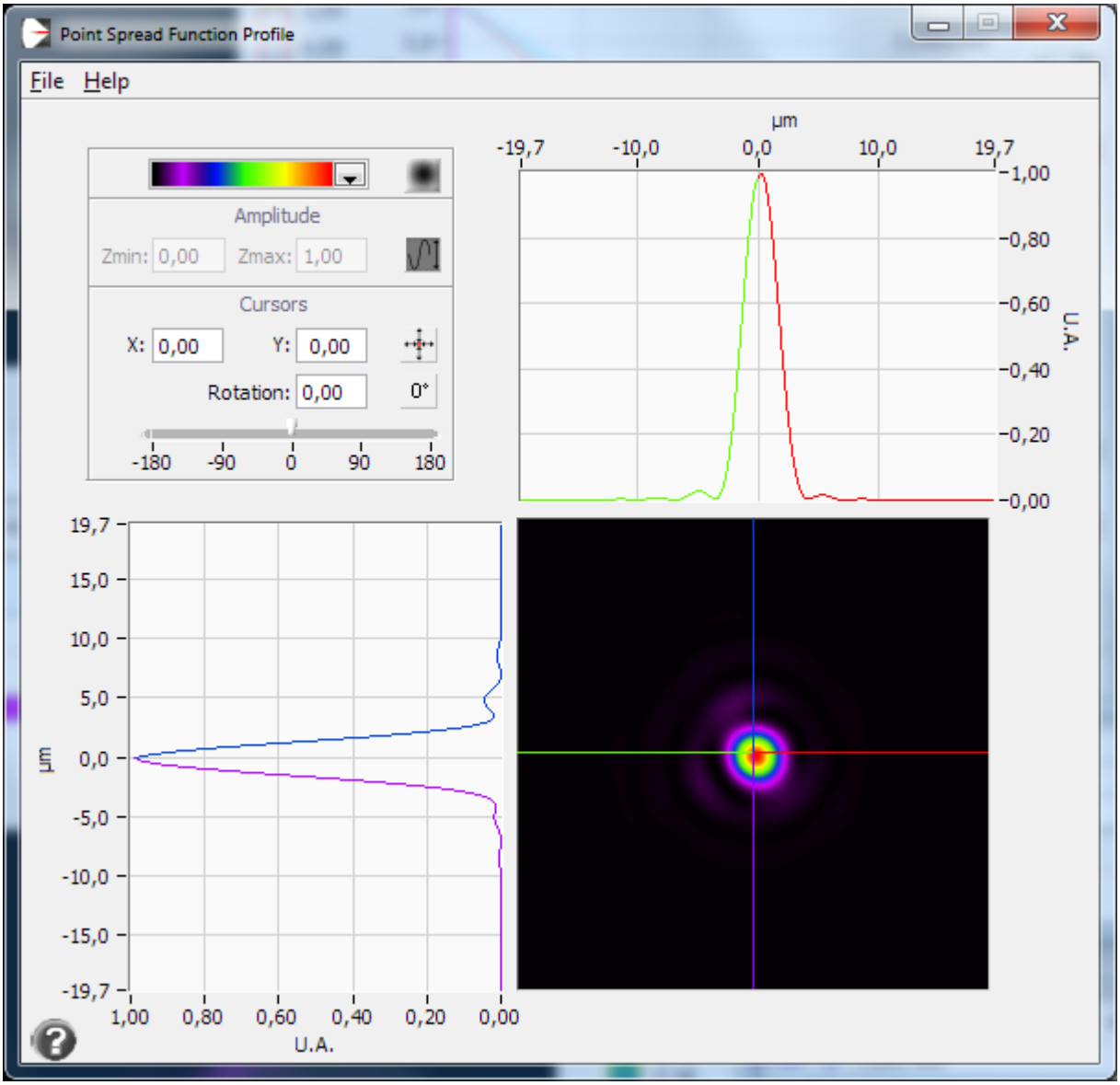
© 2012 Airylab SARL, 34 rue Jean Baptiste Malon, 04800 Gréoux les Bains. 0950251128
Les informations contenues dans ce rapport appartiennent au client et à Airylab. Reproduction soumise à autorisation.

3.1.2 MTF



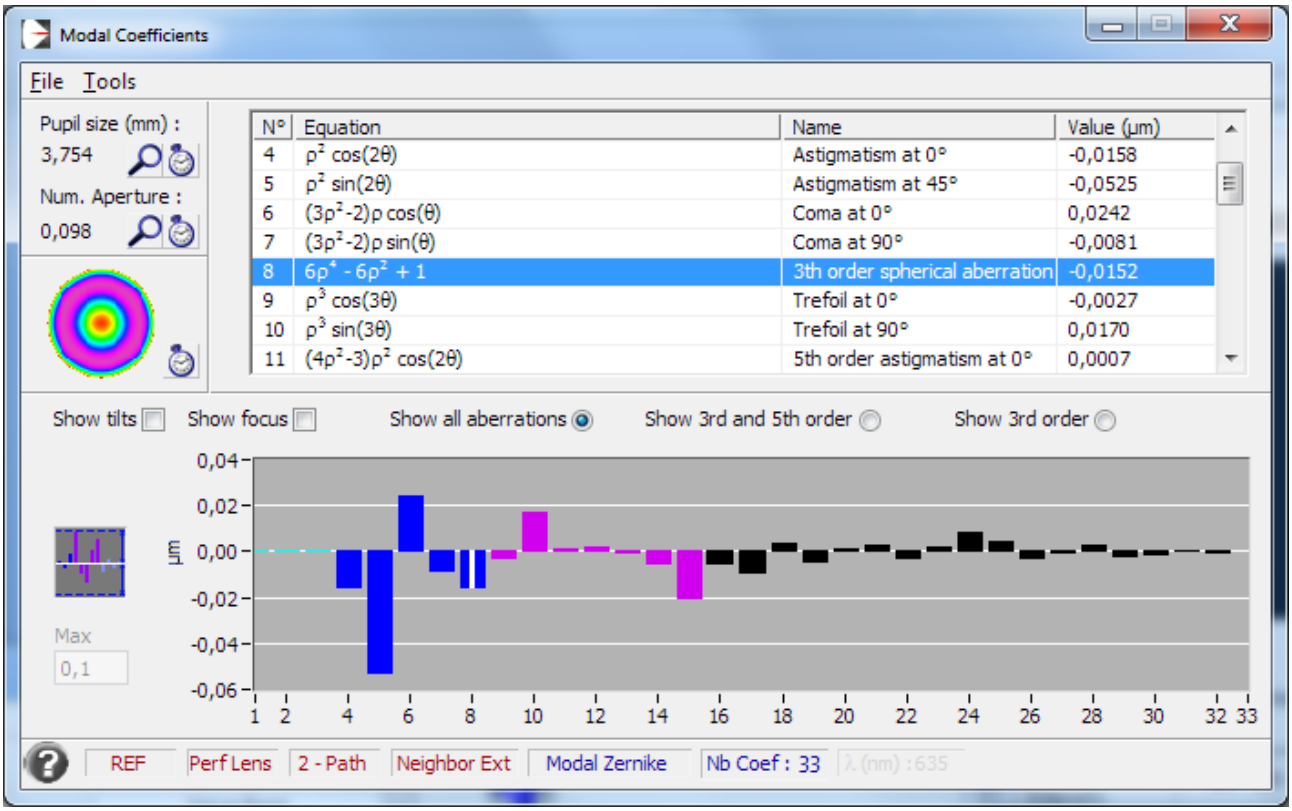
© 2012 Airylab SARL, 34 rue Jean Baptiste Malon, 04800 Gréoux les Bains. 0950251128
Les informations contenues dans ce rapport appartiennent au client et à Airylab. Reproduction soumise à autorisation.

3.1.3 PSF



3.1.4 Décomposition de Zernike

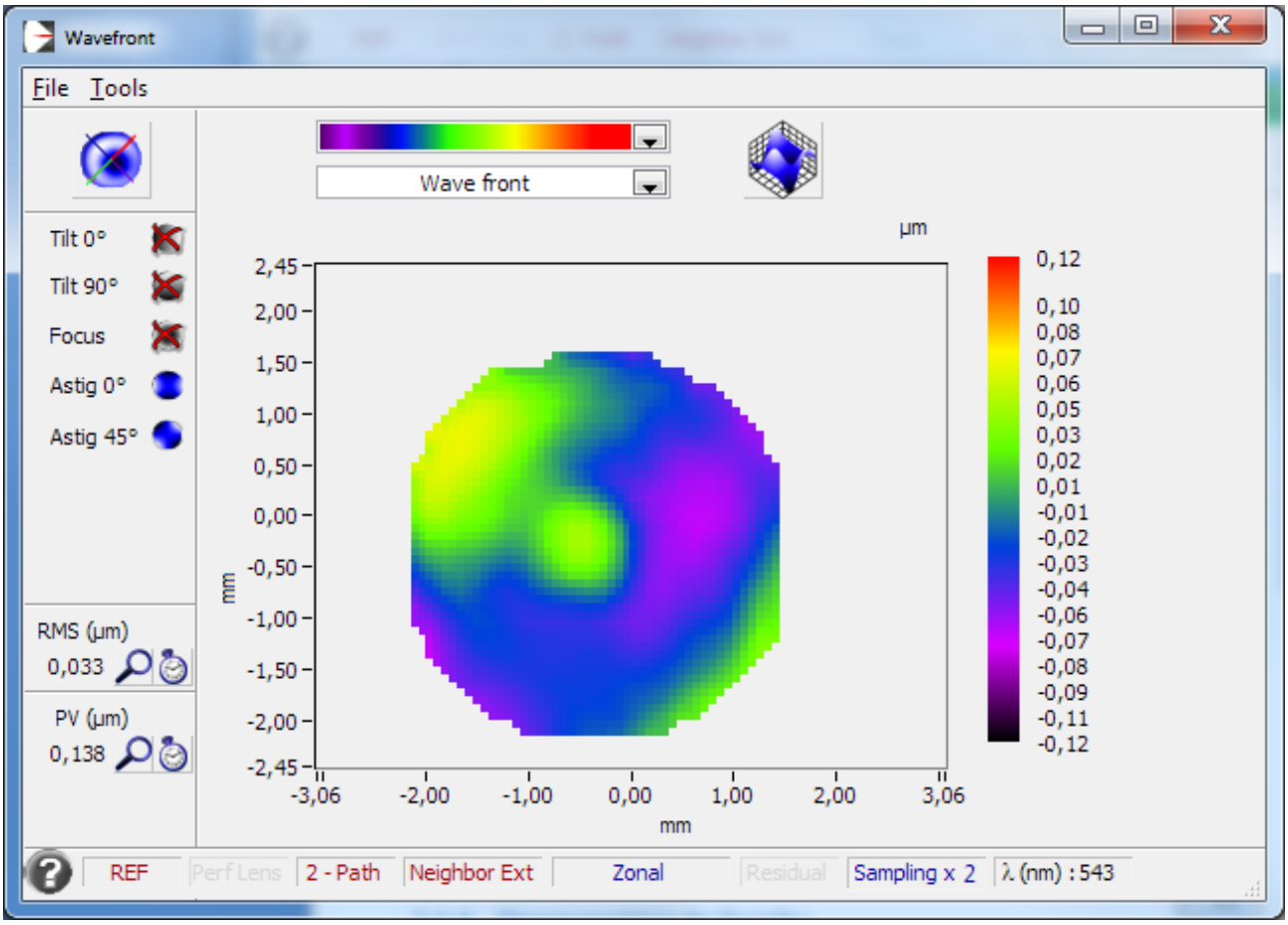
© 2012 Airylab SARL, 34 rue Jean Baptiste Malon, 04800 Gréoux les Bains. 0950251128
Les informations contenues dans ce rapport appartiennent au client et à Airylab. Reproduction soumise à autorisation.



© 2012 Airylab SARL, 34 rue Jean Baptiste Malon, 04800 Gréoux les Bains. 0950251128
Les informations contenues dans ce rapport appartiennent au client et à Airylab. Reproduction soumise à autorisation.

3.2 Mesure sur l'axe à 543nm

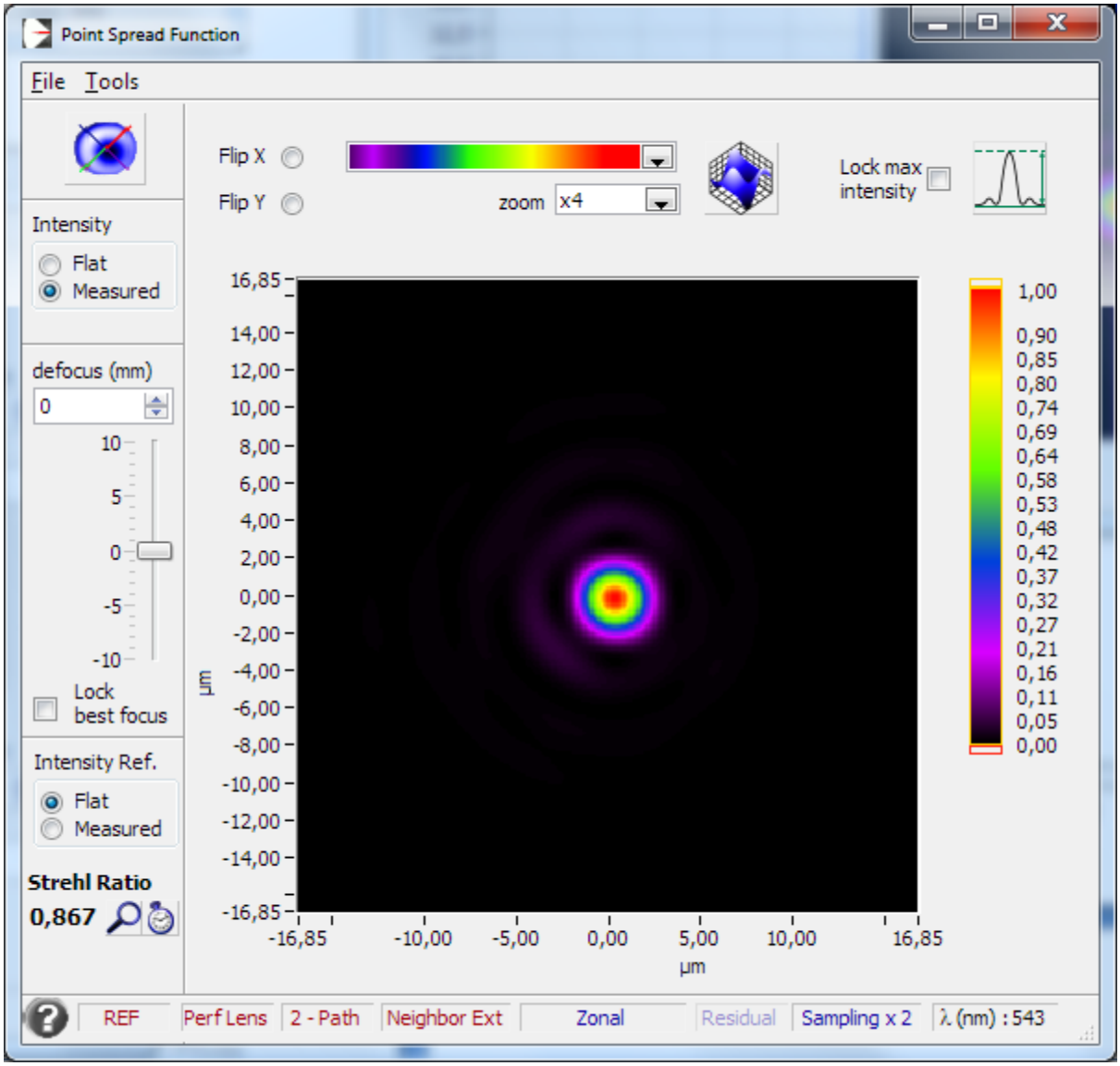
3.2.1 Front d'onde



Ratio de Strehl 0,867

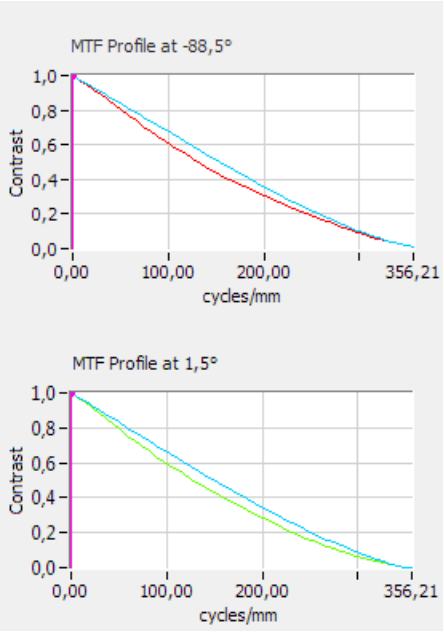
© 2012 Airylab SARL, 34 rue Jean Baptiste Malon, 04800 Gréoux les Bains. 0950251128
Les informations contenues dans ce rapport appartiennent au client et à Airylab. Reproduction soumise à autorisation.

3.2.2 PSF

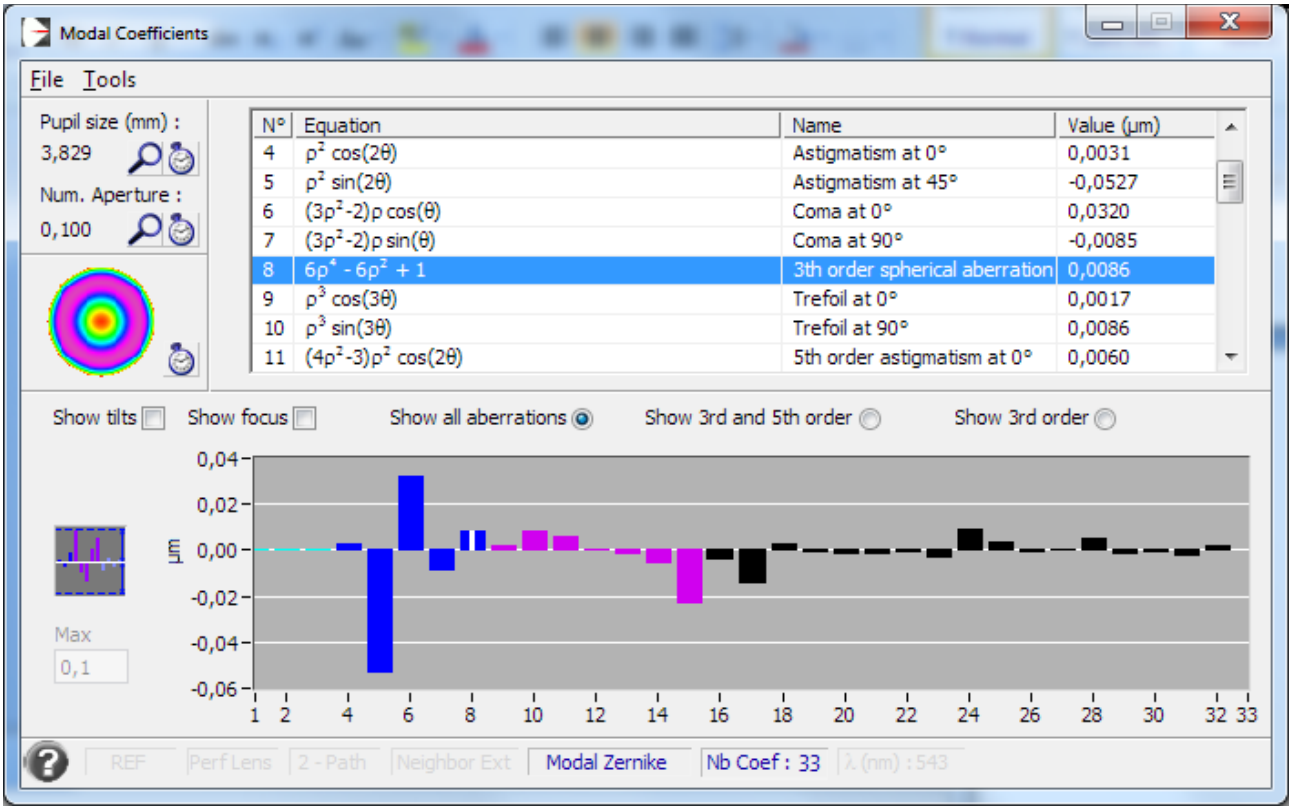


3.2.3 MTF

© 2012 Airylab SARL, 34 rue Jean Baptiste Malon, 04800 Gréoux les Bains. 0950251128
Les informations contenues dans ce rapport appartiennent au client et à Airylab. Reproduction soumise à autorisation.



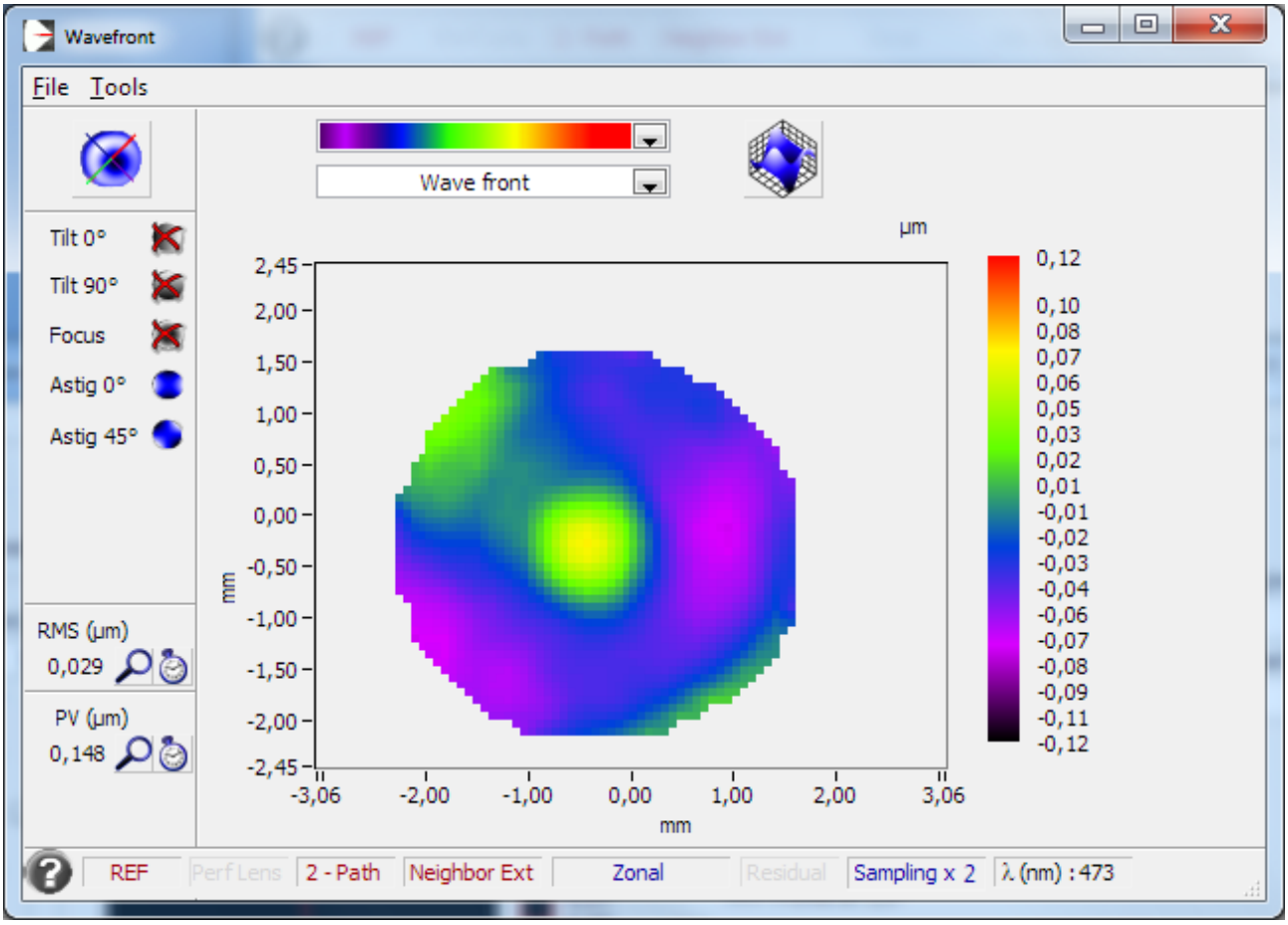
3.2.4 Décomposition de Zernike



© 2012 Airylab SARL, 34 rue Jean Baptiste Malon, 04800 Gréoux les Bains. 0950251128
Les informations contenues dans ce rapport appartiennent au client et à Airylab. Reproduction soumise à autorisation.

3.3 Mesure sur l'axe à 473nm

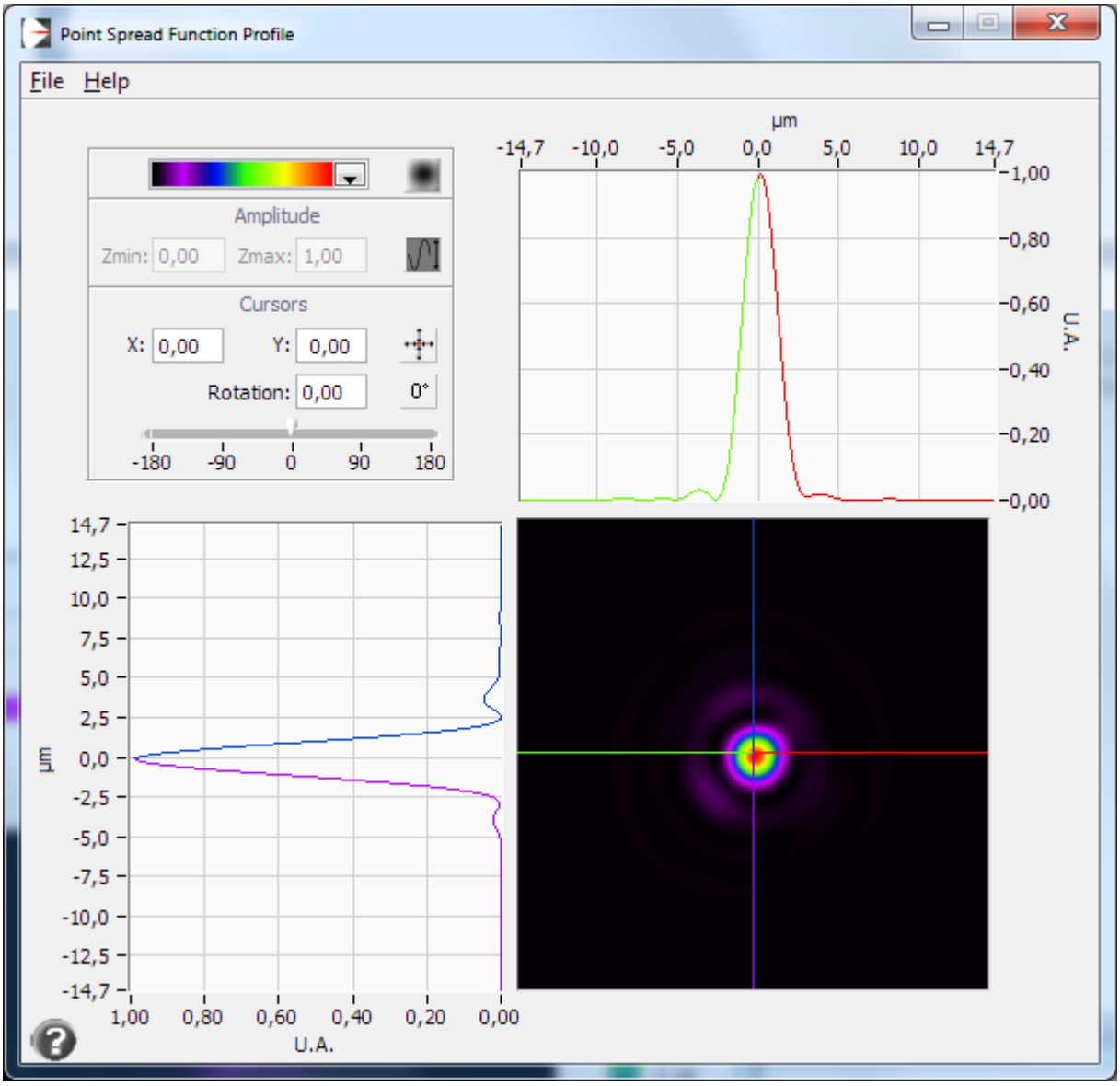
3.3.1 Front d'onde



Ratio de Strehl 0,858

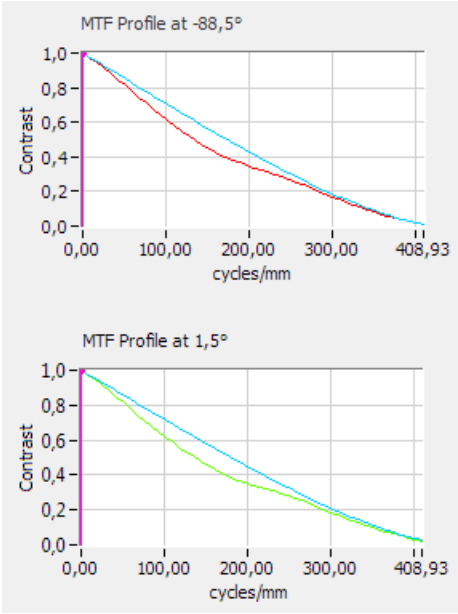
© 2012 Airylab SARL, 34 rue Jean Baptiste Malon, 04800 Gréoux les Bains. 0950251128
Les informations contenues dans ce rapport appartiennent au client et à Airylab. Reproduction soumise à autorisation.

3.3.2 PSF

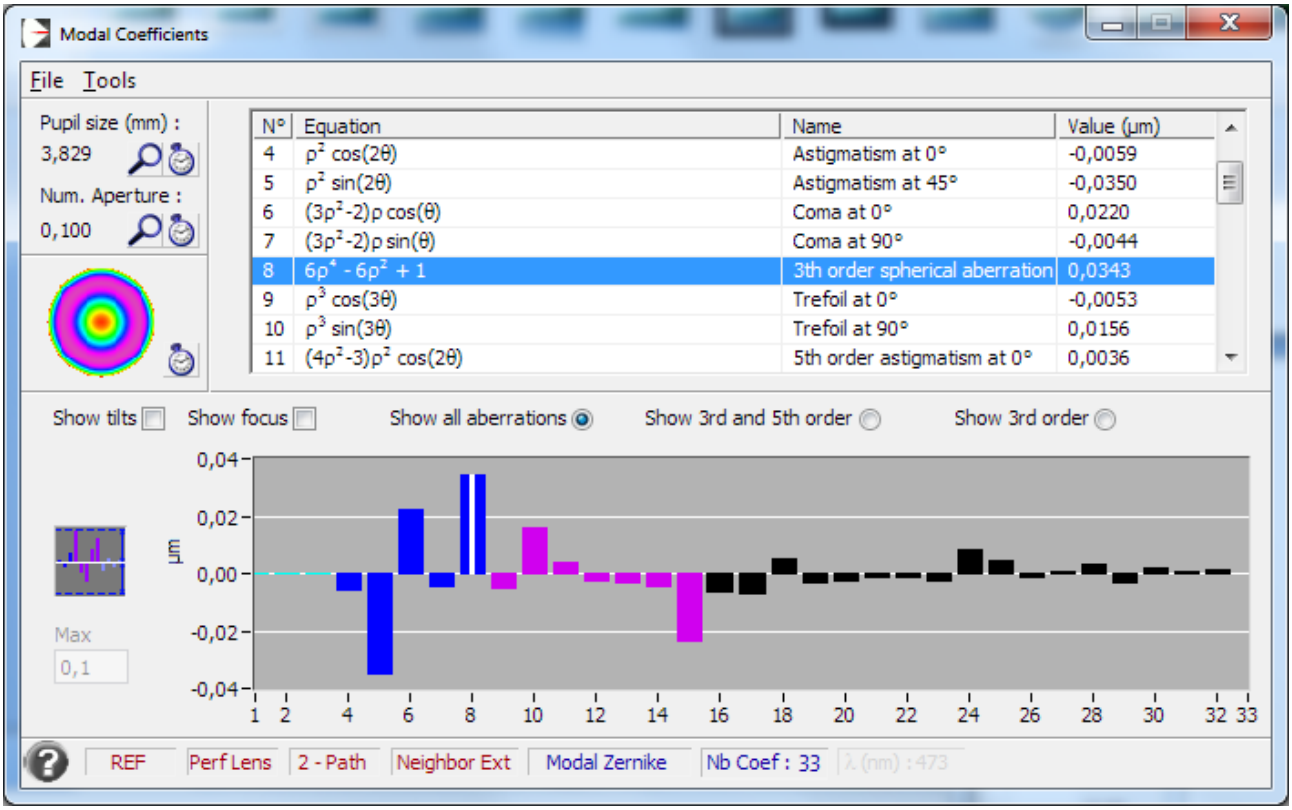


3.3.3 MTF

© 2012 Airylab SARL, 34 rue Jean Baptiste Malon, 04800 Gréoux les Bains. 0950251128
Les informations contenues dans ce rapport appartiennent au client et à Airylab. Reproduction soumise à autorisation.



3.3.4 Décomposition de Zernike



© 2012 Airylab SARL, 34 rue Jean Baptiste Malon, 04800 Gréoux les Bains. 0950251128
Les informations contenues dans ce rapport appartiennent au client et à Airylab. Reproduction soumise à autorisation.

3.4 Chromatisme

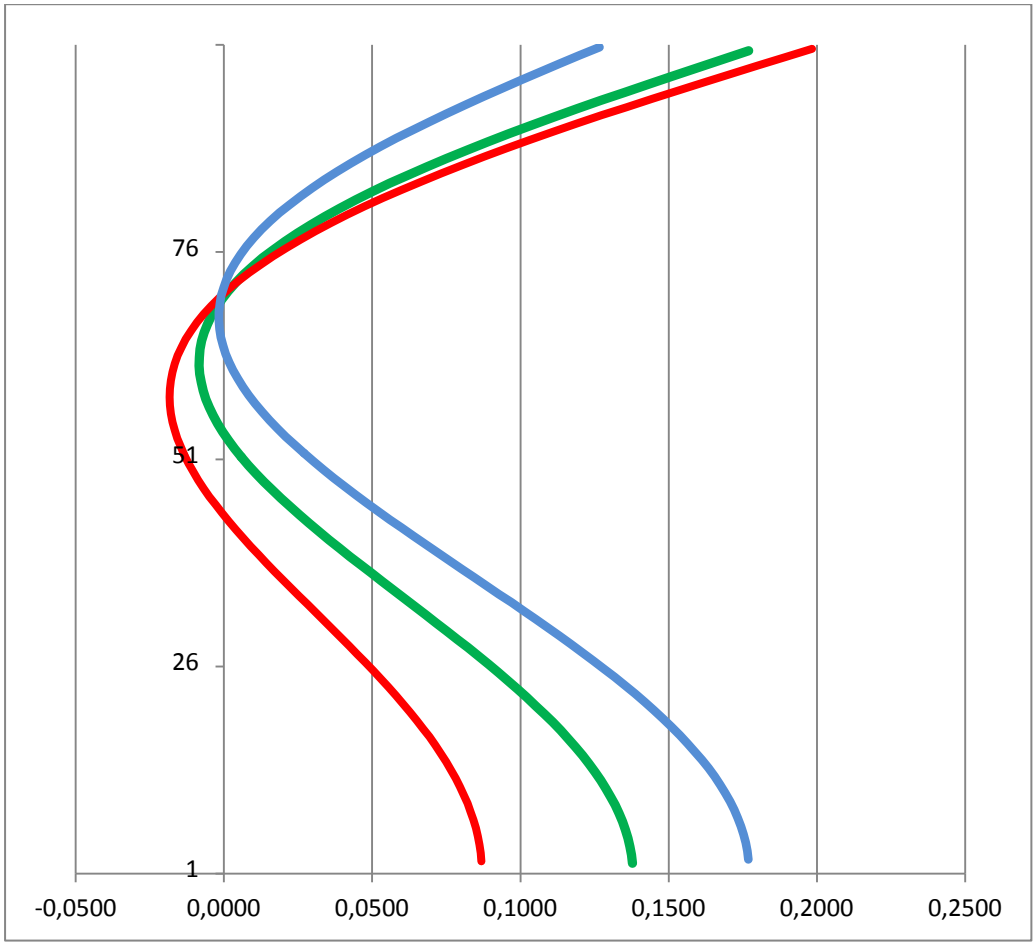
Objectif : La mesure du chromatisme concerne tous les systèmes optiques comportant des dioptres. Un élément transmissif a un comportement variable en fonction de la longueur d'onde. Les deux mesures importantes sont le chromatisme (décalage du foyer en fonction de la longueur d'onde) et le sphérochromatisme.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

3.4.1 Décalage des meilleurs foci sur l'axe

En µm	
Rouge 635 nm	0
Vert 543 nm	10
Bleu 473 nm	10

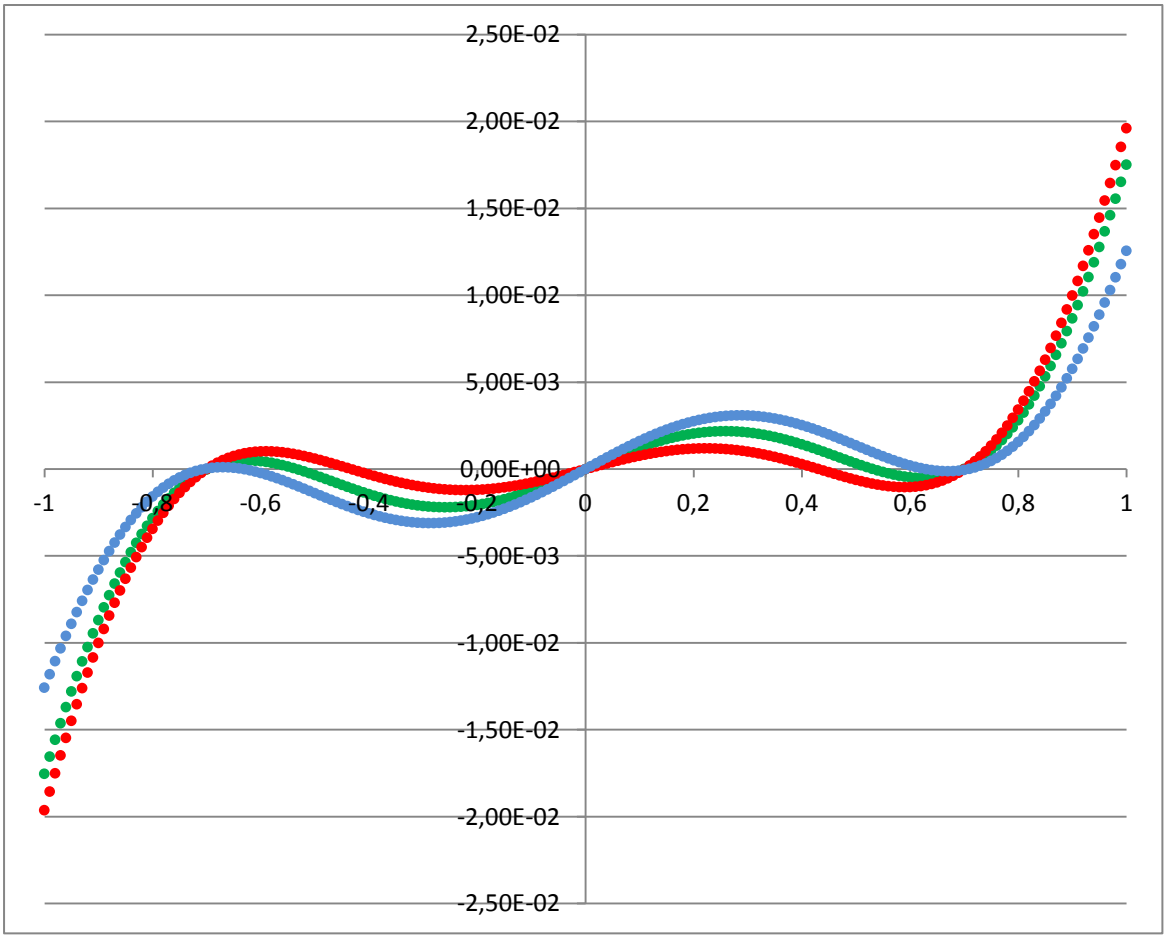
3.4.2 Sphérochromatisme à F4

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



Chromatisme longitudinal, Unités mm

© 2012 Airylab SARL, 34 rue Jean Baptiste Malon, 04800 Gréoux les Bains. 0950251128
Les informations contenues dans ce rapport appartiennent au client et à Airylab. Reproduction soumise à autorisation.



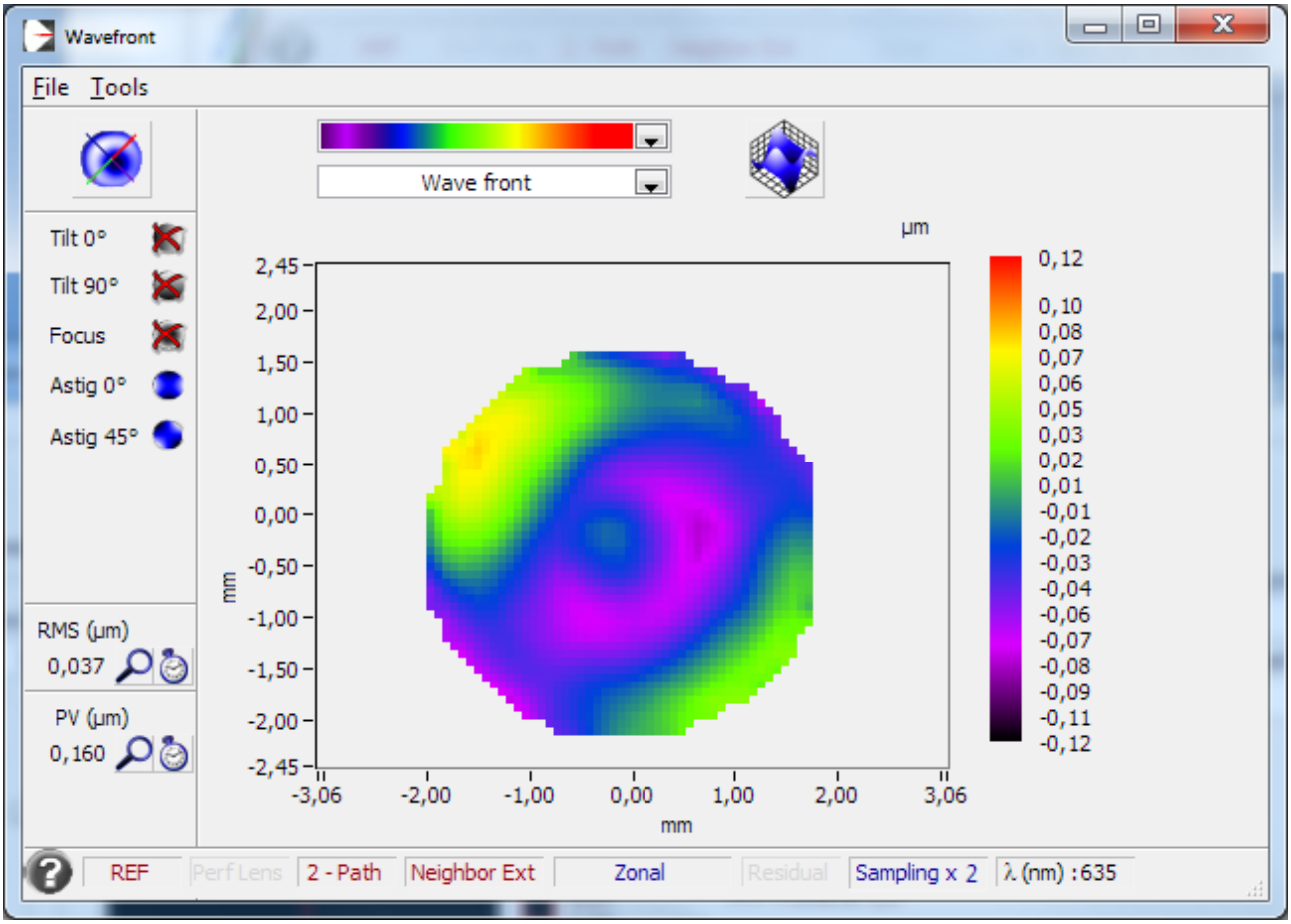
Chromatisme transverse, Unités mm

© 2012 Airylab SARL, 34 rue Jean Baptiste Malon, 04800 Gréoux les Bains. 0950251128
Les informations contenues dans ce rapport appartiennent au client et à Airylab. Reproduction soumise à autorisation.

4 Mesures avec aplanisseur de champ 1069FL à 55mm BF

4.1 Mesure sur l'axe à 635nm

4.1.1 Front d'onde

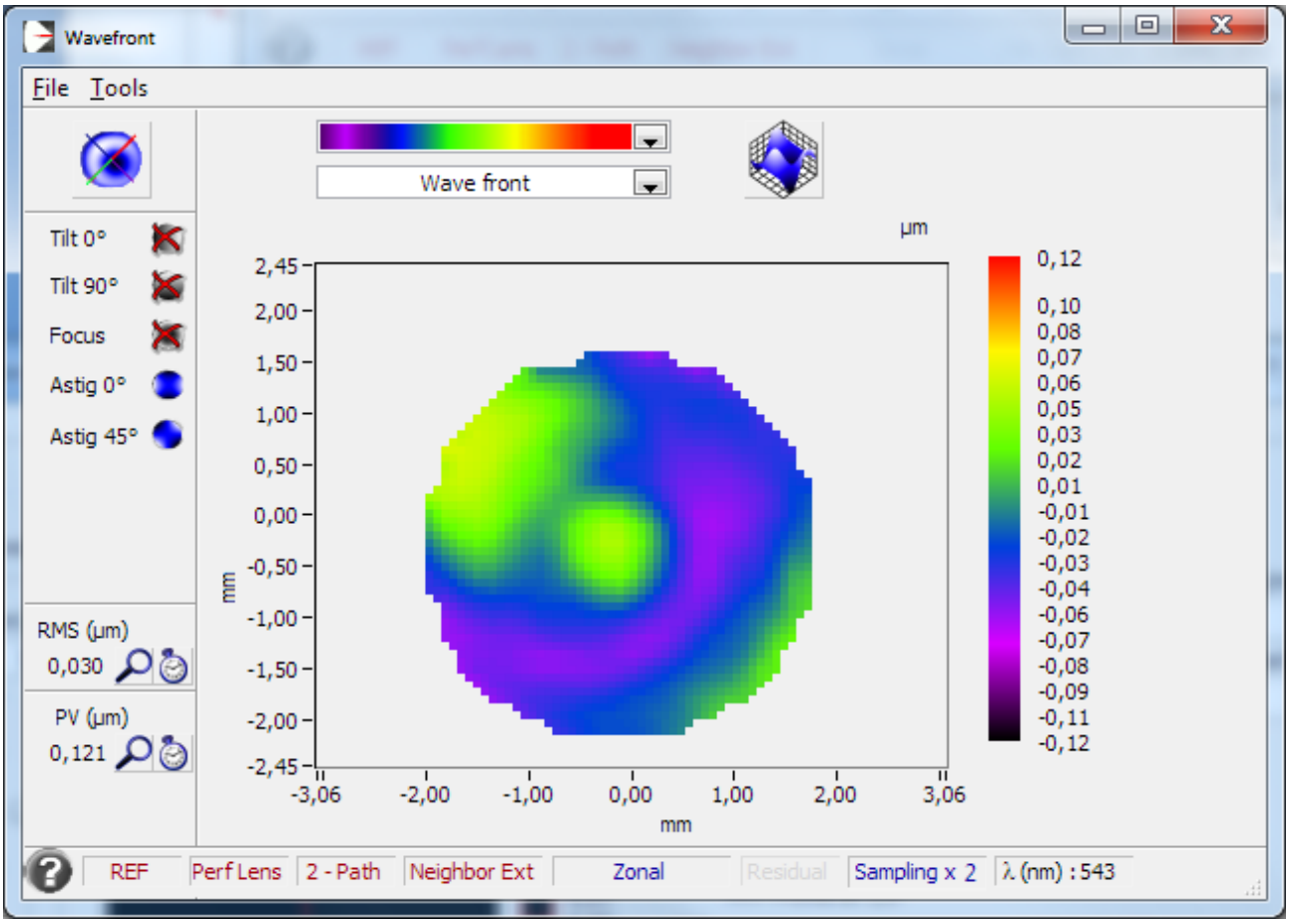


Ratio de Strehl 0,874

© 2012 Airylab SARL, 34 rue Jean Baptiste Malon, 04800 Gréoux les Bains. 0950251128
Les informations contenues dans ce rapport appartiennent au client et à Airylab. Reproduction soumise à autorisation.

4.2 Mesure sur l'axe à 543nm

4.2.1 Front d'onde

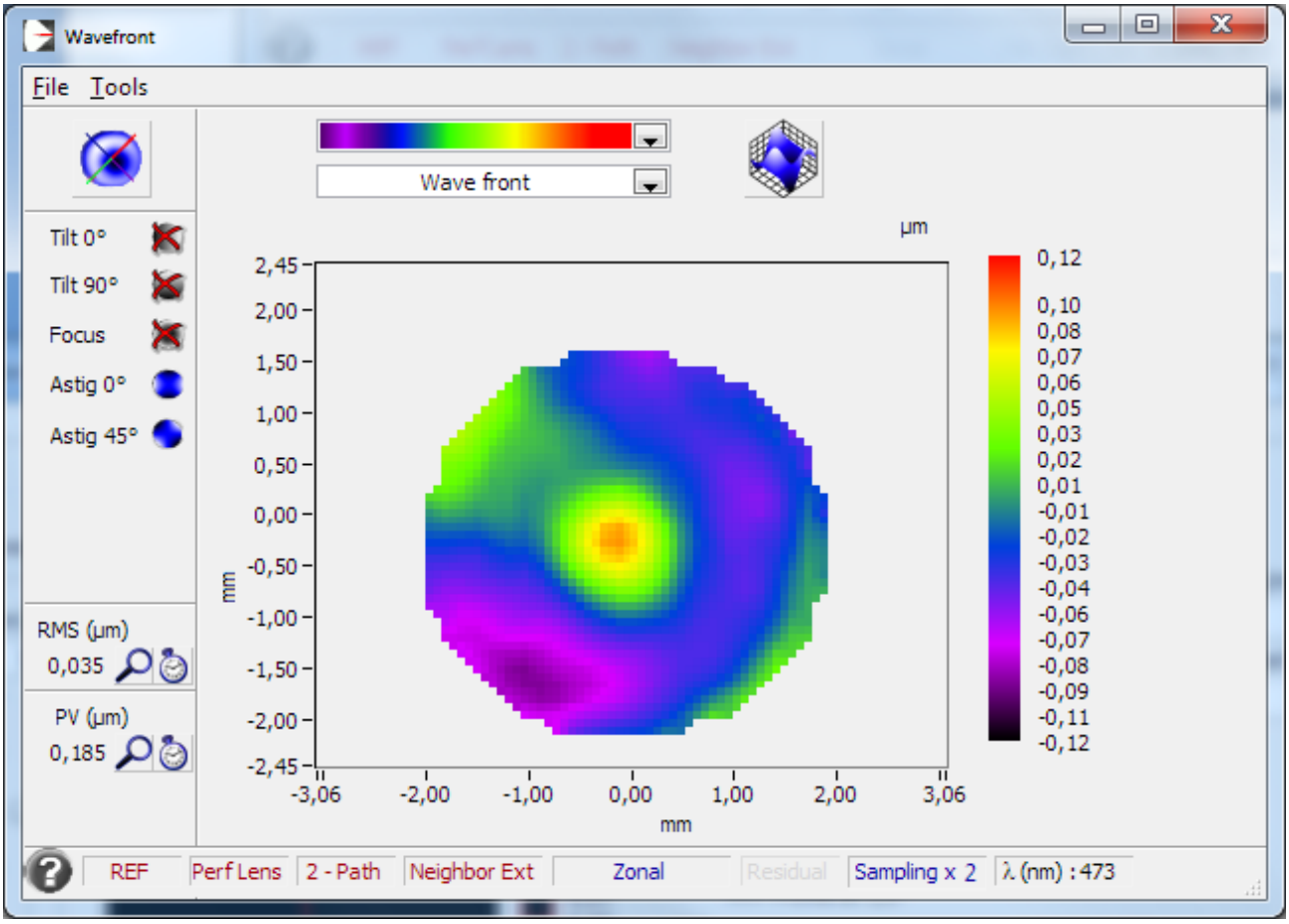


Ratio de Strehl 0,881

© 2012 Airylab SARL, 34 rue Jean Baptiste Malon, 04800 Gréoux les Bains. 0950251128
Les informations contenues dans ce rapport appartiennent au client et à Airylab. Reproduction soumise à autorisation.

4.3 Mesure sur l'axe à 473nm

4.3.1 Front d'onde



Ratio de Strehl 0,805

© 2012 Airylab SARL, 34 rue Jean Baptiste Malon, 04800 Gréoux les Bains. 0950251128
Les informations contenues dans ce rapport appartiennent au client et à Airylab. Reproduction soumise à autorisation.

4.4 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).

4.4.1 Décalage des meilleurs foci sur l'axe

En µm	
Rouge 635 nm	0
Vert 543 nm	-20
Bleu 473 nm	-20

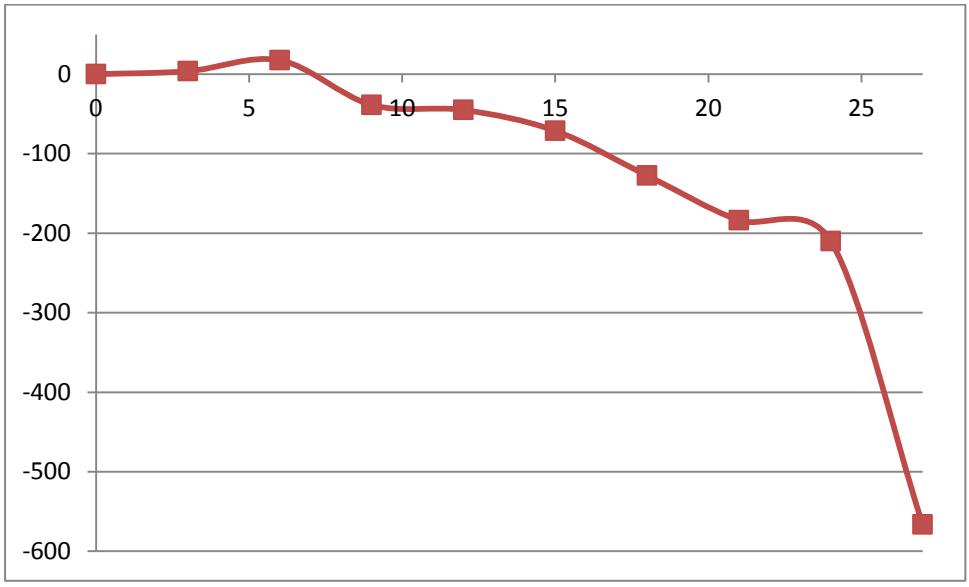
5 Mesure dans le champ à 635nm

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.

5.1 Courbure de champ

Mesure de 0 à 27mm
Cercle de pleine lumière : <18 mm

Rayon de courbure de Petzval mesuré : 900mm
Décalage du point à 27mm de l'axe : -566 µm



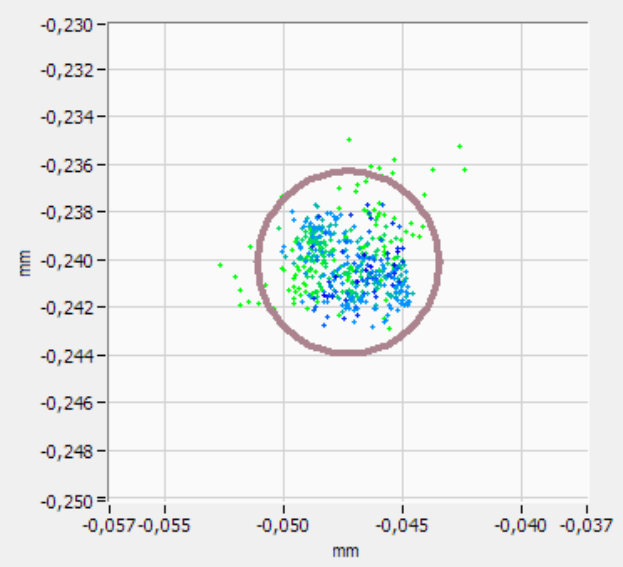
© 2012 Airylab SARL, 34 rue Jean Baptiste Malon, 04800 Gréoux les Bains. 0950251128
Les informations contenues dans ce rapport appartiennent au client et à Airylab. Reproduction soumise à autorisation.

5.2 Spot diagram

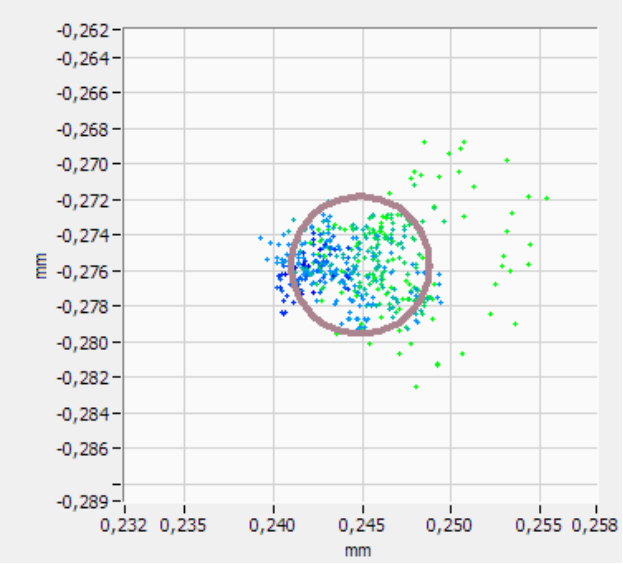
Le cercle représente la taille théorique de la tâche de diffraction.

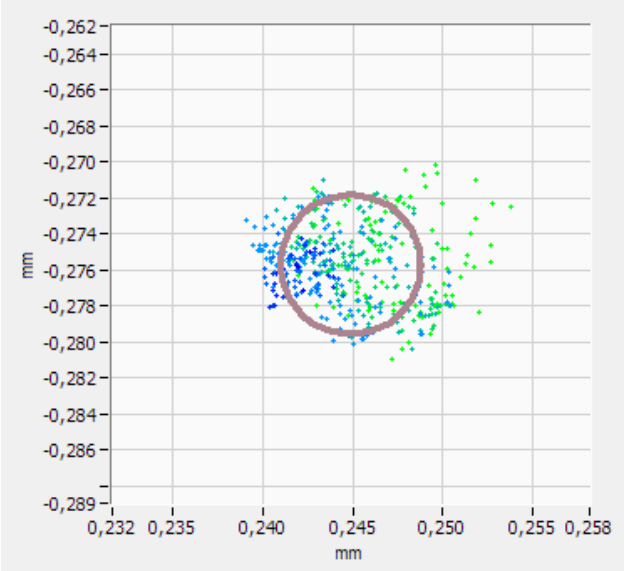
Les points verts représentent les rayons marginaux (extérieur de la pupille), les bleus les rayons paraxiaux (proche de l'axe optique).
Les *spot diagrams* dans le champ sont donnés sans prendre en compte la courbure de champ à gauche (cas d'une utilisation avec un oculaire), et avec la défocalisation due à la courbure de champ à droite (cas d'une utilisation avec un film/capteur plan).

Sur l'axe



6mm

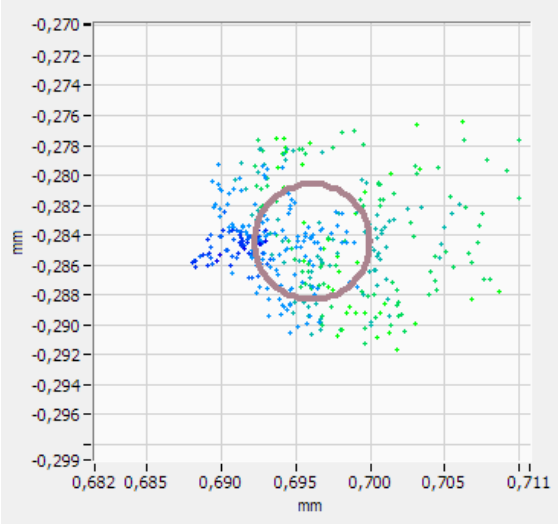


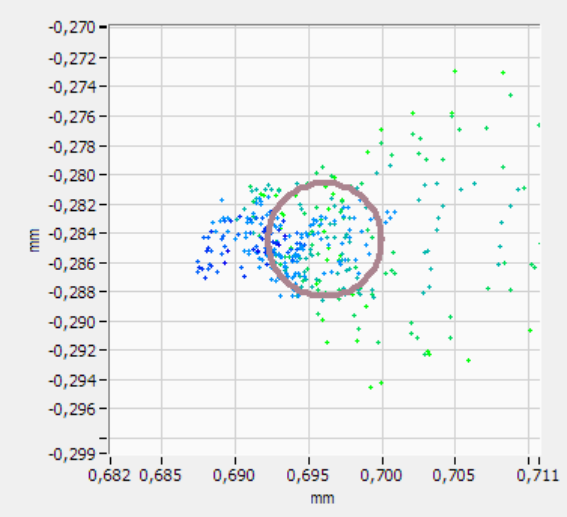


Focalisé / défocalisé

© 2012 Airylab SARL, 34 rue Jean Baptiste Malon, 04800 Gréoux les Bains. 0950251128
Les informations contenues dans ce rapport appartiennent au client et à Airylab. Reproduction soumise à autorisation.

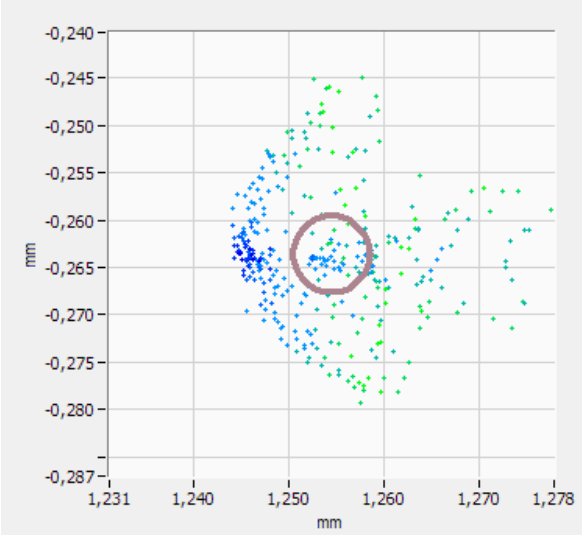
12mm

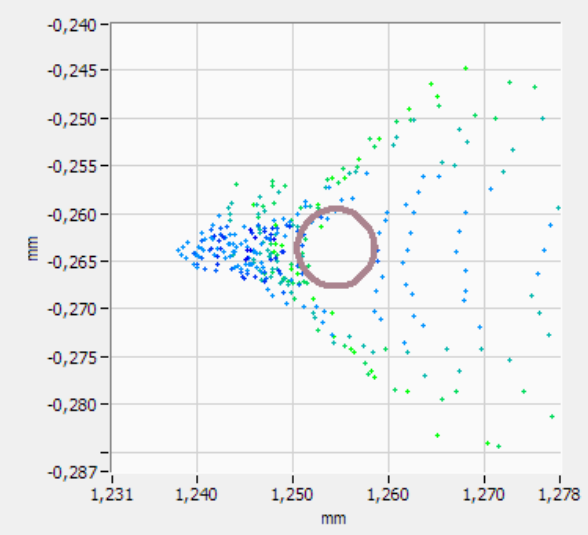




Focalisé / défocalisé

21mm





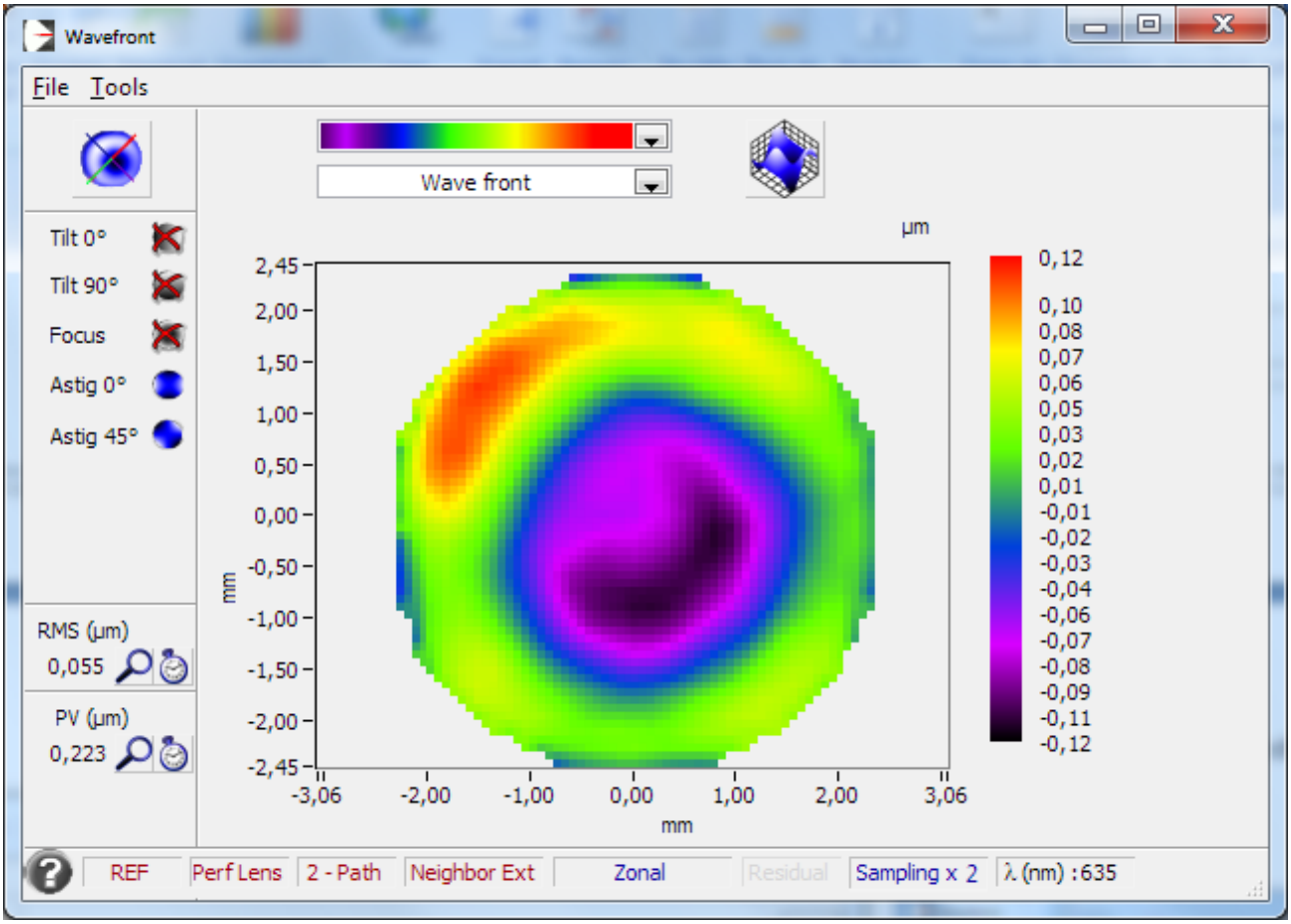
Focalisé / défocalisé

© 2012 Airylab SARL, 34 rue Jean Baptiste Malon, 04800 Gréoux les Bains. 0950251128
Les informations contenues dans ce rapport appartiennent au client et à Airylab. Reproduction soumise à autorisation.

6 Mesures avec réducteur de champ 7073FR à 55mm BF

6.1 Mesure sur l'axe à 635nm

6.1.1 Front d'onde

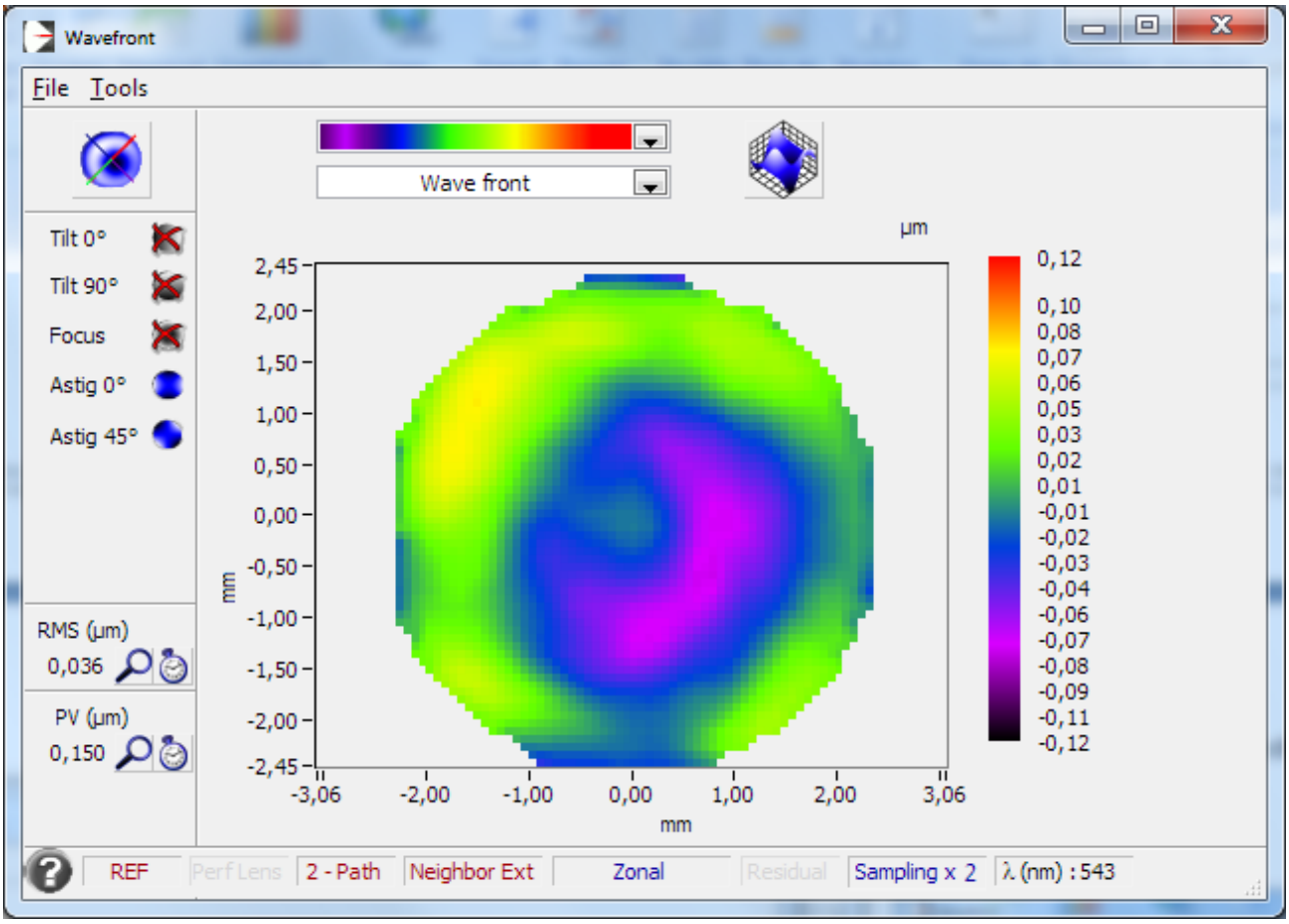


Ratio de Strehl 0,729

© 2012 Airylab SARL, 34 rue Jean Baptiste Malon, 04800 Gréoux les Bains. 0950251128
Les informations contenues dans ce rapport appartiennent au client et à Airylab. Reproduction soumise à autorisation.

6.2 Mesure sur l'axe à 543nm

6.2.1 Front d'onde

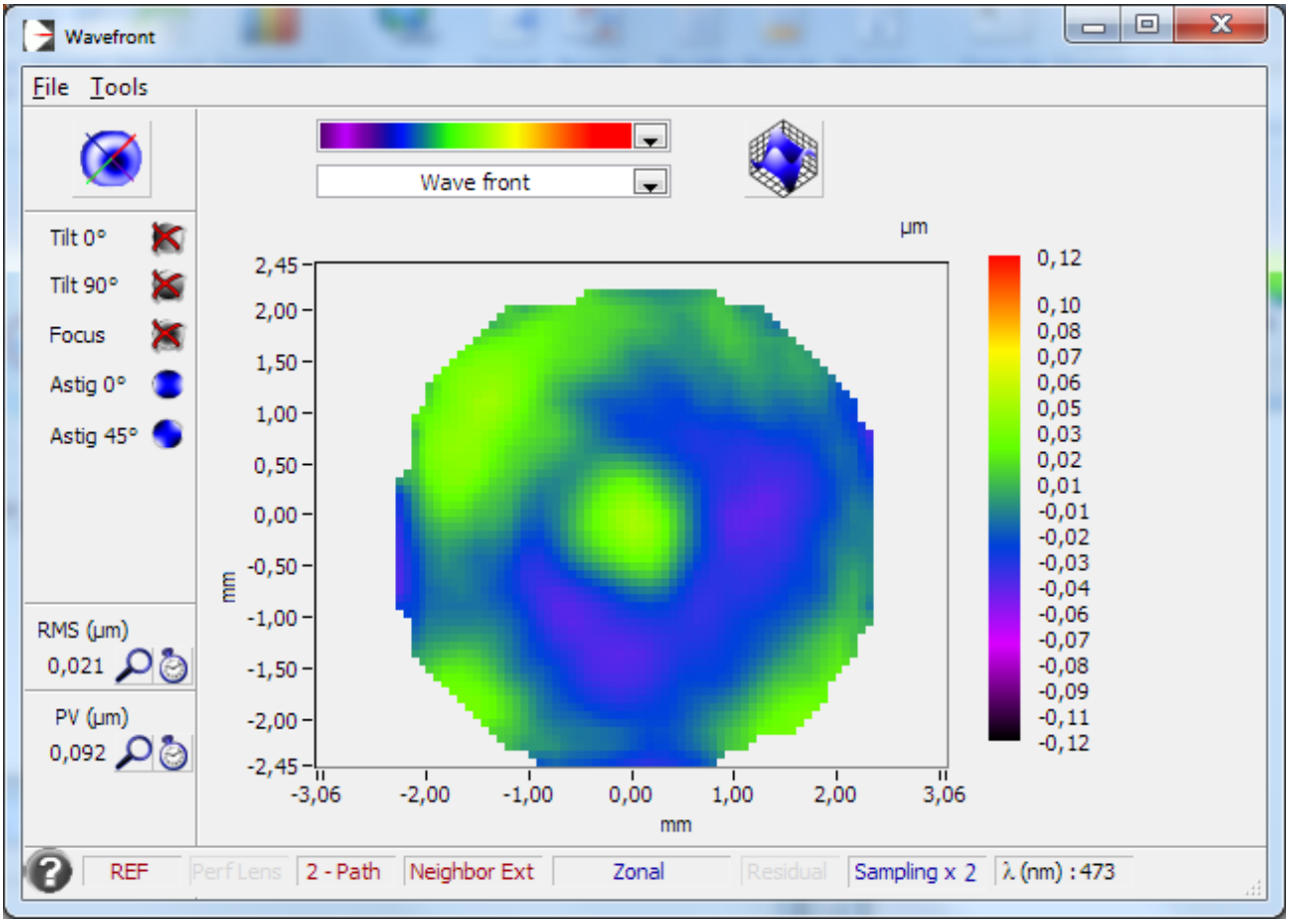


Ratio de Strehl 0,831

© 2012 Airylab SARL, 34 rue Jean Baptiste Malon, 04800 Gréoux les Bains. 0950251128
Les informations contenues dans ce rapport appartiennent au client et à Airylab. Reproduction soumise à autorisation.

6.3 Mesure sur l'axe à 473nm

6.3.1 Front d'onde



Ratio de Strehl 0,916

© 2012 Airylab SARL, 34 rue Jean Baptiste Malon, 04800 Gréoux les Bains. 0950251128
Les informations contenues dans ce rapport appartiennent au client et à Airylab. Reproduction soumise à autorisation.

6.4 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).

6.4.1 Décalage des meilleurs foci sur l'axe

En µm	
Rouge 635 nm	0
Vert 543 nm	-20
Bleu 473 nm	-30

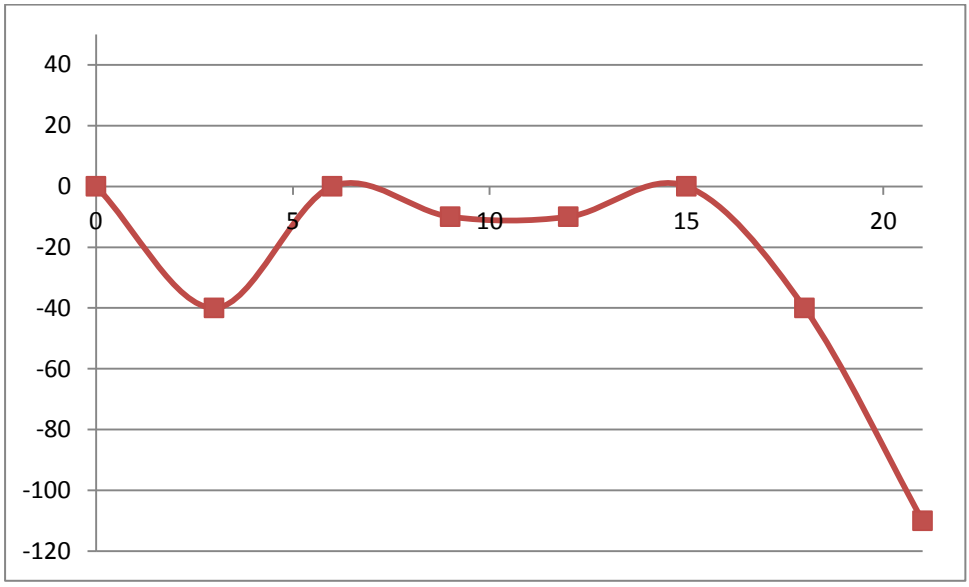
7 Mesure dans le champ à 635nm

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.

7.1 Courbure de champ

Mesure de 0 à 21mm
Cercle de pleine lumière : <18 mm

Rayon de courbure de Petzval mesuré : 900mm
Décalage du point à 21mm de l'axe : -110 µm



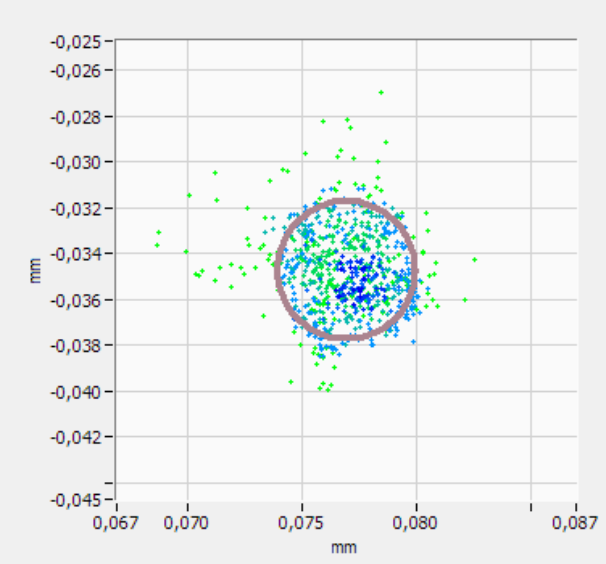
© 2012 Airylab SARL, 34 rue Jean Baptiste Malon, 04800 Gréoux les Bains. 0950251128
Les informations contenues dans ce rapport appartiennent au client et à Airylab. Reproduction soumise à autorisation.

7.2 Spot diagram

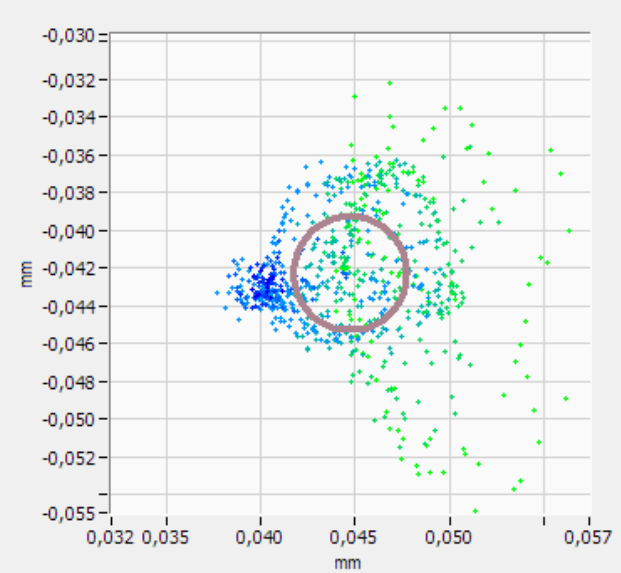
Le cercle représente la taille théorique de la tâche de diffraction.

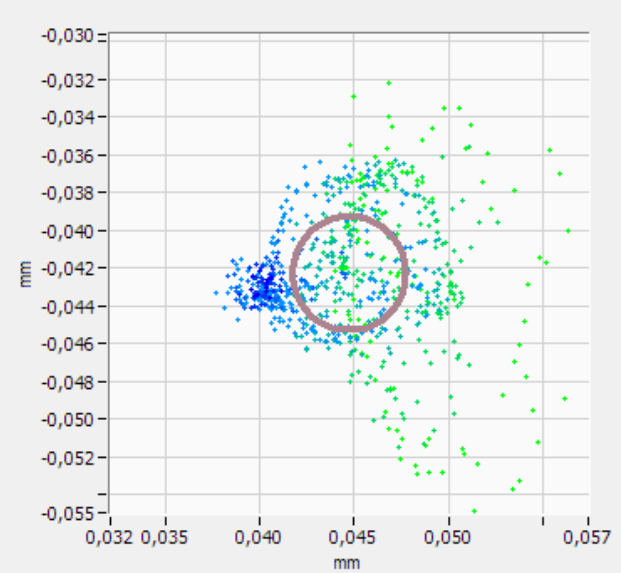
Les points verts représentent les rayons marginaux (extérieur de la pupille), les bleus les rayons paraxiaux (proche de l'axe optique).
Les *spot diagrams* dans le champ sont donnés sans prendre en compte la courbure de champ à gauche (cas d'une utilisation avec un oculaire), et avec la défocalisation due à la courbure de champ à droite (cas d'une utilisation avec un film/capteur plan).

Sur l'axe



6mm

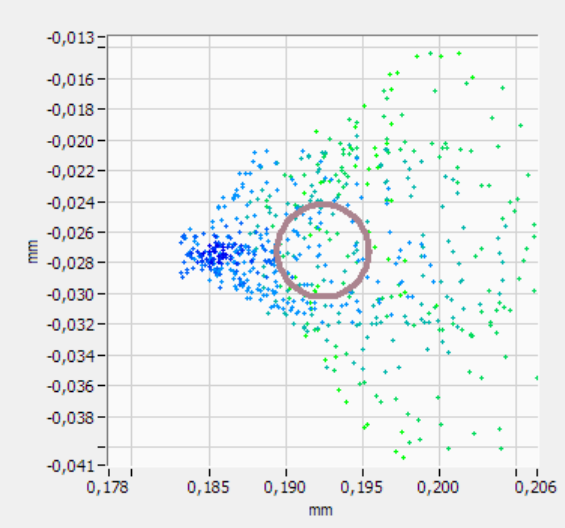


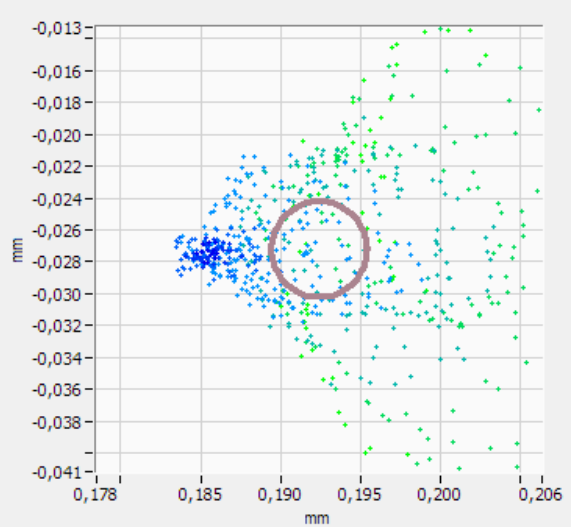


Focalisé / défocalisé

© 2012 Airylab SARL, 34 rue Jean Baptiste Malon, 04800 Gréoux les Bains. 0950251128
Les informations contenues dans ce rapport appartiennent au client et à Airylab. Reproduction soumise à autorisation.

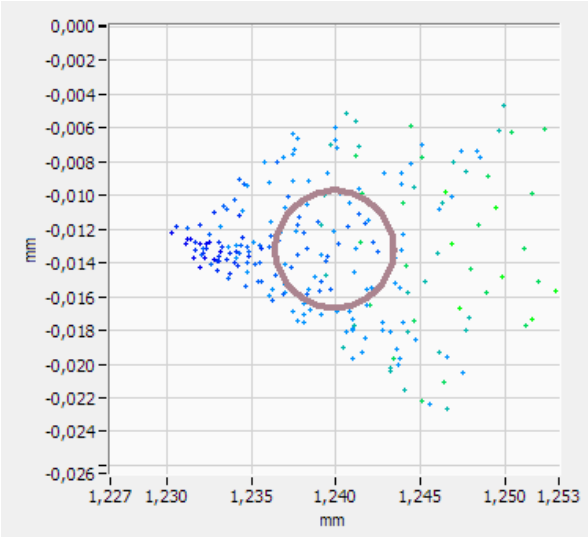
12mm

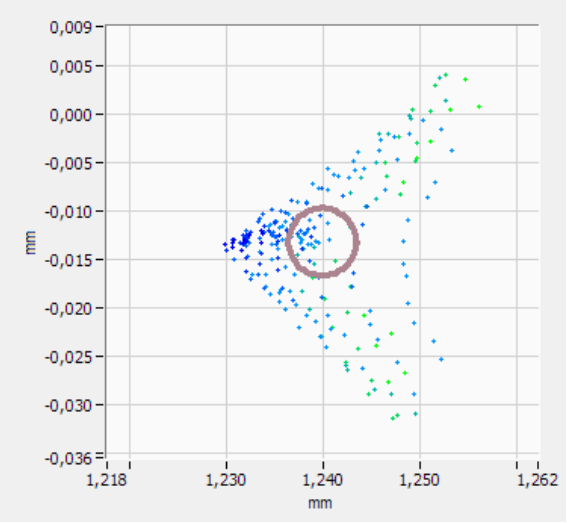




Focalisé / défocalisé

21mm





Focalisé / défocalisé

Fin du document.

© 2012 Airylab SARL, 34 rue Jean Baptiste Malon, 04800 Gréoux les Bains. 0950251128
Les informations contenues dans ce rapport appartiennent au client et à Airylab. Reproduction soumise à autorisation.