

Transfert de combinaisons de Zemax vers Code V

Présentation Journée Calcul Optique - SFO

Joël BOYADJIAN // 31 Mai 2012

All the space you need



Introduction

- **Conversion Zemax vers Code V**
 - Utilisation de Code V en logiciel de référence
 - Combinaisons externes fournies au format Zemax
 - Transfert basé sur l'outil fourni pas ORA
 - Utilisation de Zemax pour fiabiliser le transfert
- **Retour d'expérience sur problèmes rencontrés**
 - Revue non exhaustive
 - Surfaces de type classique, asphériques d'ordre limité, surfaces diffractives, systèmes excentrés
 - Identification de limitations et bugs

Utilitaire de conversion ORA

- Fourni avec Code V, sous forme de macro
 - in cv_macro:zemaxtocv [Nom_Fichier_Zemax]
 - Accessible via les menus dans
Tools/Macro Manager/Sample Macros/Utilities
 - L'outil est régulièrement maintenu
- Fichier texte .zmx importé dans Code V, avec des avertissements sur les conversions non supportées

Codage

- Fichiers .ZMX en Unicode par défaut. Non supporté par Code V
- Jusqu'à CV 10.3 :
 - Erreurs, sortie de la macro, buffer d'import illisible

```
❏wri (cvw)
10.3
❏in zemaxtocv Schmidt-Cassegrain.zmx
09:18:46 Error: Cell at B1 I1 J1 has no numeric representation
09:18:46 Error: Contents of cell at B1 I181 J2 are UNKNOWN
Radius input/output mode
09:18:46 Error: Surface qualifier range in descending order
09:18:46 Error: Stop on image surface for zoom position 1
Zemax command V ignored
09:18:46 Error: Contents of cell at B1 I2 J1 are UNKNOWN
09:18:46 Warning: Sequence aborted
09:18:46 Warning: No aperture stop surface defined - surface 1 assumed
09:18:46 Error: Invalid lens - less than 3 surfaces
❏buf lis bl il..3
1: ybV
2:
3:
09:18:58 Error: Invalid lens - less than 3 surfaces
```

- Depuis CV 10.4
 - Message explicite

```
❏in zemaxtocv Schmidt-Cassegrain.zmx
CODE V> ver n
16:02:55 Error: Zemax File Schmidt-Cassegrain.zmx cannot be read.
The file may be in Unicode format, convert to ANSI and
try again.
```

- Solutions possibles

- Dans ZEMAX on peut imposer la sauvegarde des fichiers ZMX en ANSI via File / Preferences / Miscellaneous.
- Sans utiliser ZEMAX : par exemple ouverture avec notepad.exe, Fichier / Enregistrer sous / Codage sélectionner ANSI au lieu de Unicode.

Généralités

- **Eléments non supportés**
 - Fichiers multi-configurations
 - Surfaces non-séquentielles
- **Environnement**
 - Zemax : Température, Pression → changement d'indice
 - Conversion : T,P reproduits, mais **indices non cohérents** (valeurs catalogue) !
- **Unités**
 - mm, cm, in : supportés ; m → en mm + mise à l'échelle

Données système : Longueurs d'onde

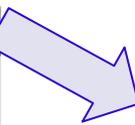
- Dans Zemax
 - En μm , non ordonnées
- Conversion bien prise en compte
 - nm, ordre décroissant, longueur d'onde de référence
- Poids
 - Entiers pour Code V
 - Traitement des arrondis pas toujours robuste

Perte de précision si poids voisins de 1



Wavelength Data

| Use | Wavelength (μm) | Weight |
|---------------------------------------|------------------------------|--------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | 0.6 | 1.2 |
| <input checked="" type="checkbox"/> 2 | 0.8 | 1.5 |
| <input checked="" type="checkbox"/> 3 | 0.5 | 1.1 |
| <input type="checkbox"/> 4 | 0.55 | 1 |



```
=wtw?  
WL = 800.0 600.0 500.0  
WTW = 2 1 1
```



Weight

| |
|------|
| 0.12 |
| 0.15 |
| 0.11 |



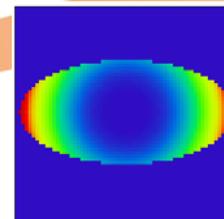
```
=wtw?  
WL = 800.0 600.0 500.0  
WTW = 15 12 11
```



Données système : Champs

- Prise en compte des 4 types de spécification
 - Idem Zemax / Code V (ANG, OBJ, IMG, RIH)
- Avec les fichiers ZMX récents, tous les champs sont importés (12 champs), y compris les champs non activés
 - Facile à corriger dans la macro zemaxtocv en prenant en compte le 3ème paramètre de FTYPE
- Coefficients de vignetting
 - Partiellement supportés (facteur de compression, pas décalage)
 - Non équivalents entre les deux logiciels
 - Décalage du chief ray dans Zemax (équivalent à un CRA) + impact sur ouverture de la pupille (elliptique)

| Use | X-Field | Y-Field | Weight | VDX | VDY | VCX | VCY | VAN |
|-------------------------------------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1 | 0 | 1.0000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.50000 | 0.00000 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 2 | 0 | 1.0000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3 | 0 | 1.0000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 |



Données système : Pupille

■ Spécification de pupille : 6 types

- *Entrance pupil diameter* (ENPD) → EPD
- *Object numerical aperture* (OBNA) → NAO
- *Object cone angle* (1/2 angle d'ouverture objet – OBNA)
Deuxième paramètre de OBNA ignoré, traité comme NAO avec une valeur incohérente !
- *Paraxial working F/#* (FNUM) → FNO
- *Image space F/#* (Nombre d'ouverture pour objet à l'infini – FNUM)
Deuxième paramètre de FNUM ignoré, traité comme FNO : valeur erronée
- *Float by stop size* (FLOA)
 - Conversion approchée en EPD en utilisant SET APE
 - Retouches avec coefficients de vignetting / ray aiming pour avoir des rayons de référence cohérents avec Zemax

■ Note

- Dans Zemax, le « Ray aiming » doit être activé pour que le rayon principal passe au centre du STOP (comportement par défaut dans CV)

Surfaces : texte d'identification

■ Modèle Zemax

- Chaîne de commentaire associée à la surface (COMM)
- Pas caractéristique de la surface

■ Code V : « surface labels »

- Une chaîne correspond à une seule surface

■ Conversion

- Commentaires transformés en labels de surface
- Quelques corrections à apporter
 - Commentaires mono-caractère ignorés
 - Commentaire avec espace et valeur numérique tronqué

Surfaces particulières

■ Surface paraxiale

- Convertie en module
- Bug si stop sur une surface paraxiale (boucle infinie)

■ Surfaces ignorées

- Fonctionnalité de Zemax très utile, particulièrement pour les fichiers multi-configurations
 - La surface reste définie dans le modèle, mais n'est pas prise en compte lors des analyses
- Commandé par l'un des paramètres du mot-clé HIDE (IGNR en multi-configuration)
- Le convertisseur ignore ... qu'il faut les ignorer !

Forme des surfaces

- Les types de surface courants sont pris en compte
 - Dans la limite de la compatibilité du nombre de coefficients
 - Warnings émis si coefficients d'asphérisation > max supporté
- Surface standard
 - Pour Zemax, comprend sphère, plan, conique
- Asphériques de révolution
 - EVENASPH → ASP
 - SPS ODD si terme de degré 2
 - ODDASPHE → SPS ODD
 - Extended asphere → SPS ODD (limité au 30^{ème} degré, warning)
 - Superconic → SPS SCN
 - Surfaces de Forbes (Q-type) : conversion non encore implémentée
- Asphériques non de révolution
 - XPOLYNOM (SPS XYP) – TOROIDAL – ZERNSURF

Matériaux et indices

- Verres catalogue traités, ainsi qu'une liste de matériaux
- Gradients d'indice : quelques modèles supportés
- Si écart / indices Code V, utilisation du « private catalog » de Code V avec données extraites des « prescription data » de Zemax.
- Reports / Prescription data

INDEX OF REFRACTION DATA:

System Temperature: 20.0000 Celsius
System Pressure : 1.0000 Atmospheres
Absolute air index: 1.000272 at wavelength 0.600000 μm
Index data is relative to air at the system temperature and pressure.
Wavelengths are measured in air at the system temperature and pressure.

| Surf | Glass | Temp | Pres | 0.600000 | 0.800000 | 0.500000 |
|------|--------|-------|------|-------------|-------------|-------------|
| 0 | | 20.00 | 1.00 | 1.000000000 | 1.000000000 | 1.000000000 |
| 1 | BALKM3 | 20.00 | 1.00 | 1.51795149 | 1.51217159 | 1.52343172 |
| 2 | F4 | 20.00 | 1.00 | 1.61556403 | 1.60507934 | 1.62636261 |
| 3 | | 20.00 | 1.00 | 1.000000000 | 1.000000000 | 1.000000000 |
| 4 | BK7 | 20.00 | 1.00 | 1.51629483 | 1.51077623 | 1.52141448 |
| 5 | F2 | 20.00 | 1.00 | 1.61899937 | 1.60838665 | 1.62993705 |
| 6 | | 20.00 | 1.00 | 1.000000000 | 1.000000000 | 1.000000000 |
| 7 | F2 | 20.00 | 1.00 | 1.61899937 | 1.60838665 | 1.62993705 |
| 8 | | 20.00 | 1.00 | 1.000000000 | 1.000000000 | 1.000000000 |
| 9 | | 20.00 | 1.00 | 1.000000000 | 1.000000000 | 1.000000000 |

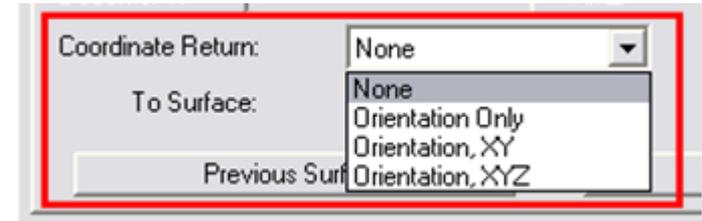
Surfaces diffractives

- Zemax: type de surface. Code V: attribut applicable à tout profil de surface.
- Grand nombre de types de surfaces diffractives dans Zemax
- Supportés par le convertisseur (avec des limites sur le nombre de termes - warnings émis)
 - Hologrammes simples
 - Réseau régulier
 - DOEs (BINARY_1 et _2) → DOE (XY) et DOE (R)
Prise en compte de la description de la phase (en lens units dans CV et en rad dans Zemax)
 - Toroidal hologram
- Utilisation de DLLs possible, manuellement, pour étendre le nombre de termes
 - par exemple la DLL fournie *cv_ho2_xy20.dll* pour BINARY_1

Excentrements

■ Surface de changement de repère (COORDBRK)

- Ordre 0 : Translations X et Y, puis RX, RY, RZ (rotation en ° autour du nouveau système d'axes)
- Ordre $\neq 0$: Transformations dans l'ordre inverse
- Possibilité attribut "return to surface"



■ Différences avec Code V

- Pas de translation en Z
- "Reverse" : les signes ne sont pas changés
- Toutes les rotations dans le sens trigo (\neq CV pour ADE, BDE)

■ Conversion

- Prise en compte des signes OK, pour "basic" comme pour "reverse"
- Pas de liaison si "return to surface", mais excentrement correct

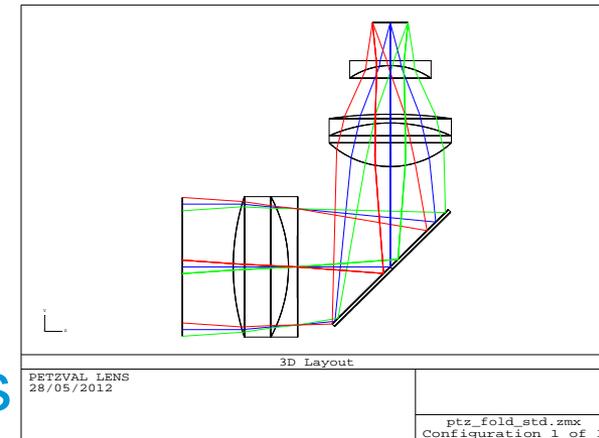
Excentrements générés par “Tools” de Zemax

- Miroir de renvoi introduit avec l’option intégrée de Zemax

- Tools/Coordinates/Add fold mirror

| | | | | | |
|--------|--------|---------|--------|--------|---|
| 0.0000 | 0.0000 | 45.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0 |
| 0.0000 | 0.0000 | 45.0000 | 0 P | 0.0000 | 0 |

- Conversion OK, pickup généré dans CV



- Passage en coordonnées absolues

- Tools/Coordinates/Local to Global

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|--------------|-------------|----------|--------|---------|--------|--|--|--|---------|---|---------|---|----------|---|------|
| 8 | Standard | Infinity | 0.0000 | MIRROR | 32.2787 | 0.0000 | | | | | | | | | | |
| 9 | Coordinat... | Return to 1 | -81.6694 | R | | 0.0000 | | | | -0.0000 | R | -0.0000 | R | -45.0000 | R | -0.0 |
| 10 | Coordinat... | Decenter | 81.6694 | | | 0.0000 | | | | 0.0000 | | 40.0000 | | 0.0000 | | 0.0 |
| 11 | Coordinat... | Tilt | 0.0000 | | | 0.0000 | | | | 0.0000 | | 0.0000 | | 90.0000 | | 0.0 |

- Trois surfaces fictives nécessaires dans Zemax
 - Return to surface : excentrement correctement converti, malgré la **non-prise en compte du RET**
 - Attention aux impacts possibles sur “solves”

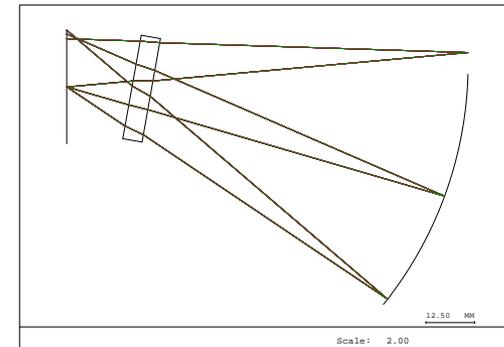
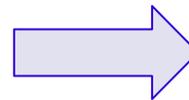
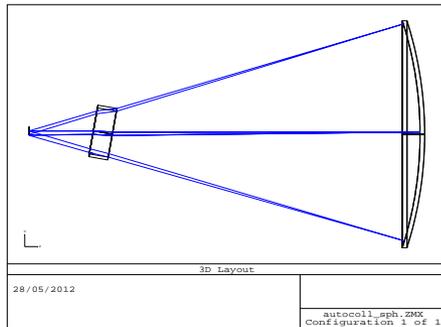
Problème de signe avec pickups d'excentrement

Occurrence

- Pickup d'excentrement mettant en jeu une surface avec Ordre normal et une autre avec Ordre inversé

Correction

- Dans Zemax : passage en coordonnées absolues (attention à l'impact sur les solves paraxiaux !)
- Ou dans Code V : changement du facteur multiplicatif du PIK



| Tilt About X | Tilt About Y | Tilt About Z | Order |
|--------------|--------------|--------------|-------|
| 10.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0 |
| -10.0000 | P | 0.0000 | 1 |

| Surface # | Decenter Type | X Decenter | Y Decenter | Z Decenter | Alpha Tilt |
|-----------|------------------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | Basic | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | -10.0000 |
| 4 | Reverse Decenter | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 10.0000 P |

Surface plane tiltée

■ Type de surface (TILTSURF)

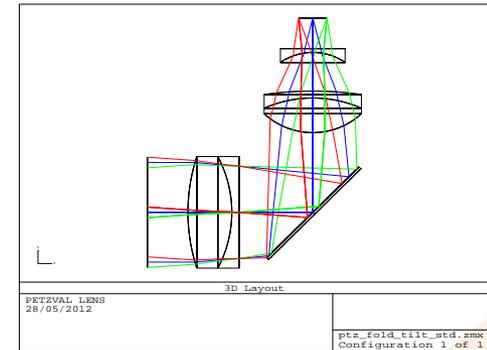
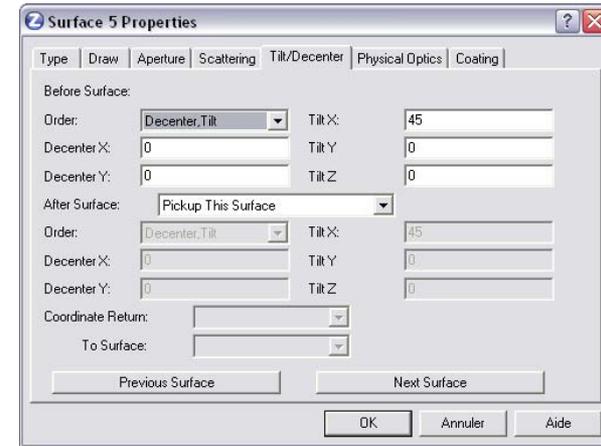
- Le repère de surface n'est pas tilté
- Tilt introduit dans l'équation de la surface $z = x \tan \theta_x + y \tan \theta_y$
- Conséquence : non accessible pour vérification dans la liste des repères de surface de Zemax
- Préconisée pour définir des prismes

■ Conversion

- Surface transformée en decenter-and-return (DAR)
- Signes, angles composés : pris en compte (ADE, BDE)

Tilt de surface

- Tilt de surface (via menu properties)
 - Attribut de surface, et non type de surface (\neq COORDBRK)
 - Mot-clé fichier ZMX : SCBD
 - Utilisable par exemple pour définir un miroir de renvoi
 - Pas supporté par zemaxtocv !
 - Note : le passage en coordonnées absolues ne contourne pas le problème !
- Identification sans / avec ouverture définie (respectivement symboles + #)



| | | | | | | | |
|----|----------|--|-----------|---|----------|--------|--|
| 3* | Standard | | -60.1881 | V | 3.4840 | F4 | |
| * | Standard | | 3972.6186 | V | 36.5094 | | |
| 5+ | Standard | | Infinity | | -40.0000 | MIRROR | |
| 6* | Standard | | -35.2067 | V | -17.3606 | BK7 | |
| 7* | Standard | | 58.8252 | V | -3.4840 | F2 | |

| | | | | | | | | |
|----|----------|--|-----------|---|----------|--------|---------|---|
| 3* | Standard | | -60.1881 | V | 3.4840 | F4 | 28.0000 | U |
| * | Standard | | 3972.6186 | V | 36.5094 | | 28.0000 | U |
| 5# | Standard | | Infinity | | -40.0000 | MIRROR | 35.0000 | U |
| 6* | Standard | | -35.2067 | V | -17.3606 | BK7 | 24.0000 | U |
| 7* | Standard | | 58.8252 | V | -3.4840 | F2 | 24.0000 | U |

Ouvertures

■ Types d'ouverture simples gérés

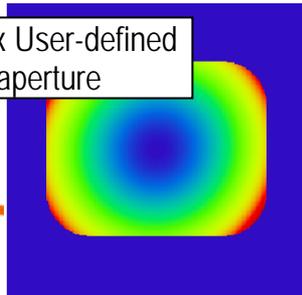
- Formes simples : cercle, ellipse, rectangle (utile + occultation).
- Pas de conversion des marges, pas de spiders
- Le transfert des ouvertures est à vérifier : des occultations peuvent générer un diamètre de même valeur (faisceau occulté à 100%...)

■ Ouverture définie par l'utilisateur

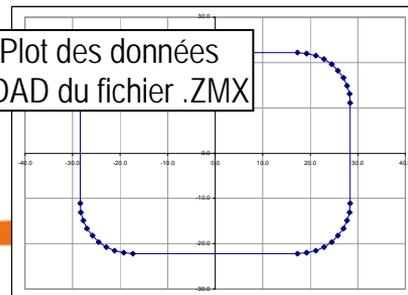
- Utilisation de cv_udi_aperture.dll (ouverture sous forme de fichier .int, contour balayé dans le sens trigo)

Note : dans certains cas les opérateurs booléens de CV peuvent convenir.

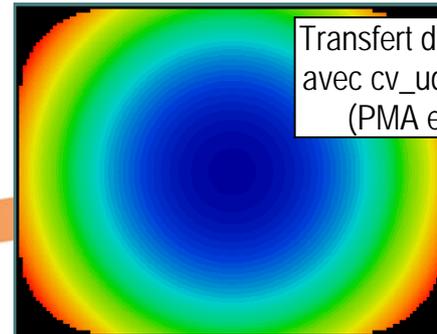
Zemax User-defined aperture



Plot des données UDAD du fichier .ZMX



Transfert dans CodeV avec cv_udi_aperture (PMA et FOO)



Paramètres, Pickups, Solves

- Paramètres variables : transférés
- Pickups
 - Transférés, avec quelques limites (cf excentrements)
 - Ouvertures : non implémenté dans Code V
- Solves supportés
 - Solves sur courbures, épaisseurs de CV
 - Sur rayons : paraxial uniquement
 - Position image paraxiale : bien traduit en PIM

Diagnostic de conversion (1)

- Examen de la sortie texte de zemaxtocv
 - Généralement beaucoup de warnings, mais il peut y avoir des informations importantes !
- Coordonnées absolues des repères de surfaces optiquement actives
 - Permet de voir si la chaîne de repères est correctement convertie
 - En coordonnées absolues
 - Zemax : Prescription data (ctrl-H)
 - GLOBAL VERTEX COORDINATES, ORIENTATIONS, AND ROTATION/OFFSET MATRICES*
 - Surface de référence : choix par clic droit sur la surface
 - Code V : définir la surface globale (GLO) + commande GSC

Diagnostic de conversion (2)

■ Tracé de rayon

- Examen des coordonnées des intersections avec les surface optiquement actives
- Permet de voir si tous les types de surfaces sont bien convertis
- Si problème dans un verre, vérification des indices utilisés dans Zemax (Prescription Data) et Code V (IND)

■ Qualité image

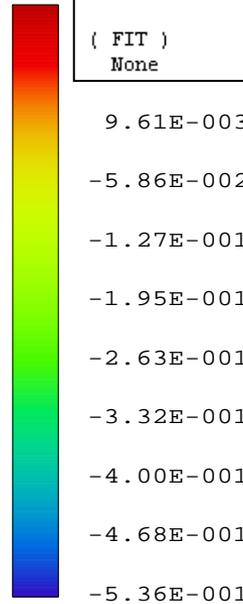
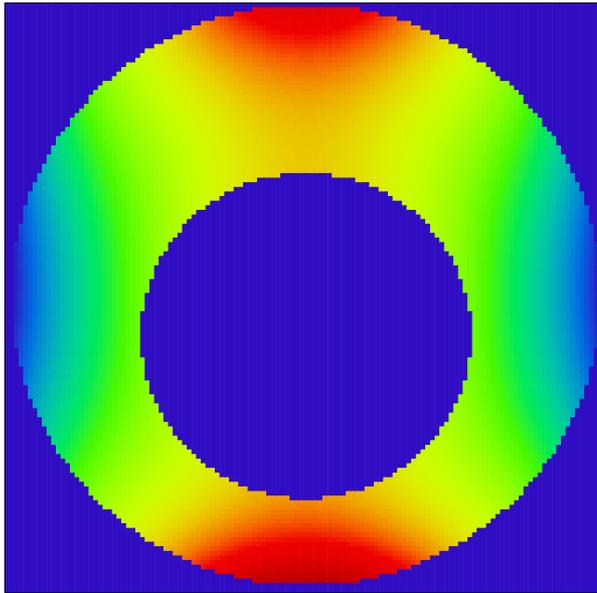
- Critère commun, paramètres voisins

Diagnostic : comparaison de WFE

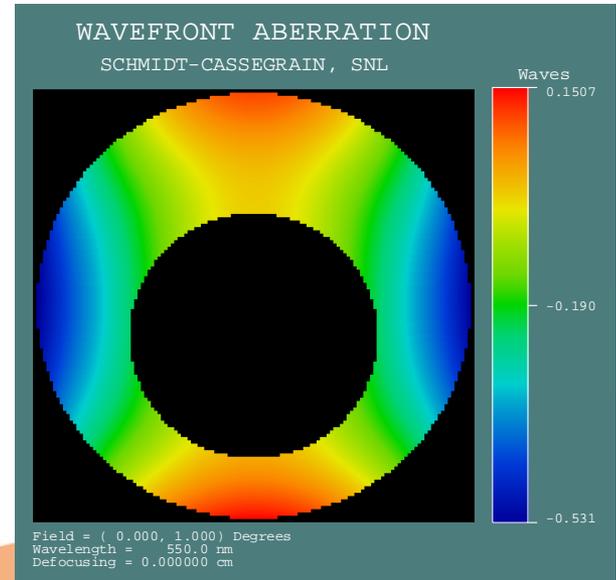
Zemax
Sans correction
de tilt



Code V
Sortie de PMA



FIELD(X,Y): (0.00, 1.00)Deg. Wavelength: 550.0 nm.
RMS Wave aberration (waves) Shift of nominal image point (cm)
(FIT) X Y Focus
None 0.165 (P-V = 0.682)



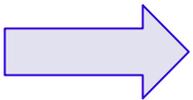
Wavefront Function

SCHMIDT-CASSEGRAIN, SNL
29/05/2012
0.5500 μm at 1.0000 (deg)
Peak to valley = 0.6823 waves, RMS = 0.1647 waves.
Surface: Image
Exit Pupil Diameter: 5.1643E+002 Centimeters

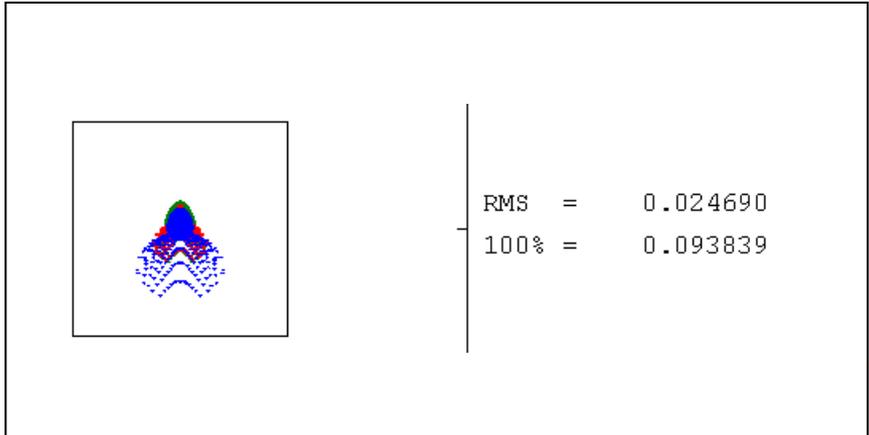
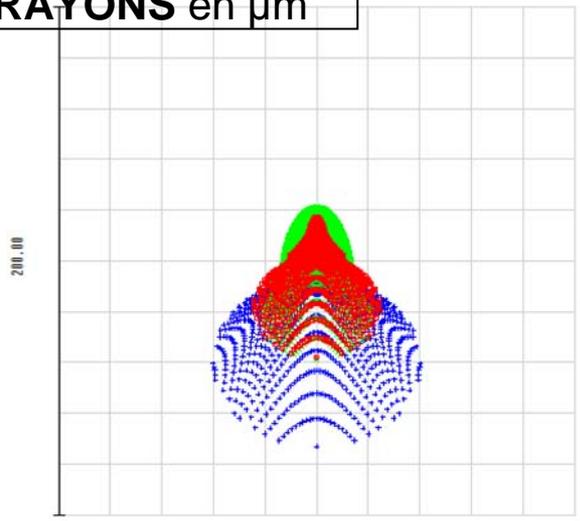
Schmidt-Cassegrain.zmx
Configuration 1 of 1

Diagnostic : Comparaison de spot-diagrams

Zemax
Reference = centroid
 pour RMS
 = **middle** pour 100%
 NB: **RAYONS** en μm



Code V
 Diamètres en lens units



Surface: IMA IMA: 6.987 mm
 Spot Diagram
 PETZVAL LENS
 29/05/2012 Units are μm .
 Field : 2
 RMS radius : 12.364
 GEO radius : 73.061
 Scale bar : 200
 Reference : Centroid

Spot Diagram
 PETZVAL LENS
 30/05/2012 Units are μm .
 Field : 2
 RMS radius : 28.781
 GEO radius : 47.067
 Scale bar : 200
 Reference : Middle

This document and its content is the property of Astrium [Ltd/SAS/ GmbH] and is strictly confidential. It shall not be communicated to any third party without the written consent of Astrium [Ltd/SAS/ GmbH].

Conclusion

- **Identification de certains problèmes**
 - Liés au fonctionnement intrinsèque des logiciels
 - Améliorations possibles sur la macro de conversion

- **... à quand un format d'échange standard ?**
 - Couvrant les fonctionnalités de base des combinaisons optiques