

Notions de CSO

Outils Numériques / Semestre 5
/ Institut d'Optique / B0_3

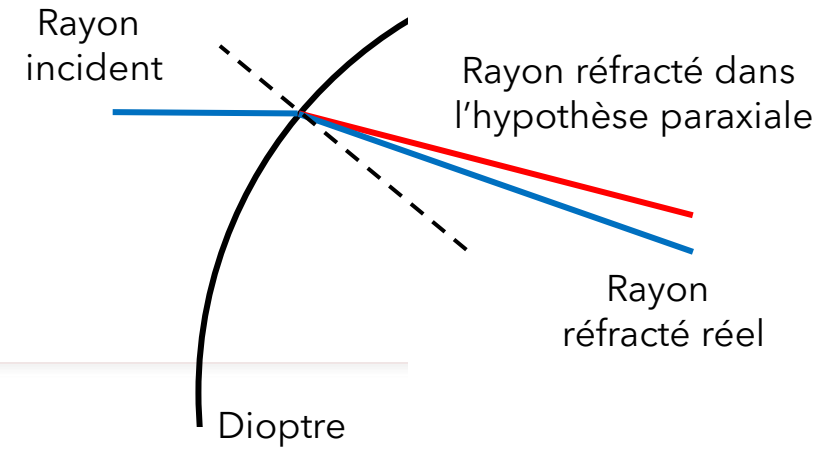
De l'optique paraxiale à la conception optique

- Hypothèse des petits angles : $\sin(i) \sim i$
- L'image d'un point est un point : tous les rayons issus d'un point objet A se croisent au point image A'
- En pratique, il faut aller plus loin pour concevoir des systèmes optiques performants

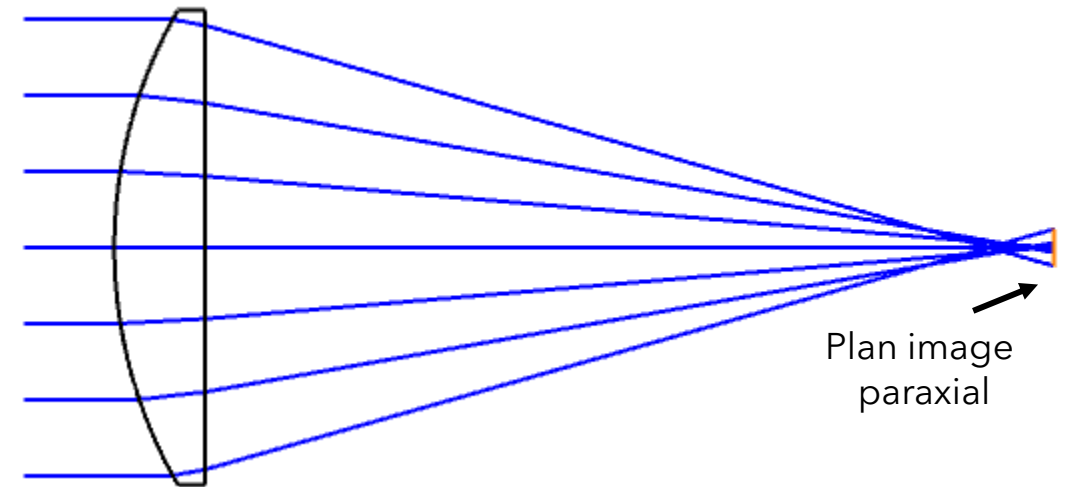
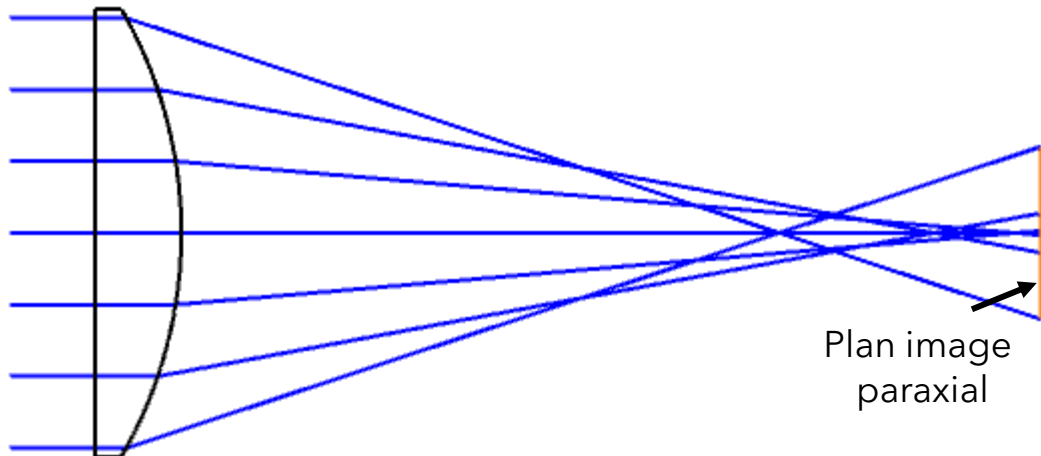
⇒ Etude des aberrations géométriques

⇒ Tracé de rayons « réels » : les rayons ne se croisent pas exactement au point image : quantification des aberrations

L'aberration sphérique

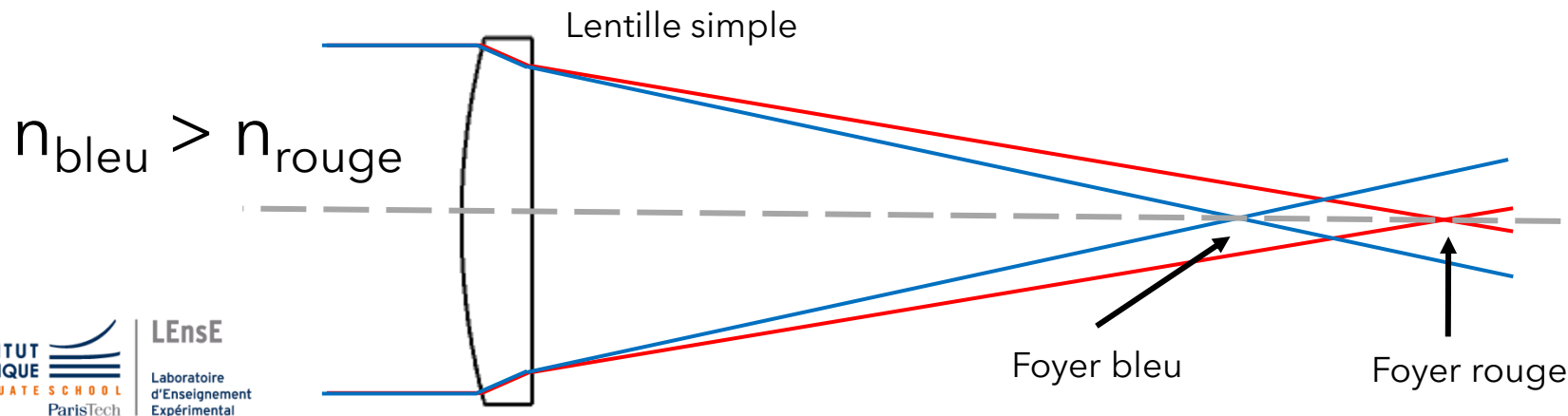


- Rayons en bord de lentille ou de miroir trop déviés : pour $f' > 0$ ils se croisent avant les rayons paraxiaux
- Pour une lentille plan-convexe en infini-foyer, l'aberration sphérique est 4 fois plus faible dans le « bon sens » (face courbe vers l'infini)

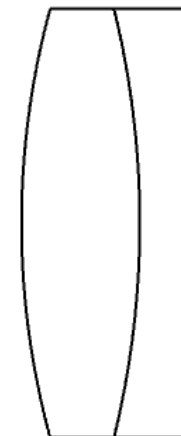


Aberration chromatique longitudinale

- La focale d'une lentille simple est plus courte dans le bleu que dans le rouge à cause de la variation d'indice optique. On parle d'aberration chromatique.
- Cette aberration peut être corrigée en combinant deux lentilles avec des verres différents pour former un doublet achromatique.



Doublet achromatique



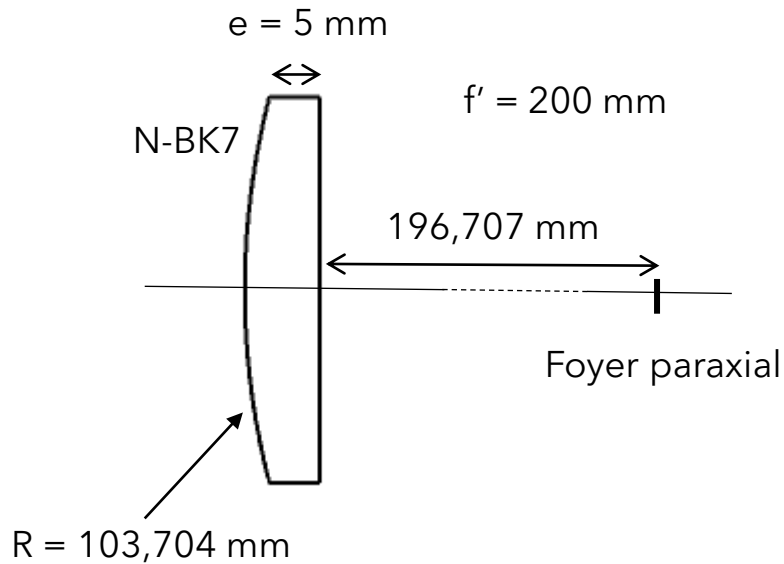
Exemples de systèmes optiques et de résultats

- La lentille simple pour un point objet sur l'axe en monochromatique
- Le doublet pour un point objet sur l'axe en monochromatique
- Le chromatisme d'une lentille simple
- Correction du chromatisme avec un doublet
- Le miroir sphérique

La lentille simple de 200 mm de focale

Diamètre de la lentille : 25 mm

$\lambda = 550 \text{ nm}$



Type	Rayon de courbure (mm)	Epaisseur (mm)	Matériau
Objet	--	Infinie	AIR
Dioptré	103,704	5,00	N-BK7
Dioptré	Plan	196,707	AIR
Foyer Paraxial	--	--	--

N-BK7

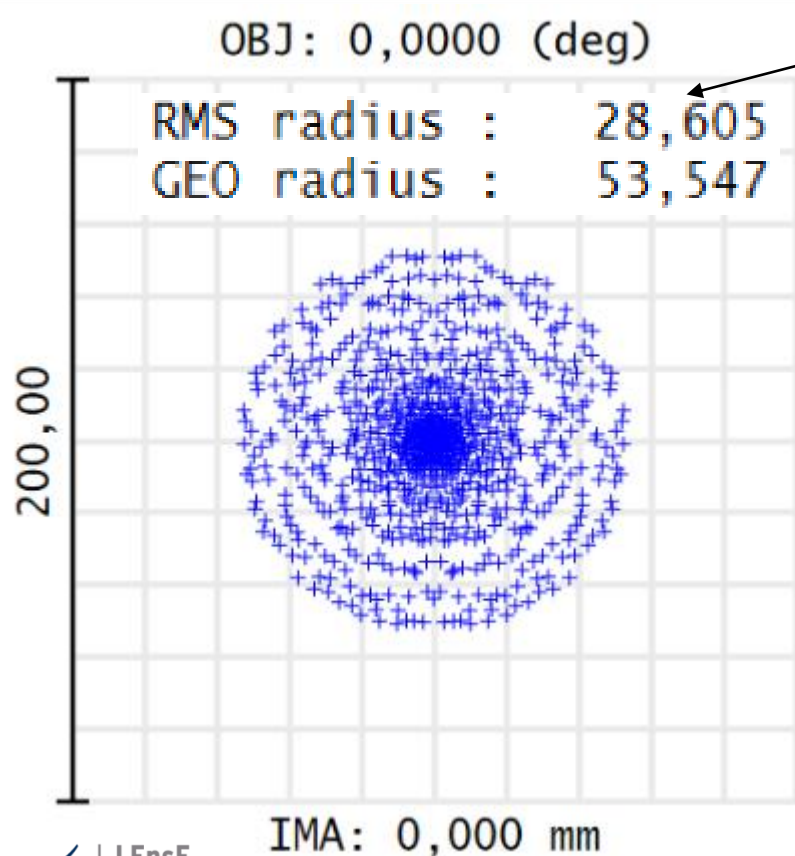
(λ en μm)

$$n^2 - 1 = \frac{1.03961212\lambda^2}{\lambda^2 - 0.00600069867} + \frac{0.231792344\lambda^2}{\lambda^2 - 0.0200179144} + \frac{1.01046945\lambda^2}{\lambda^2 - 103.560653}$$

La lentille simple de 200 mm de focale

Diamètre de la lentille : 25 mm

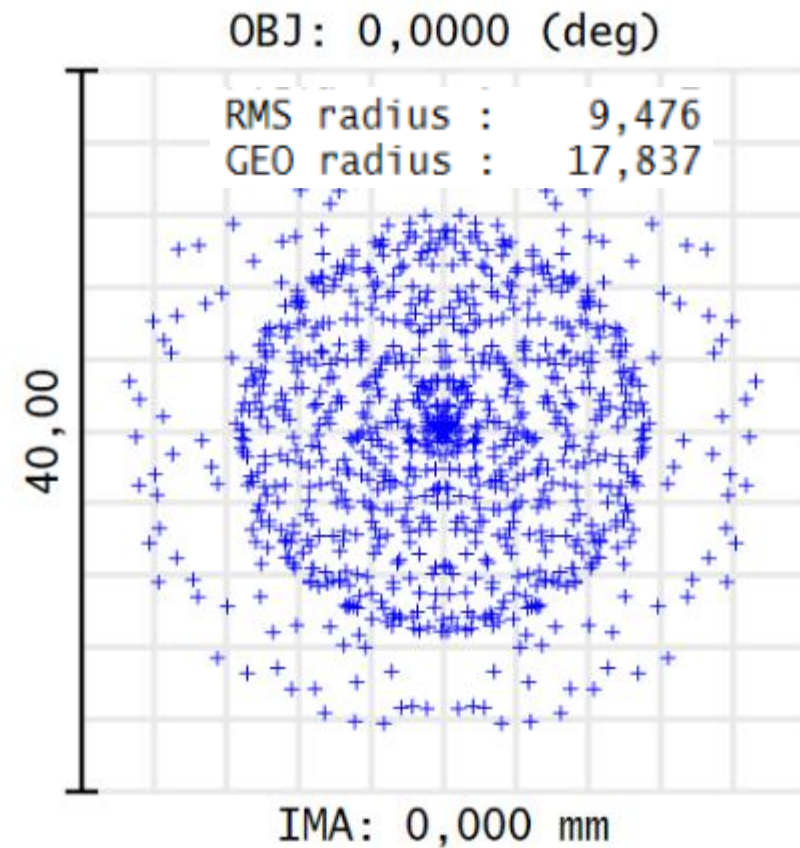
Pour une mise au point optimisée



Tailles de tache en μ m

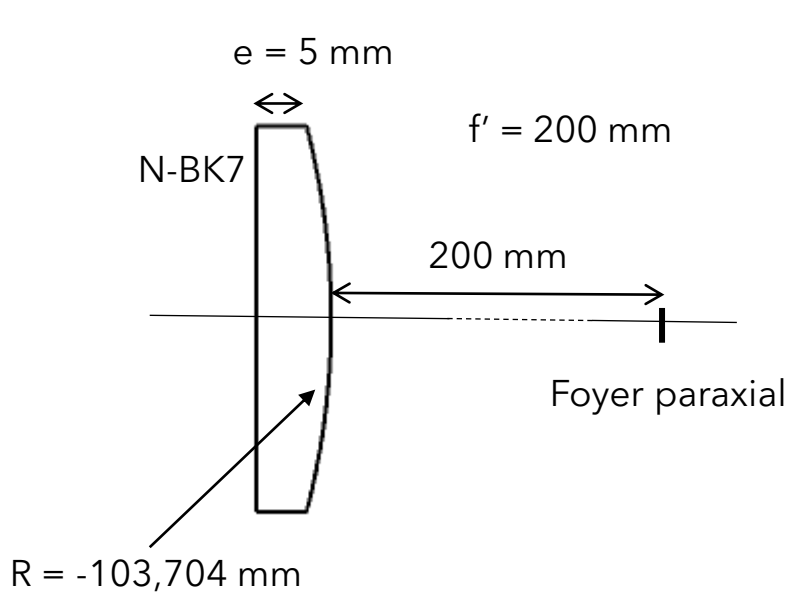
!

Changement d'échelle



Z = - 0,568 mm *

La lentille simple, mauvais sens



$\lambda = 550 \text{ nm}$

Type	Rayon de courbure (mm)	Epaisseur (mm)	Matériau
Objet	--	Infinie	AIR
Dioptré	Plan	5,00	N-BK7
Dioptré	-103,704	200	AIR
Foyer Paraxial	--	--	--

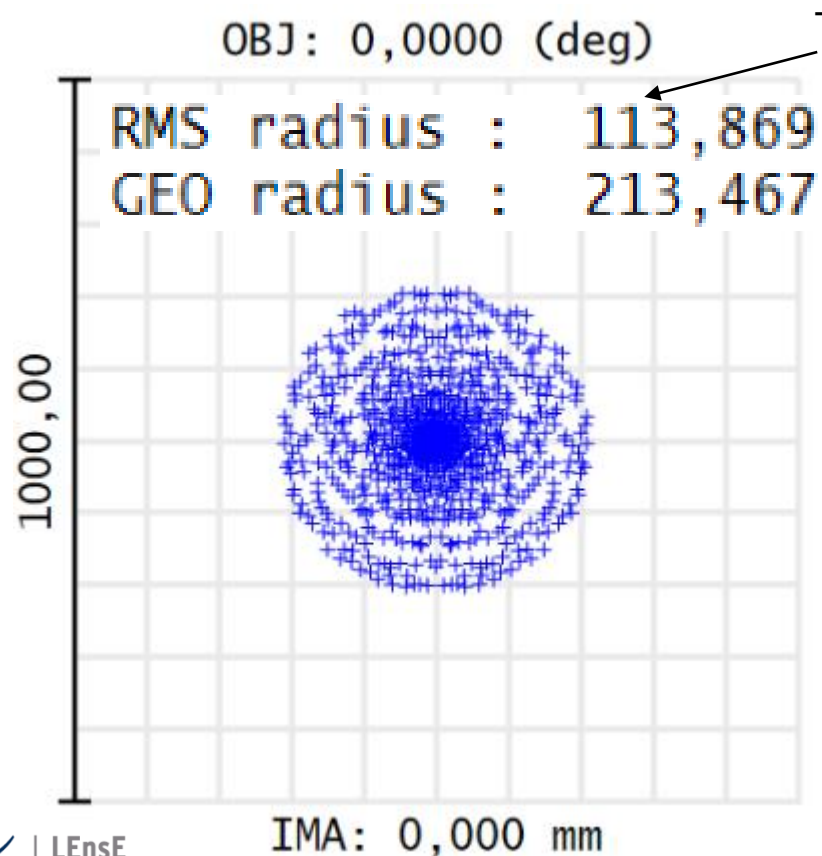
N-BK7

(λ en μm)

$$n^2 - 1 = \frac{1.03961212\lambda^2}{\lambda^2 - 0.00600069867} + \frac{0.231792344\lambda^2}{\lambda^2 - 0.0200179144} + \frac{1.01046945\lambda^2}{\lambda^2 - 103.560653}$$

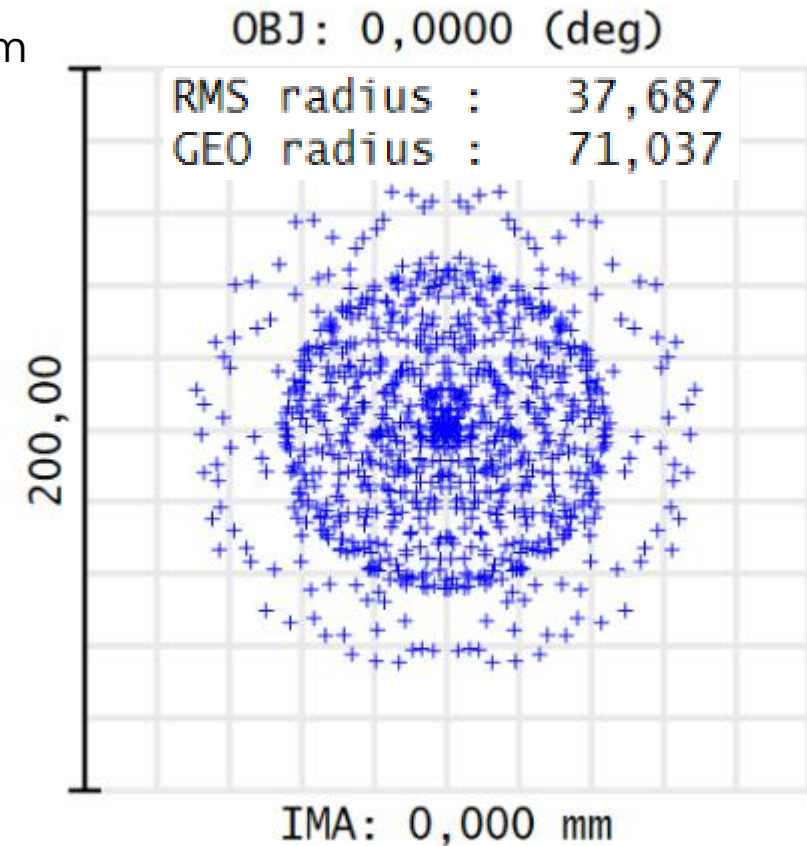
La lentille simple, mauvais sens

Pour une mise au point optimisée



!

Changement d'échelle

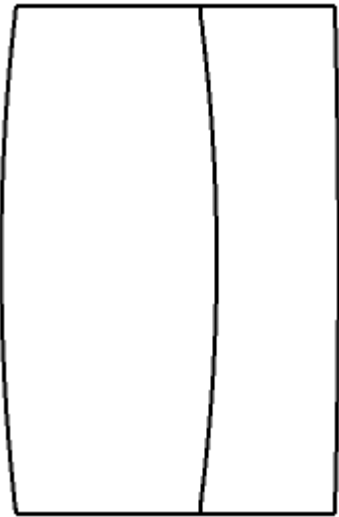


Z = - 2,249 mm *

Le doublet de 200 mm de focale

Diamètre : 25 mm

$\lambda = 550 \text{ nm}$



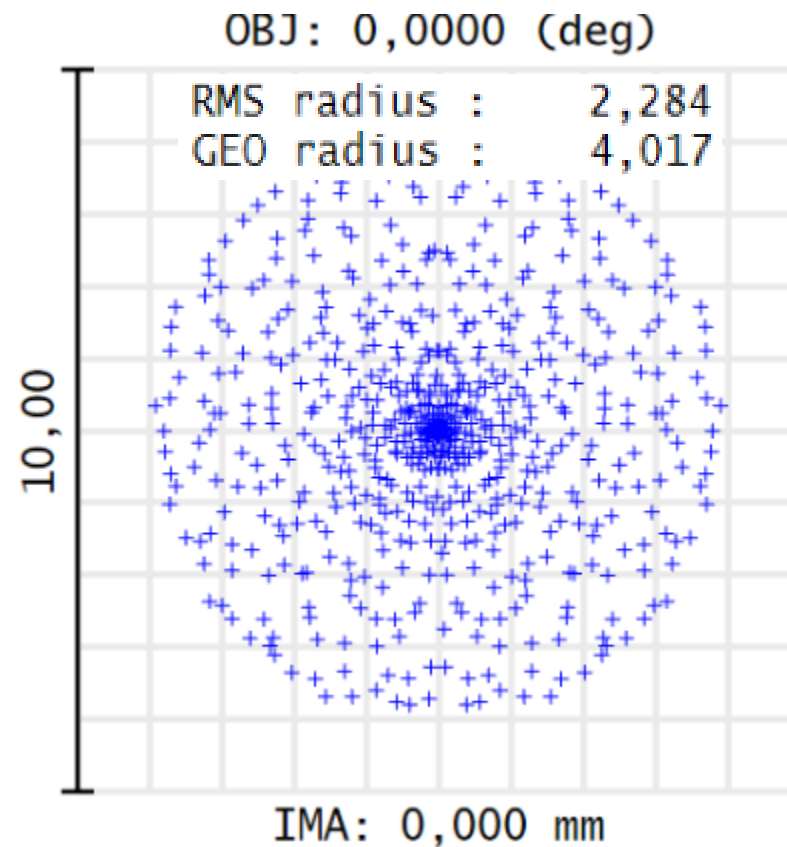
Type	Rayon de courbure (mm)	Epaisseur (mm)	Matériau
Objet	--	Infinie	AIR
Dioptre	106,233	10,603	N-BK7
Dioptre	-92,129	6,002	N-SF2
Dioptre	-409,529	190,601	
Foyer Paraxial	--	--	--

N-SF2

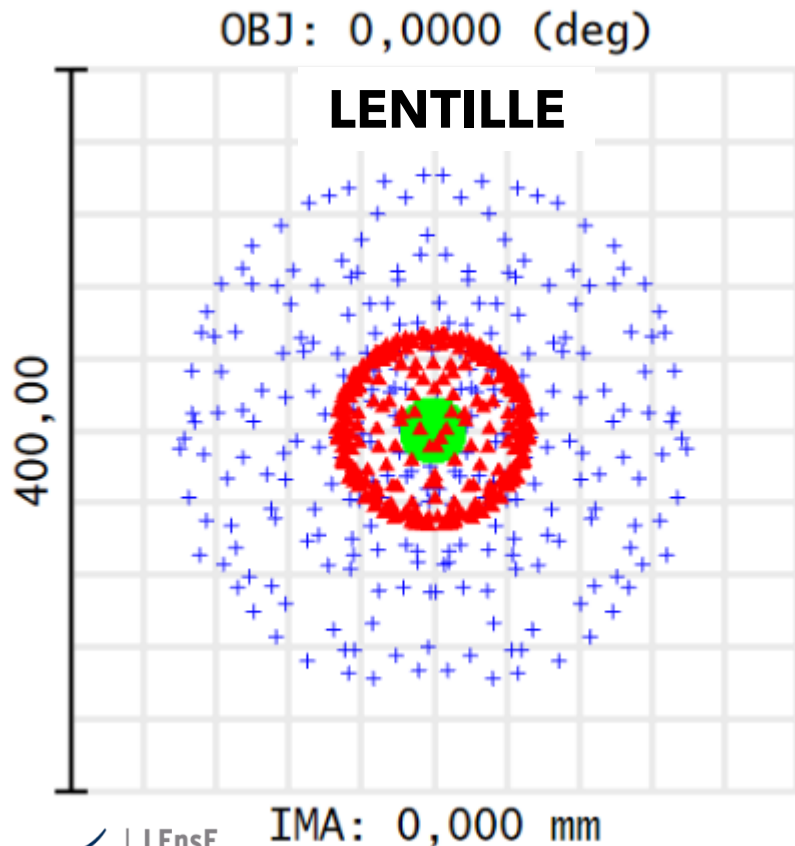
(λ en μm)

$$n^2 - 1 = \frac{1.47343127\lambda^2}{\lambda^2 - 0.0109019098} + \frac{0.163681849\lambda^2}{\lambda^2 - 0.0585683687} + \frac{1.36920899\lambda^2}{\lambda^2 - 127.404933}$$

Doublet de 200 mm de focale Diamètre : 25 mm



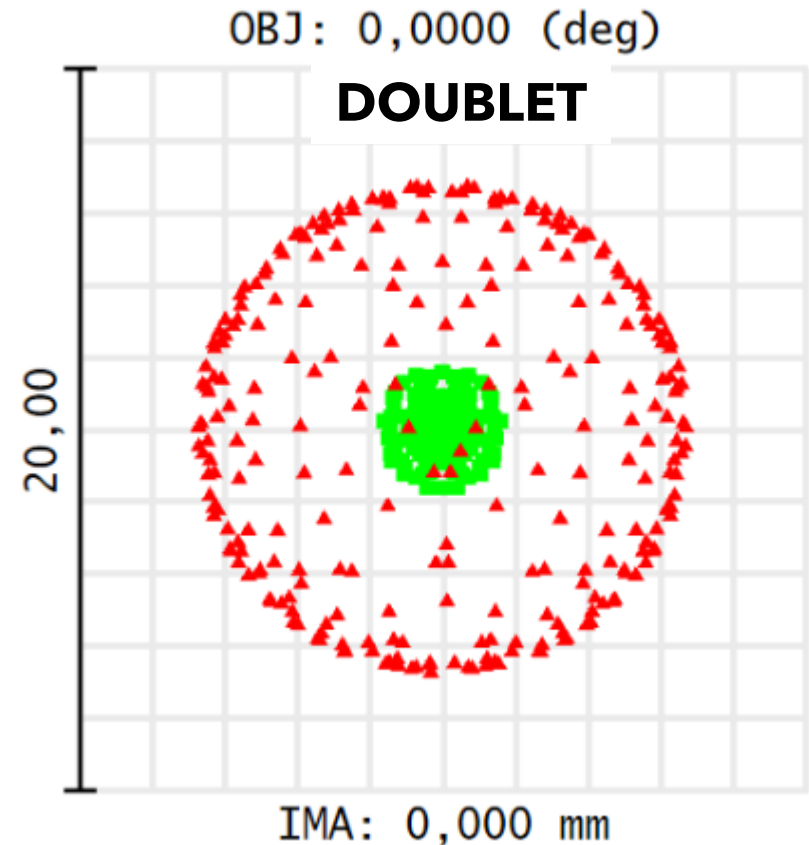
Chromatisme : lentille vs doublet



+ 0,486133
■ 0,587562
▲ 0,656273



Changement
d'échelle
(/20)

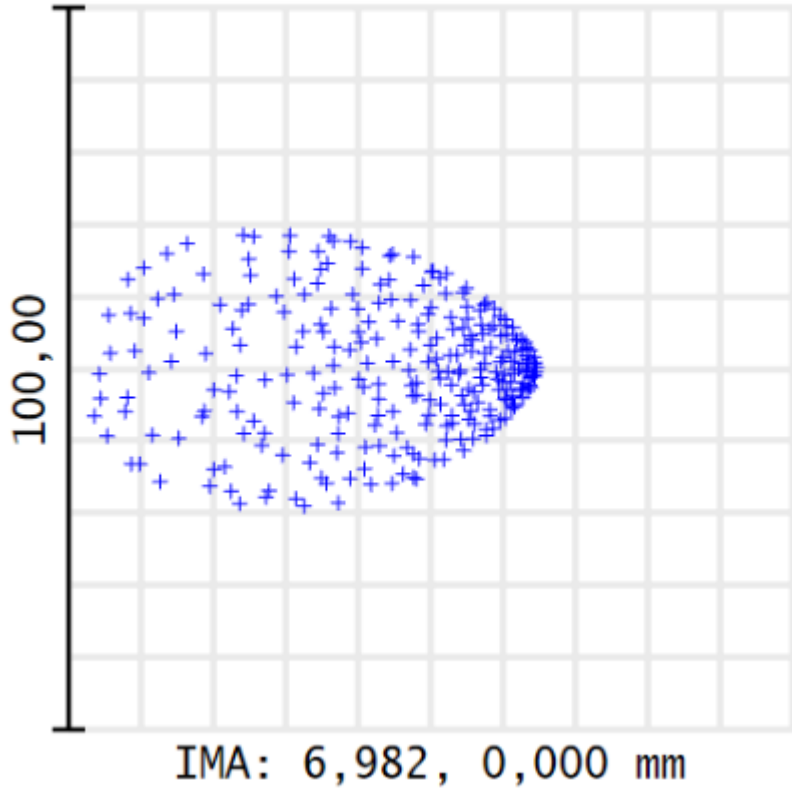


Mise au point au foyer paraxial à 550 nm.
Lentille dans le bon sens et doublet donnés précédemment

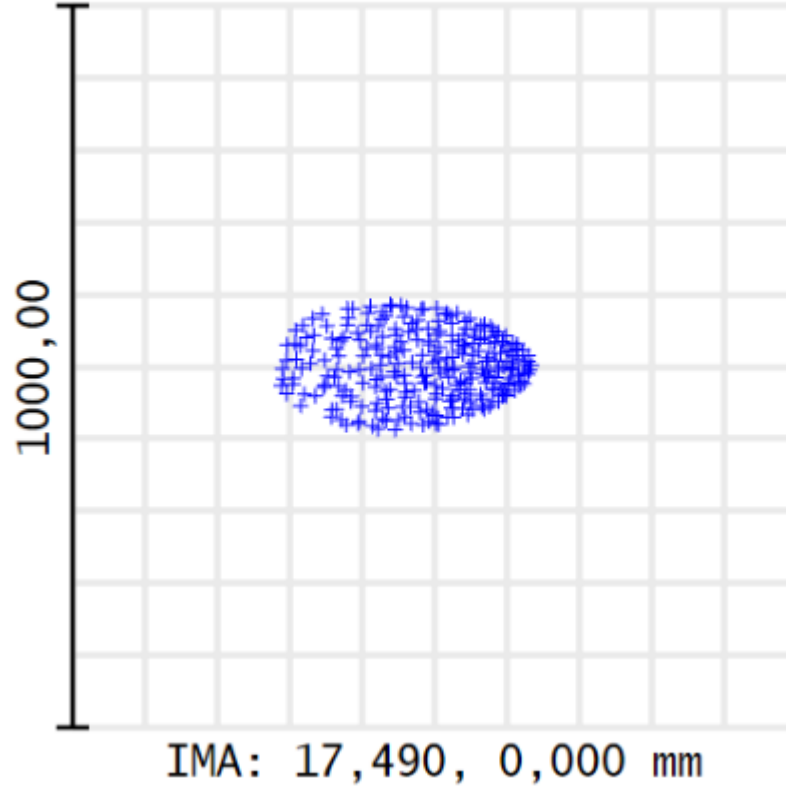
Doublet hors axe à 550 nm

Angles de champ objet

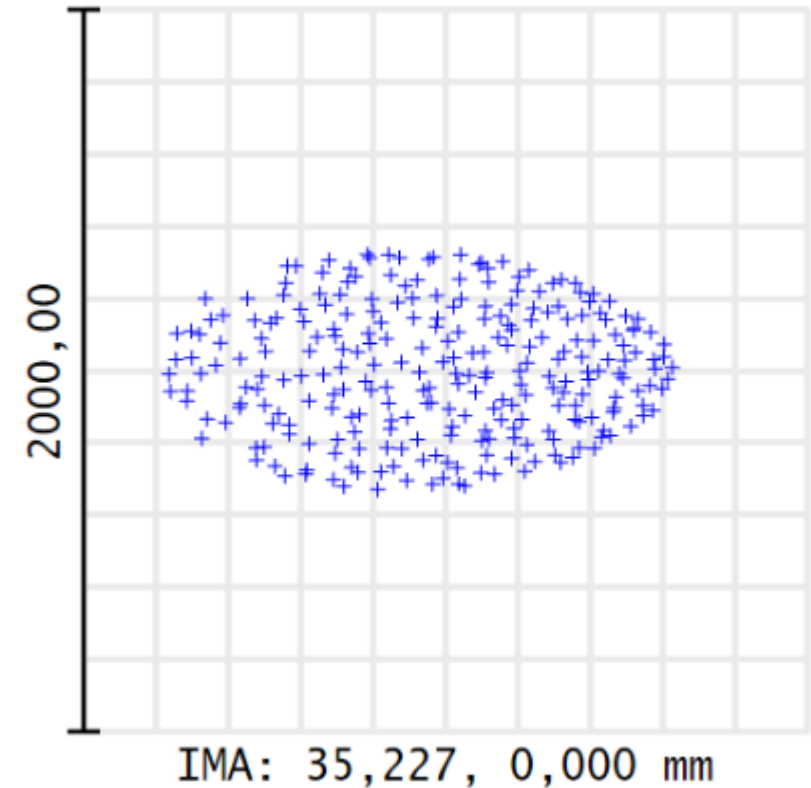
OBJ: 2,00, 0,00 (deg)



OBJ: 5,00, 0,00 (deg)



OBJ: 10,00, 0,00 (deg)



Mise au point au foyer paraxial.
Attention aux changements d'échelles !