

Déphaseurs en polymères à cristaux liquides pour la coronographie

Piron Pierre

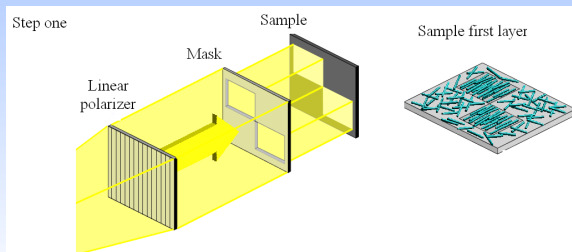
22 Mai 2012



- ▶ But de la thèse
 - ▶ Développement de déphaseurs en polymères à cristaux liquides (LCP)
- ▶ Polymères à cristaux liquides
 - ▶ Cristaux liquides connectés à des chaînes de polymères
 - ⇒ possèdent des propriétés de biréfringence
 - ⇒ sont localement orientables
 - ⇒ retardateurs space-variant
- ▶ Nouvelle méthode d'exposition
 - ▶ Holographie de polarisation
 - ⇒ enregistrement sans interaction mécanique



















► Processus de réalisation en 2 étapes

1. couche d'alignement contenant des polymères photo-sensibles exposée à un laser UV linéairement polarisé
⇒ les polymères s'orientent selon la polarisation incidente
2. couche contenant les cristaux liquides
cristaux liquides s'orientent selon les polymères de la couche 1
⇒ définition de l'orientation de l'axe optique (ao)
couche exposée à une source UV pour fixer les CL
⇒ orientation stable et définitive de l'axe optique (ao)



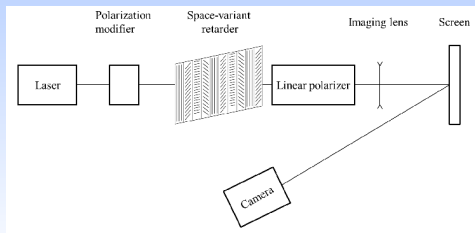
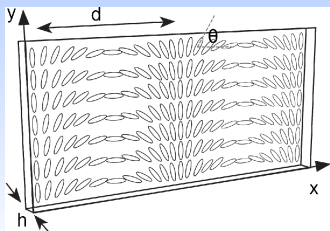
► Superposition de faisceaux différemment polarisés

- faisceaux originaires de la même source
 - ⇒ respectent les conditions d'interférence
- faisceaux différemment polarisés
 - ⇒ interférence de polarisation
 - ⇒ variation d'intensité (pas dans tous les cas)
 - ⇒ faisceau non uniformément polarisé

incident beams	$\delta=0$	$\delta=\frac{\pi}{2}$	$\delta=\pi$	$\delta=\frac{3\pi}{2}$	$\delta=2\pi$
					
					
					

► Analyseur de polarisation

- enregistrement : superposition de deux polarisation circulaires de sens opposés \odot et \ominus
- lame biréfringente de déphasage constant
variation continue et périodique de l'orientation de l'ao
- but : mesure des paramètres de Stokes
variation de l'orientation de l'ao dans la direction x
 \Rightarrow faisceau transmis n'est plus uniformément polarisé
analyseur + polariseur linéaire \Rightarrow variation de l'intensité
(variation fonction des paramètres de Stokes)



▸ Simulations numériques

- calcul de l'intensité transmise
- ajustement de la courbe d'intensité par l'équation

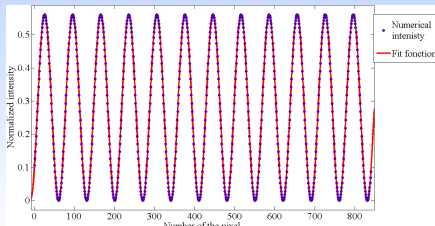
$$I = \frac{S_0}{2} - \frac{S_1}{2} \cos\left(\frac{\phi}{2}\right)^2 - \frac{S_1}{2} \cos(4\theta) - \frac{S_2}{2} \sin\left(\frac{\phi}{2}\right)^2 \sin(4\theta) + \frac{S_3}{2} \sin(\phi) \sin(2\theta)$$

avec θ orientation locale de l'ao $\theta = \frac{\pi(x+c)}{d}$

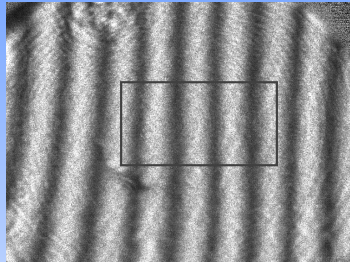
ϕ déphasage causé par la lame

S_i paramètres de Stokes

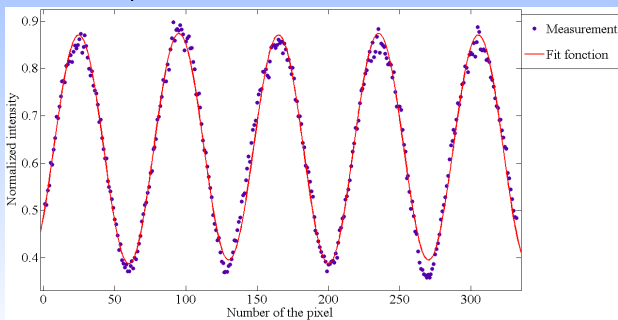
- erreur sur les paramètres obtenus numériquement < 1%



- ▶ Traitement numérique
 - ▶ zones quasi verticales
⇒ rotation de l'image
∠ ← transformée
de Hough
 - ▶ calcul de la moyenne des
lignes dans le rectangle



- ▶ Processus de calibration = mesure de faisceaux incidents de polarisation connue (\updownarrow , \leftrightarrow , \nearrow , \searrow)
 - ⇒ période d
 - ⇒ déphasage causé par la lame ϕ
 - ⇒ orientation de l'ao du premier pixel c
- ▶ Mesure = ajustement de la ligne moyenne par l'équation 1
 - ⇒ valeur des paramètres de Stokes

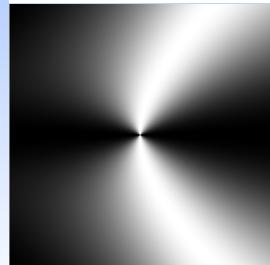
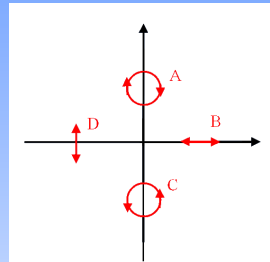
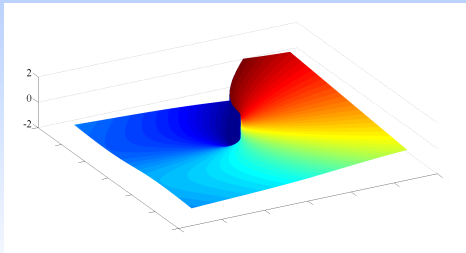


- ▶ Resultats pour différents faisceaux polarisés
avec un degré de polarisation = 1
(orientation de 22.5° , 67.5° , 112.5° , 157.5°)
⇒ erreur sur les paramètres de Stokes expérimentaux $\approx 10\%$
⇒ méthode pas très précise
⇒ améliorations possibles
 - ▶ processus de calcul plus complexe
⇔ ajout d'équations dans le processus
 $S_0 > 0, S_0^2 \geq S_1^2 + S_2^2 + S_3^2, \dots$
 - ▶ meilleur système imageant
⇔ réduction des aberrations
 - ▶ changement mineur dans le processus de réalisation
⇔ modification de la période du retardateur

▸ Système d'enregistrement

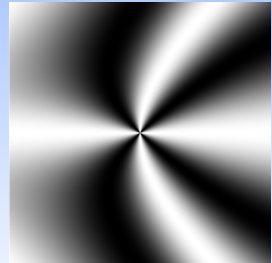
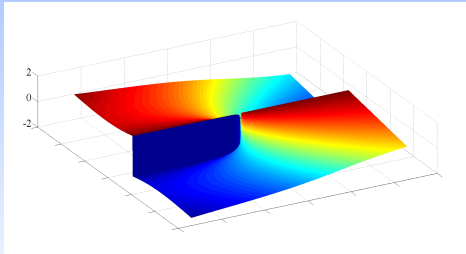
4 faisceaux différemment polarisés

- A Circulaire gauche
- B Horizontal
- C Circulaire droit
- D Vertical



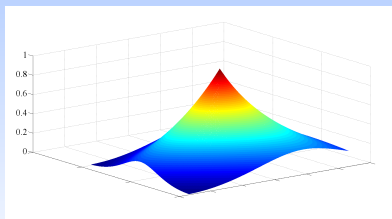
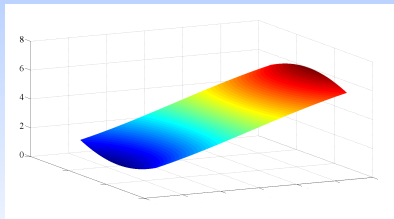
► Angle de rotation

- rotation 2 fois trop lente $\theta \in \left[-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right]$
 - ⇒ réalisation d'une lame demi-onde pour l'UV avec ce θ
 - ⇒ création d'un faisceau polarisé radialement localement
 - ⇒ simulations numériques pour prédire les performances



► Intensité enregistrée

- Intensité enregistrée suffisante partout
 - dans la région $\frac{I_{small}}{I_{large}} > 0.75 \approx 150\mu m$ autour du centre
(sur un échantillon de $6700\mu m$ de large)
- ⇒ réalisation de plusieurs prototypes
avec \neq ellipticités à l'enregistrement
⇒ détermination du seuil de directionnalité



▸ Conclusions

- Analyseur de polarisation
numériquement l'erreur est $< 1\%$
pratiquement l'erreur est $\approx 10\%$
⇒ améliorations à effectuer (équations, optiques, période,...)
- Masque de phase pour la coronographie
superposition de 4 faisceaux
enregistrement en 2 étapes (lame intermédiaire)
faisceau assez intense partout mais circulaire au centre
⇒ tests pratiques avec \neq ellipticités d'enregistrement
polarisation près du centre mais déviation quand on s'éloigne
⇒ tests numériques pour obtenir les performances
⇒ réalisation d'un prototype

▶ Questions

► Realization

- layer 1 exposed to the overlap of 2 circularly polarized beams of opposite handedness : $\odot + \ominus$
⇒ beam with a constant intensity
and non-uniform polarization : serie of linear polarizations
⇒ continuous variation of the optical axes orientation

