D.E.A. Sciences de l'Univers

Instrumentation en astrophysique, domaine optique

Examen du Lundi 17 décembre 2002 à 14 h

Détecteur et Information

Vous faites l'image d'un objet céleste avec un télescope ayant une ouverture circulaire de 8 m de diamètre. La longueur d'onde utilisée est $\lambda = 2,2 \mu m$.

- 1. Quelle est la résolution angulaire s'il n'y a pas d'aberrations?
- 2. En fait, il y a de la turbulence avec un rayon de cohérence $r_0 = 1$ m. Quelle est alors la résolution angulaire ?
- 3. La mise en route d'une optique adaptative rétablit la résolution théorique. On suppose que la turbulence est localisée dans une couche d'air, 5 km en amont du télescope sur le trajet de la lumière. Quel est le rayon angulaire du champ d'isoplanétisme ?
- 4. On met au foyer du télescope une caméra ccd. Par un montage optique on adapte son champ au champ d'isoplanétisme. Quel est alors le rapport champ / résolution ?
- 5. La caméra ccd a 2048*2048 pixels. Les pixels font 15 µm de côté. Pour ajuster le champ de la caméra au champ d'isoplanétisme, quelle focale doit avoir le télescope doté du montage optique ?
- 6. La caméra ccd a un bruit de lecture de 10 électrons par pixel, et chaque pixel peut intégrer jusqu'à 32 000 électrons. Quelle est la dynamique d'un pixel ?
- 7. Quelle est la quantité d'information apportée par l'acquisition d'une image sur ce télescope avec cette caméra ?

© L. Koechlin

Corrigé

1.
$$\rho = 1.22 \lambda / D$$

1.
$$\rho = 1.22 \ \lambda \ / \ D$$
 A.N. $\rho = 1.22 \ ^* 2.2 \ 10^{-6} \ / \ 8 = 3.35 \ 10^{-7} \ radians = 69 \ mas$

2.
$$\rho_{ab} = 1.7 \ \lambda / r_{c}$$

2.
$$\rho_{ab}$$
 = 1,7 λ / r_o $\underline{A.N.}$ ρ_{ab} = 3,74 10^{-6} radians = 771 mas

3.
$$\theta = r_0 / h$$

3.
$$\theta = r_0 / h$$
 A.N. $\theta = 1/5000 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ radians} = 41 " d'arc$

4.
$$R = \theta/\rho$$

A.N.
$$R = 2 \cdot 10^{-4} / 3.35 \cdot 10^{-7} = 597$$

5.
$$f = (0.5^{\circ}2048^{\circ} \text{ tp})$$

5.
$$f = (0.5*2048 * tpix) / \theta$$
 A.N. $f = 1024 * 15 \cdot 10^{-6} / 2 \cdot 10^{-4} = 76.8 \text{ m}$

6.
$$d = N_{max} / bruit$$
 A.N. $d = 3200$

A.N.
$$d = 3200$$

7.
$$H = Nb_{resels} lb(d) = R^2 lb(d)$$

7.
$$H = Nb_{resels} lb(d) = R^2 lb(d)$$
 A.N. $H = 597^2 lb(3200) = 4.1 10^6 bits$