

**ASTROPHYSIQUE INSTRUMENTALE
CORRECTION 2007-08**

Partie I-

1- Si on s'intéresse à la résolution angulaire, il est inutile d'ajouter des images ayant une FWHM trop épaisse, on obtient un meilleur S/N mais sur des images qui ne contiennent pas l'info recherchée. Il vaut parfois mieux avoir un moins bon S/N mais sur l'information recherchée. Sur la figure 2, on voit que l'on gagne en résolution (les sources visibles sont plus piquées, certaines sources sont dédoublées) mais aussi en sensibilité car on détecte des objets qui restaient noyés dans le bruit car leur flux était étalé sur trop de pixels.

2- Si on ne trie aucune image, on voit sur la figure 1 qu'on atteint une intensité de l'ordre de 0.3 (pour 100% des images).

3- Si on trie 50% des images, on travaille avec N/2 images. le rapport S/N est alors diminué d'un facteur $\sqrt{2}$. Mais comme on atteint une intensité de 0.5, le gain final vaut : $0.5/(0.3 \times \sqrt{2}) = 1.18$: on gagne 18% de SNR et on améliore déjà la qualité d'image.

Si on trie 10% des images, le gain vaut : $0.7/(0.3 \times \sqrt{10}) = 0.74$: on perd 25% de SNR, mais on améliore la FWHM globale.

Si on trie 1% des images, on améliore encore la FWHM et le gain est de : $1/3 = 0.33$: on perd les 2/3 du SNR mais la qualité d'image est encore améliorée.

4- On voit que de toute façon on a toujours intérêt à trier au moins la moitié des meilleures images. Ensuite, si on trie plus, on améliorera la FWHM, ce qui peut représenter un intérêt important ; par ailleurs, on perdra un peu de SNR sur les sources brillantes (qui auraient été visibles de toute façon) mais on peut faire apparaître des sources faibles qui étaient invisibles avec une mauvaise FWHM.

Partie II-

0- Le rougissement provient de l'absorption différentielle du rayonnement par le milieu interstellaire : les courtes longueurs d'ondes ("bleu") sont plus absorbées que les grandes longueurs d'onde ("rouge") : une source au spectre blanc apparaîtra rouge. Les spectres stellaires ne sont pas blancs mais leur forme(λ) est modifiée par cette absorption différentielle.

1- le coefficient d'absorption α est proportionnel à la section efficace des particules absorbantes. D'après la figure 3, on voit qu'il est donc 10 fois plus important dans la bande V que dans la bande K.

2- La forte absorption en bande V par rapport à la bande K donne une indication sur la taille des grains absorbants. les grains interstellaires sont plus souvent de taille sub-micronique.

3- Après absorption sur une distance d , l'intensité I_o devient $I_o \exp(-\alpha d)$. On obtient alors :

$$\begin{aligned}
 A_V &= -2.5 \log e^{-\alpha_V d} \\
 A_K &= -2.5 \log e^{-\alpha_K d} \\
 &= -2.5 \log e^{-\alpha_V d/10} \\
 &= \frac{-2.5}{10} \log e^{-\alpha_V d} \\
 &= A_V/10
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

4- $A_V = 5$; $A_J = 0.28 \times 5 = 1.4$; $A_H = 0.17 \times 5 = 0.85$; $A_K = 0.11 \times 5 = 0.55$. Les indices de couleurs sont $J - H = A_J - A_H = 0.55$; $H - K = A_H - A_K = 0.3$.

5- Pour $A_V=10$, les indices ci-dessus sont doubles. On trace alors le vecteur sur la figure depuis le point K7 (0.15, 0.7) jusqu'au point de coordonnées $0.15+0.6 = 0.75$; $0.7 + 1.1 = 1.8$. Rapporté en cm sur la figure, cela donne 5.3 cm pour $A_V = 10$.

6- L'étoile rouge M provient d'un point situé sur la séquence principale obtenu en parcourant le vecteur de rougissement en sens inverse. Avec une pente 1.1/0.6, le vecteur de rougissement intersecte la séquence principale en 2 points : entre K7 et M4 (solution 1), et entre A0 et K7 (solution 2). Il y a deux solutions pour 2 A_V différents : $6\text{cm} \rightarrow A_{V1} = 11.3$ et $7.1\text{ cm} \rightarrow A_{V2} = 13.4$.

7- Les indices de couleur sont indépendants de la distance à la source (l'atténuation due à la distance est appliquée de la même façon sur les deux magnitudes). Si la poussière cause de l'absorption est régulièrement distribuée sur la ligne de visée, il est cohérent de supposer que la source la plus absorbée est située plus loin.

8- Sur un diagramme CMD, la distance intervient sur la magnitude observee (module de distance $DM = 5 \log(d_{pc}) - 5$). les deux solutions correspondent a : DM1=3 (d = 40 pc) et DM2 = 6 (d2 = 160 pc).

9- La solution la plus probable est d=160 pc. La source est donc plutot d'un type spectral situe entre A0 et K7.

partie III

1- On choisira le CCD ER1 qui a une meilleure reponse a 700nm (bande R).

2- La sensibilité de l'ampli de sortie est de $7 \mu V$ par électrons, correspondant a une capacité de $1.6/7 10^{-13} = 0.023 pF$.

3- 5 electrons de bruit (et rendement quantique de 0.92 environ) correspondent a un NEP de $1.5 10^{-18} W$ pour des poses de 1 seconde. $D = 1/NEP = 6.7 10^{17} W^{-1}$. $D^* = D\sqrt{A\Delta f} = 6.7 10^{17} \times 15^2 10^{-12} \times 1 \approx 10^{13} \text{ mHz}^{1/2}/W$.

4- Pour des poses de 5mn, le NEP passe a $5 10^{-21} W$. Pour une surface de l'ordre de $12m^2$ et une bande passante de 54 THz, on trouve un flux a 3σ de l'ordre de $2 10^{-9} Jy$, ce qui correspond a une magnitude de l'ordre de R=30.

5- Pour un télescope de 4m de diametre, le foyer f/4 a une focale équivalente de 16m. Une seconde d'arc correspond a une distance linéaire de $4.85 10^{-6} \times 16 = 77.5 \mu m == 5.17$ pixels. Le CCD 4000x4000 a donc un champ de vue de $4000/5.17 = 773$ arcsec = 12.9 arcmin.

6- Le courant d'obscurité est de 3 électrons par heure. Pour une capacité de 350000 électrons, il faut donc plus de 100000 heures pour saturer le détecteur. Le courant d'obscurité ne sera donc jamais un parametre important dans les contraintes de l'observation.