

7 Second souffle des télescopes terrestres

Le pouvoir de résolution d'un télescope est sa capacité à discerner deux points proches, l'un de l'autre. Pour un télescope, plus le diamètre de l'objectif ou du miroir recevant la lumière des étoiles observées est grand, plus le pouvoir de résolution est important. Cependant, pour des raisons techniques, il n'est pas possible de construire des miroirs de télescopes terrestres toujours plus grands.

→ **Comment les chercheurs réussissent-ils à augmenter le pouvoir de résolution des télescopes ?**

Doc. 1 Critère de Rayleigh

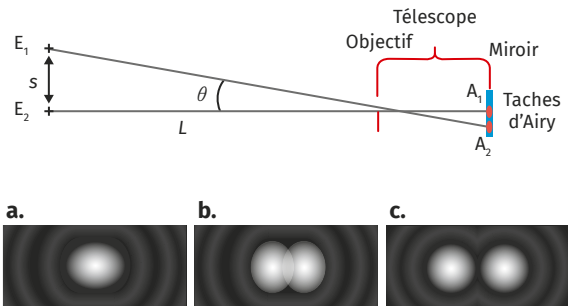
L'image d'une étoile à travers l'objectif d'un télescope est une tache de diffraction, nommée tache d'Airy. Ainsi deux étoiles proches forment deux taches d'Airy dont le recouvrement dépend de l'angle θ sous lequel sont vues ces deux étoiles. Un télescope ne peut pas séparer deux étoiles si :

$$\theta < 1,22 \frac{\lambda}{D} \quad \left| \begin{array}{l} \theta : \text{angle d'observation (rad)} \\ \lambda : \text{longueur d'onde (m)} \\ D : \text{diamètre de l'ouverture (m)} \end{array} \right.$$

Dans ce cas, les taches de diffraction se superposent : on ne peut pas différencier une étoile l'une de l'autre. En termes de distance, cela signifie que deux étoiles E_1 et E_2 ne peuvent être distinguées si :

$$s < 1,22 \lambda \cdot \frac{L}{D} \quad \left| \begin{array}{l} L : \text{distance à l'objectif (m)} \\ s : \text{distance entre } E_1 \text{ et } E_2 \text{ (m)} \end{array} \right.$$

Cette limite de résolution définit le critère de Rayleigh.



Doc. 2 Interférométrie stellaire

Le pouvoir de résolution des télescopes terrestres dépend du diamètre du miroir. À l'heure actuelle, les plus grands miroirs ont un diamètre de l'ordre de 10 m. Il est possible d'augmenter le pouvoir de résolution des télescopes en couplant des télescopes physiquement distants l'un de l'autre.

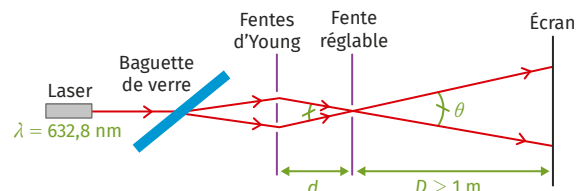
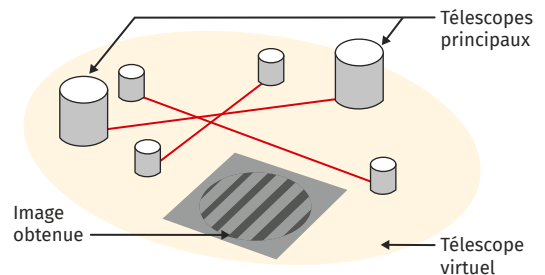
Comme les miroirs sont séparés, la lumière issue de l'étoile arrive avec un déphasage. L'image observée comporte des franges d'interférence. Des miroirs mobiles permettent de compenser la différence de chemin optique des différents rayons lumineux et d'obtenir une image nette.

Doc. 4 Matériel nécessaire et montage

- | | |
|--|--|
| • Baguette de verre pour élargir le faisceau | • Écran |
| • Laser | • Deux diapositives de fentes d'Young avec des écartements différents entre les fentes |
| • Banc optique | |
| • Fente réglable | |

Doc. 3 Very Large Telescope

Cette maquette représente le réseau de télescopes du VLT situé au Chili. Le couplage entre les miroirs permet de passer de télescopes principaux, de diamètre maximal de 8,4 m, à un télescope équivalent d'un diamètre de 200 m.





1 Simulation d'une étoile double (30 minutes conseillées)

Deux étoiles sont modélisées par deux fentes d'Young éclairées en lumière monochromatique dont le faisceau est élargi par une baguette en verre afin de recouvrir les deux fentes. L'ouverture du télescope est quant à elle modélisée par une fente ajustable.

1. Élaborer un protocole expérimental permettant de mettre en évidence l'influence de l'ouverture d'un télescope sur le pouvoir de résolution.

Appel n° 1 Appeler le professeur pour lui présenter le protocole, ou en cas de difficulté.

2 Calcul du pouvoir de résolution (20 minutes conseillées)

On utilise dans un premier temps une seule des deux diapositives de fentes d'Young à disposition.

2. Ajuster la fente réglable afin d'obtenir sur l'écran deux taches d'Airy à la limite du critère de Rayleigh.
3. Mesurer la distance entre les centres des deux taches.
4. Calculer le pouvoir de résolution.
5. Vérifier la cohérence des résultats d'après les informations données dans le **doc. 1**.
6. Reprendre les questions 2. à 5. pour la seconde diapositive.

Appel n° 2 Appeler le professeur pour lui présenter les résultats, ou en cas de difficulté.

3 Pouvoir de résolution des super-télescopes (10 minutes conseillées)

Un système d'étoile double est vu sous un angle $\theta = 2,8 \times 10^{-6} \text{ }^\circ$. On considère que la lumière perçue par le télescope est de longueur d'onde moyenne $\lambda = 550 \text{ nm}$. On précise que $\pi \text{ rad} = 180^\circ$.

7. Convertir θ en radian (rad).
8. En utilisant la limite de Rayleigh, déterminer le pouvoir de résolution des télescopes principaux du VLT.
9. Montrer qu'il est nécessaire pour le VLT de coupler des télescopes distants pour pouvoir observer le système d'étoiles doubles.

Appel n° 3 Appeler en cas de difficulté.

Défaire le montage et ranger la paillasse.

**Se préparer
aux ECE**

Rédiger une fiche de synthèse sur la mise en place d'un dispositif optique permettant de mettre en évidence le phénomène de diffraction et d'interférences, d'effectuer des mesures quantitatives.