

TP : Imagerie au télescope de 120 cm

Raphaël Duque

1. Introduction

Le but de ces travaux pratiques est de s'initier à l'observation astronomique scientifique avec le T120 de l'OHP. Nous allons suivre les étapes essentielles d'une campagne d'imagerie, comprendre et mettre en œuvre les méthodes astronomiques associées, et illustrer quelques avantages et limitations de ces méthodes.

Ce TP fait largement appel à votre sens logique et votre inventivité, de manière à trouver soi-même, comprendre et appliquer les méthodes de l'imagerie astronomique. Il ne faut pas rester bloqué (car la Terre tourne !), mais plutôt progresser dans les questions par l'échange avec les encadrants, en proposant des réponses que l'on affine peu à peu. Il ne faut jamais continuer si l'on n'a pas compris une réponse ! Bien sûr, certaines questions plus difficiles seront laissées en suspens lors des nuits d'observations et doivent susciter votre curiosité pendant la journée et éventuellement trouver réponse et application dans les nuits suivantes.

Les questions en vert traitent de l'analyse des images astronomiques, plutôt que des méthodes d'imagerie, et pourront être traitées en journée afin de ne pas perdre de temps d'observation.

2. Orientation et mouvement des astres

Q1—Indiquer du doigt les quatre points cardinaux en vous aidant de la monture du télescope. Indiquer la direction de l'étoile polaire. Quelle est la propriété importante de cette étoile au cours du temps ?

Q2—Décrire la course des astres dans le ciel au cours de la nuit. Décrire brièvement le système de coordonnées équatoriales (ascension droite, déclinaison). Indiquer sur la monture du télescope les deux axes correspondants. Faire un schéma illustratif. Comment s'appelle l'origine du système de coordonnées équatoriales ? Où se trouve-t-il actuellement dans le ciel ?

Q3—Qu'appelle-t-on angle horaire d'un astre ? Qu'est-ce que le temps sidéral local ? Quel lien ont ces quantités avec l'ascension droite d'un astre ?

Q4—Comment fait-on pour maintenir les astres qui tournent au cours de la nuit au centre du champ ? À quelle vitesse se fait ce suivi ?

3. Préparation des observations

Q5—Au cours d'une nuit, quelles sont les meilleures conditions pour observer un astre ? Jusqu'à quelle hauteur maximale dans le ciel montent les astres au cours de la nuit ? Quelle est alors leur angle horaire ?

Q6—Au cours de ces nuits, nous allons observer plusieurs objets. Les premiers seront des candidats petits corps du Système Solaire découverts par le satellite Gaia, que nous allons suivre sur les quatre nuits disponibles pour confirmer leur existence et affiner les paramètres de leurs orbites (objets et coordonnées fournies par les encadrants).

Q7—On donne les coordonnées géographiques de l'OHP : (N 43° 55' 50.99", E 5° 42' 48.00"). À l'aide du serveur *What's Observable* de la NASA (<https://ssd.jpl.nasa.gov/sbwoobs.cgi>), trouver quelques objets supplémentaires du Système Solaire (planètes naines, astéroïdes) à observer pendant ces nuits. Noter les coordonnées équatoriales de ces objets.

Q8—À l'aide de Stellarium, trouver en plus quelques objets (une ou deux) du *ciel profond* (nébuleuses, galaxies) et quelques étoiles cibles.

Q9—Dans quel ordre faut-il planifier d'observer toutes ces cibles ? Classer les cibles dans cet ordre, calculer (à la main en utilisant l'horloge du temps sidéral pour les plus précieux !) et noter les heures de passage au méridien de ces cibles.

4. Courts rappels d'optique et d'imagerie

Q10—Le T120 est un télescope de Newton. Faire un schéma du montage optique du télescope, montrant les miroirs, la distance focale, le plan focal et l'emplacement du capteur CCD (ou de l'oculaire).

Q11—La longueur focale du T120 est de 7.2m, et sa matrice CCD est composée de 2048x2048 pixels de 13.5 μ m. Quelle est la taille du champ du télescope (cf. TP d'astrométrie du stage à Meudon) ? **Combien de pixels occuperait la nébuleuse de la Lyre M57 (taille apparente 1 arcmin) sur une image du T120 ?**

Q12—Rappeler brièvement le fonctionnement d'une caméra CCD. Rappeler ce que l'on entend par *courant d'obscurité et biais*. Une image d'une source uniforme occupant tout le champ sera-t-elle uniforme ? Pourquoi ? Se référer au schéma de la Q7 pour répertorier les diverses sources de ce défaut.

Q13—Quel traitement applique-t-on aux images brutes d'une cible astronomique afin de corriger les défauts mentionnés à la Q9 (cf. TP de réduction du stage à Meudon) ?

5. Observations de sources ponctuelles

Q14—Pointer le télescope sur une cible ponctuelle (étoile ou Système Solaire). Pour cela utiliser d'abord les graduations en α , δ de la monture, puis grâce au chercheur, et enfin à l'oculaire.

Q15—Acquérir quelques images de l'objet avec des temps d'exposition différents. À l'aide de DS9, visualiser une coupe à travers une image de l'objet. Quelle est la forme de la tâche image ? Pourquoi ?

Q16—En changeant le temps de pose, comment évolue le signal au centre de la tâche image ? Pour rendre une image exploitable, comment choisit-on son temps de pose ? On rappelle que l'on cherche en général avec ces images à mesurer le flux des objets.

Q17—Autour de l'objet, le signal est-il nul ? Pourquoi ? Quelle est la taille de la tâche image de l'objet ? Pourquoi cette tâche n'est-elle pas ponctuelle comme l'objet ?

Q18—Observer différentes étoiles dans une même image, et une même étoile dans des images faites avec des temps d'exposition différents. La taille de la tâche image est-elle toujours la même ?

Q19—Avez-vous les moyens de connaître la séparation angulaire entre deux objets de vos images ? À l'aide de cette réponse, proposer une méthode pour mesurer à l'aide d'images la longueur focale du télescope. Acquérir les images correspondantes **et appliquer cette méthode au T120**.

Q20—Dans les images prises jusqu'à présent, savez-vous où est le nord ? et l'ouest ? Comment pouvez-vous repérer ces directions dans une image ? Combien d'étoiles doit contenir une image pour pouvoir repérer correctement le nord et l'ouest ? Acquérir une telle image pour repérer le nord et l'ouest une fois pour toutes pour votre campagne d'observation.

Q21—Dans combien de pixels sont contenues les tâches images des objets ponctuels (Système Solaire et étoiles) ? Les caméras CCD permettent souvent de fusionner des pixels ensemble en considérant des carrés de pixels comme un seul. Quels seraient selon vous les avantages à faire cela ? Faut-il les fusionner 2x2, 4x4, 8x8 ? Que se passe-t-il si l'on en fusionne trop ?

Q22—En changeant le contraste d'une image grâce à DS9, repérer une étoile très faible dans votre champ. Acquérir une image (à très longue pose) pour que cette étoile faible ait suffisamment de signal. Observer ce que deviennent alors les images des autres étoiles brillantes. Comment peut-on comprendre ce phénomène connaissant le fonctionnement du CCD décrit dans la Q12 ?

6. Observations de sources étendues

Q23—Pointer à présent le télescope vers une source étendue (nébuleuse, galaxie). Acquérir une image de l'objet avec le bon niveau de signal sur celui-ci (cf. Q16). **Mesurer la taille angulaire de l'objet**.

Q24—Sur des images prises précédemment, avez-vous repéré des pixels individuels ayant des niveaux nuls ou très élevés ? Ces niveaux sont-ils de nature astronomique ? Comme rappelé dans la Q13, on obtient une image de bonne qualité en superposant plusieurs images d'un même objet. Il faut pour cela bien sûr que toutes les images soient alignées. Comment peut-on alors se débarrasser de ces pixels s'ils se trouvent sur notre objet ? Prendre quelques séries d'images de l'objet étendu en utilisant cette méthode.

Q25—Pointer à présent le télescope sur une source étendue de grande taille (excédant le champ), par exemple la galaxie d'Andromède M31. Comment peut-on imager entièrement cet objet ? Quel traitement faudra-t-il appliquer ensuite ? Acquérir les images correspondantes.

7. Champs plats et champs d'obscurité

Q26—Répertorier tous les temps de pose et filtres utilisés pendant votre campagne d'observation. Quels champs d'obscurité et champs plats faudra-t-il faire ?

Q27—Sachant le rôle de ces champs plats dans le traitement des images, quels sont les critères pour obtenir de bons champs plats ? Prendre ces champs sur le ciel de l'aube ou alors sur la

coupole éclairée selon possibilité ! Acquérir les champs d'obscurité (sans oublier les temps de pose des champs plats !).