



Rencontre avec des astéroïdes

Didier Demarque et cinq élèves du lycée
de l'Escaut de Valenciennes.

L'Association Nationale Sciences et Techniques Jeunesse organise, depuis quelques années l'opération "Lycée de nuit" qui permet à des groupes de lycéens d'effectuer une mission d'observation dans un observatoire professionnel. L'A.N.S.T.J. met à disposition des groupes un de ses animateurs qui suivra le projet jusqu'à sa réalisation finale.

Le C.N.R.S. et l'I.N.S.U. mettent à disposition des techniciens et des astrophysiciens durant les missions afin d'assurer un accueil enrichissant des différents groupes.

L'atelier d'astronomie du lycée de l'Escaut de Valenciennes a pu mener à bien son projet d'observation d'astéroïdes à l'Observatoire de Haute Provence, du 14 au 18 mai 1998.

"Rendez vous avec Melpomène"

L'identification d'un astéroïde connu nécessitait de réaliser au moins six images prises à intervalles réguliers d'un quart heure environ, pour mettre en évidence son déplacement sur le champ d'étoiles. L'astéroïde sélectionné répondait au doux nom de Melpomène. Sa période orbitale est de 3,48 années.

La caméra CCD associée au télescope de 80 cm possède un champ de 4 minutes d'arc, Melpomène devait donc traverser ce champ en moins de 6 heures, durée tout à fait convenable pour satisfaire la nuit de ses jeunes soupirants. Les quatre nuits d'observation permettaient d'acquérir un nombre suffisant d'images pour déterminer les caractéristiques de la trajectoire de l'astéroïde.

Les performances des instruments mis à notre disposition à l'O.H.P. ne devaient pas permettre l'évaluation des variations de l'éclat de l'astéroïde au cours de sa rotation propre.

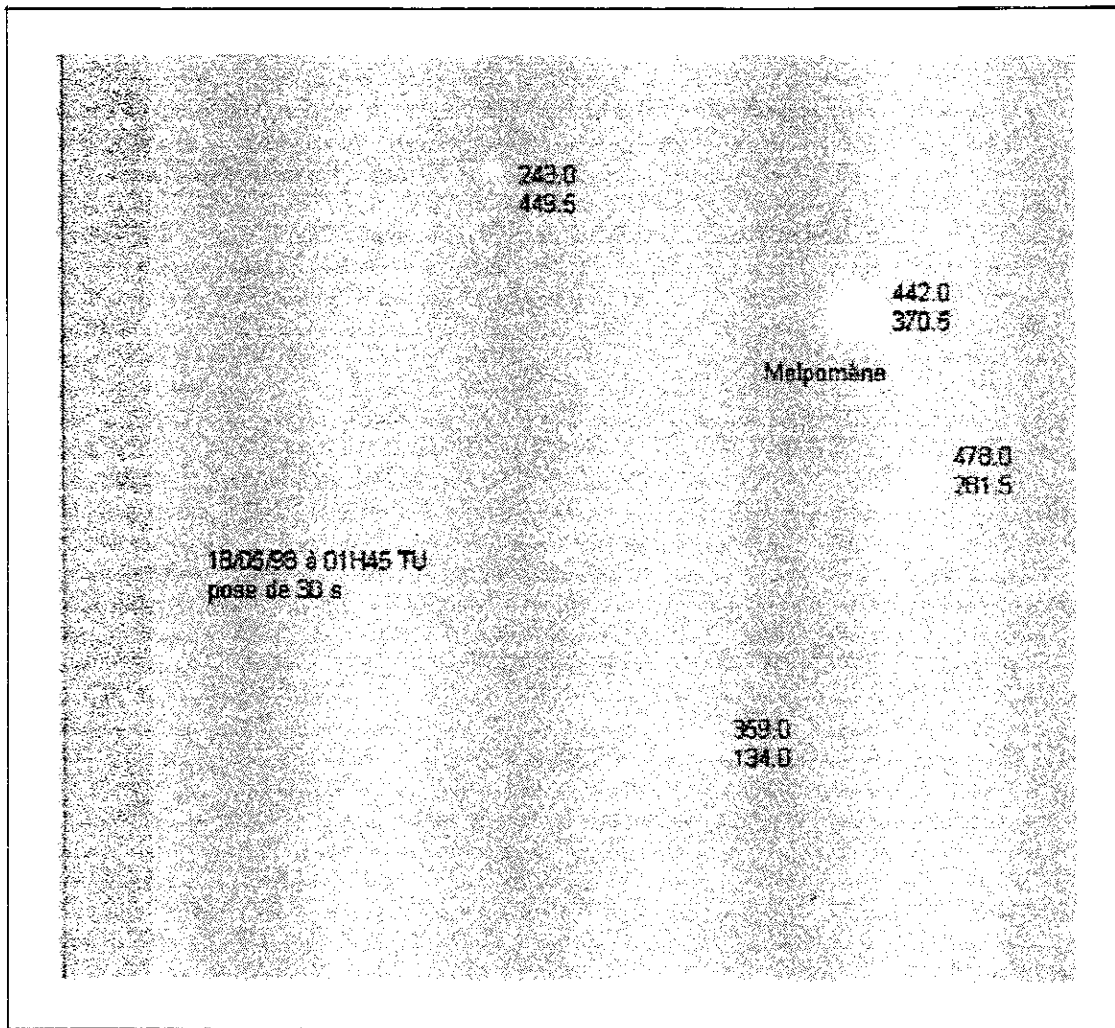
Préparation du projet

La préparation s'est déroulée, de janvier à mai, selon un calendrier établi avec les élèves. Ils ont consacré des plages horaires de trois heures, le mercredi après midi, pour s'initier aux techniques d'imagerie CCD et de traitement informatique des images à l'aide du logiciel PRISM et de l'ATLAS ASTRONOMIQUE DES PISES.

Pendant cette même période, les élèves ont suivi les activités hebdomadaires de l'atelier d'astronomie plus spécialement consacrées à l'examen des caractéristiques des trajectoires des astéroïdes. Les bases de données disponibles sur INTERNET ont été consultées pour sélectionner les astéroïdes observables durant la mission à l'O.H.P.

La mission d'observation à l'OHP

Durant notre séjour à l'O.H.P., nous avons disposé du télescope Cassegrain de 80 cm ouvert à $f/15$.



Sa distance focale est de 12 m, ce qui lui donne une échelle au foyer de 58 micron par seconde d'arc ; il est équipé d'une caméra CCD et d'un cryostat pour refroidir la caméra. Le capteur CCD est un Tektronix 512X512 pixels de 27 microns ; le champ utile est de 3,6' par 3,6'. Toutes les fonctions de la caméra sont pilotées par ordinateur depuis la salle de contrôle. Seuls, le maniement du télescope et la rotation de la trappe nécessitent la présence d'une personne dans la coupole.

Le premier soir un ingénieur de l'O.H.P. a répondu aux questions des élèves relatives à l'acquisition et au traitement d'images CCD. Le technicien de nuit a montré la manipulation des verniers pour afficher les coordonnées de l'astre et l'utilisation du temps sidéral donné par l'horloge de la coupole pour déterminer l'angle horaire. Le pointage étant réalisé, les acquisitions étaient lancées à l'aide du logiciel MIDAS à des intervalles de temps successifs d'environ 10 min pour espérer mettre en évidence

le déplacement de l'astéroïde dans le champ d'étoiles.

La mise au point de la caméra se faisait à l'aide d'une télécommande qui agissait sur la focalisation de l'image sur le capteur ; Les images sont correctement exposées si le niveau de gris le plus élevé atteint le tiers du niveau de saturation.

Nous n'avons pas bénéficié de bonnes conditions météo. Un violent orage de grêle nous a privé d'une nuit d'observation ; durant deux autres nuits, le ciel était nuageux et nous avons dû restreindre notre programme pour profiter des "fenêtres" de ciel clair. L'événement tant attendu eut finalement lieu durant la nuit magique du 18 mai ; nos jeunes astronomes découvraient fébrilement les images comme s'il s'agissait d'assister à une naissance... Nous disposions alors d'un nombre suffisant d'images exploitables pour évaluer la vitesse angulaire de déplacement de l'astéroïde.

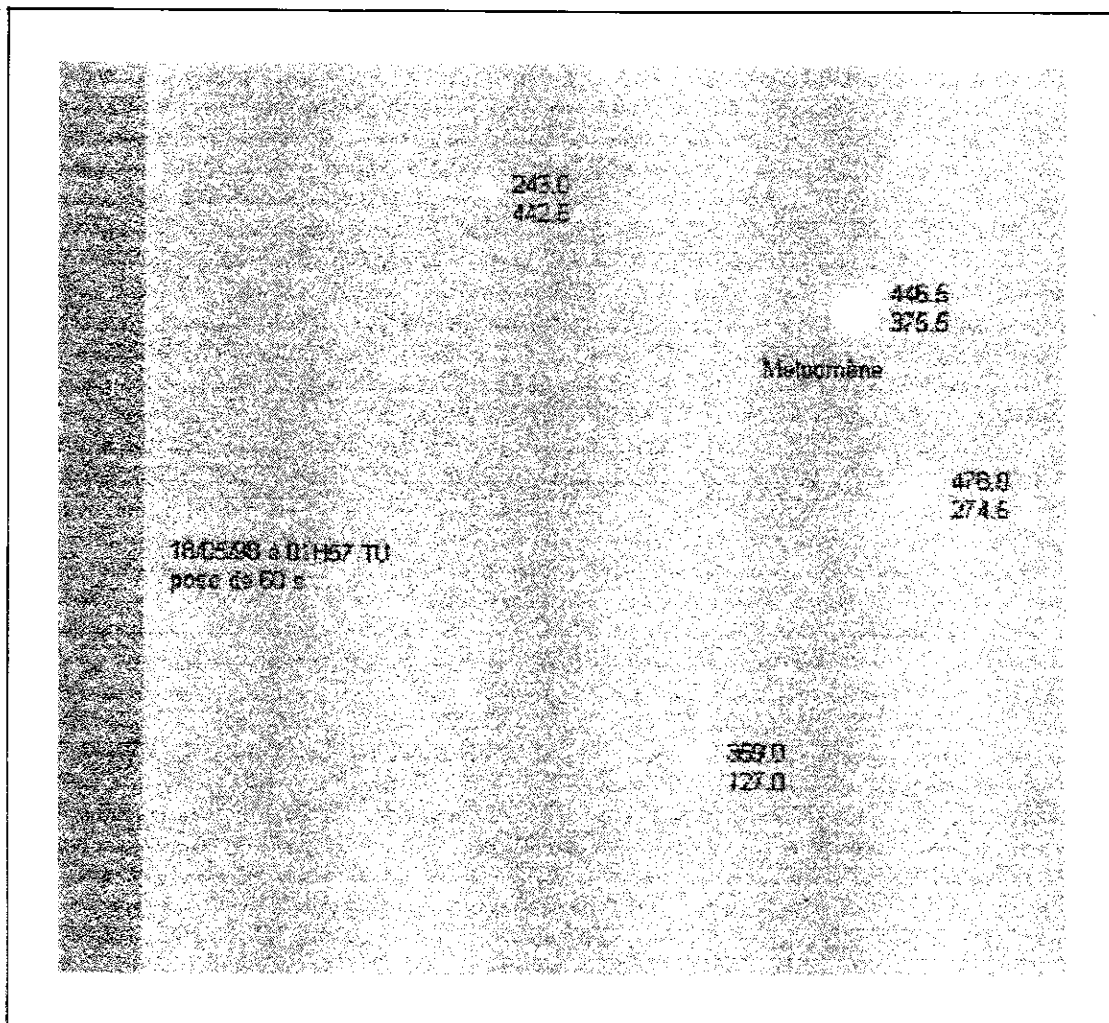
Traitement des images

Le prétraitement des images CCD nécessite de disposer d'une série "d'offset" et de quelques "flat-field".

Les "offset" sont acquis en laissant l'obturateur fermé ; ils enregistrent sur des durées courtes (0,1 s) le bruit du capteur. Par contre, le bruit thermique de l'électronique était négligeable à la température de - 118° celsius maintenue par le cryostat.

Les "flats" sont acquis sur un fond de ciel uniforme, en général en fin de nuit pour enregistrer les défauts de l'optique du télescope tels que le vignettage, les poussières déposées sur le miroir, et tenir compte des différences de sensibilité des photosites.

La correction radiométrique de l'image brute consiste essentiellement à soustraire la moyenne des offsets à l'image et au flat-field ; les deux nouveaux signaux obtenus sont "divisés" pour obtenir l'image soumise à la correction cosmétique par les traitements



numériques qui peuvent améliorer l'aspect visuel de l'image.

Le logiciel PRISM possède des fonctions qui permettent d'effectuer facilement le traitement des images.

Exploitation des images

Les images révèlent la présence de l'astéroïde Melpomène. La différence de contraste obtenue après prétraitement s'explique par des temps de pose de 30s et 60 s ; un temps de pose plus long a permis de préserver le meilleur contraste. Un relèvement des coordonnées des objets lumineux effectué sur deux images prises à 12 minutes d'intervalle montrent que l'astéroïde s'est déplacé d'environ 13 pixels sur le capteur 512X512.

On remarque que les abscisses des étoiles voisines sont inchangées et que les ordonnées ont subi une translation de 7 pixels d'une image à l'autre en raison d'une différence de cadrage. En tenant compte de ce glissement, on déter-

mine, pour Melpomène, une variation d'abscisse de 4,5 pixels et une variation d'ordonnée de 12 pixels, soit 5,5 secondes d'arc en 12 min ou 11 minutes d'arc en un jour.

Remarque : les éphémérides donnent un déplacement de 17 minutes d'arc par jour, ce qui permet de vérifier que le résultat est du même ordre de grandeur.

Conclusion rédigée par l'un des élèves.

Notre entente au sein du groupe était notre principal atout, outre le T80 et le matériel informatique mis à notre disposition, pour mener à bien notre mission. Il était nécessaire de répartir les tâches selon nos compétences et notre intérêt relatif aux différents stades de l'acquisition et du traitement des images. Nous devions aussi partager la nuit d'observation avec le groupe du lycée Maurice ELIOT, de sorte que les acquisitions d'images respectives se réalisent dans les meilleures conditions. Il fallait

tenir compte de la présence de la Lune et choisir la meilleure "fenêtre" possible sur le ciel. Notre groupe s'était organisé de telle sorte qu'un membre orientait le télescope, qu'un autre manoeuvrait la coupole pendant que le reste de l'équipe se chargeait des acquisitions.

La mission nous apporta plus que les fruits de nos observations, elle nous permit de découvrir les conditions de travail des astronomes de l'O.H.P. Ces chercheurs ont eu l'amabilité de nous expliquer leurs travaux, de nous faire visiter leur environnement de travail et de nous renseigner sur les technologies mises en oeuvre. Cette rencontre aura eu l'avantage, parmi tant d'autres, de renforcer des projets d'avenir, ou de les faire naître.

Les animateurs A.N.S.T.J. nous ont guidé dans l'utilisation du matériel et supervisaient les opérations d'acquisitions ; les professeurs nous conseillaient sur les protocoles à suivre. ■