

Compte rendu de mission au TJMS – Buthiers – 14-16 février 2002

Jean-Claude MERLIN (responsable de mission) – Jean-Luc DAUVERGNE – Christophe DEMAUTIS – Daniel MATTER

Sujet de la mission : détection d'astéroïdes

1 - Introduction – Objectifs

Cette seconde mission consacrée à la recherche d'astéroïdes avait pour but de tester la méthode du scan (TDI = Time Delay Integration) avec une équipe renforcée ayant déjà expérimenté cette technique. Plusieurs améliorations avaient été effectuées sur le télescope suite aux remarques formulées lors de la précédente mission, en particulier une première tentative de bafflage du tube du télescope avec de la toile noire. Voir Compte rendu de mission au TJMS – Buthiers – 13-15 décembre 2001.

2 - Observations

2.1 - Choix techniques

Afin de mettre en œuvre la technique du scan sur des bases testées et validées, il a été décidé d'utiliser la caméra Audine KAF1602E de Christophe. Nous avons utilisé la version 4.3Final de PRISM pour les acquisitions, le prétraitement et les mesures.

2.2 - Première nuit : 14 au 15/02/2002

Les conditions météo étaient médiocres en début de nuit.

La majeure partie de la nuit a été consacrée à tenter de résoudre deux problèmes techniques majeurs :

- givrage de la caméra Audine
- réglage des paramètres de PRISM pour la prise des scans.

Le réglage de la position de la caméra pour les scans (orientation des colonnes est-ouest) a été effectué par tâtonnement, télescope arrêté. L'opération a été relativement rapide et n'a pas paru spécialement fastidieuse : il ne s'impose donc pas d'installer un système de rotation élaboré. La deuxième phase du réglage consistait à caler les différents paramètres de PRISM pour les acquisitions.

Les problèmes rencontrés confirment les expériences de Christophe en la matière : l'adéquation entre la taille des pixels (9 μm en binning 1x1) et la focale du télescope (2 mètres) n'est pas bonne. Le temps de pose pour une ligne de la matrice (62 ms pour une taille de pixel de 9 μm) est beaucoup trop voisin du temps de lecture, déterminé aux alentours de 44 ms. Le réglage est très délicat et non répétitif : voir analyse du problème § 3.4. Il serait intéressant que les logiciels d'acquisition permettent d'effectuer du binning lors des acquisitions en scan (doublement du temps de pose en binning 2x2).

Nous avons donc abandonné l'idée de faire des scans. Le retour envahissant des traces de givrage sur la caméra Audine nous a aussi conduit à remettre en service la caméra Hi-SIS 44 de Jean-Claude, caméra employée lors de la mission précédente.

Observations

Le seeing était de l'ordre de 2,5" à 3". Une seule série de 4 champs a été réalisée trois fois à partir de 3h30 UT : point de départ vers RA=12h00, Dec=+0°45' c'est à dire à une elongation de 145° du Soleil, dans le ciel du matin. Les poses de 180 secondes donnaient un niveau de fond élevé (25000). Nous avons choisi d'effectuer des poses de 120 secondes en binning 3x3, plus une série de noirs de même durée. Les flats ont été réalisées en fin de nuit : 11 poses de 60 secondes en binning 3x3.

Prétraitement et analyse

Le prétraitement a été effectué avec la version 4.3Final de PRISM après transformation des images au format compressé de PRISM (.CPA). Le prétraitement a confirmé non seulement que les flats étaient correctes mais aussi que le bafflage du télescope était efficace. Quelques reflets en forme d'arc de cercle sont encore visibles sur plusieurs séries d'images.

Trois astéroïdes ont été repérés dans les champs observés : dénominations internes = jms011, jms012 et jms013. Mesures ci-après. Les identifications effectuées par le Minor Planet Center ont confirmé que deux des objets étaient des astéroïdes numérotés et que le troisième était malheureusement déjà connu aussi :

jms011 = 06716
jms012 = 05746
jms013 = 1987 RU

Mesures réalisées

(format MPC)

jms011	C2002 02 15.16285 12 00 02.54 +00 47 27.8	17.1 R	199
jms011	C2002 02 15.16949 12 00 02.38 +00 47 29.9	17.1 R	199
jms011	C2002 02 15.18324 12 00 01.94 +00 47 34.2	17.2 R	199
jms012	C2002 02 15.15940 12 02 26.26 +00 51 16.6	18.2 R	199
jms012	C2002 02 15.16624 12 02 25.99 +00 51 18.1	18.1 R	199
jms012	C2002 02 15.17263 12 02 25.70 +00 51 19.2	17.9 R	199
jms012	C2002 02 15.18922 12 02 25.10 +00 51 22.3	18.3 R	199
jms013	C2002 02 15.15940 12 02 55.69 +00 44 01.3	19.0 R	199
jms013	C2002 02 15.16624 12 02 55.43 +00 44 02.6		199
jms013	C2002 02 15.18922 12 02 54.71 +00 44 09.1	18.5 R	199

2.3 - Deuxième nuit : 15 au 16/02/2002

Les flats ont été réalisées au crépuscule. Les observations ont été effectuées en mode classique avec la caméra Hi-SIS 44. Le seeing était de 2,8" .

Observations

Des acquisitions sur une trentaine de champs ont été réalisées au cours de cette seconde nuit :

- 25 poses de 10 secondes en binning 3x3 sur la comète C/2002 C1 (Ikeya-Zhang) en début de nuit
- 3 champs sur des objets visés lors de la mission de décembre 2001, en alternant la comète 116P/Wild 4 et les deux astéroïdes trouvés en décembre au TJMS : 2001 XO33, 2001 XH105
- 4 champs à partir d'un astéroïde trouvé au Creusot en octobre 2000 : 2000 UE29
- 9 champs à partir de l'objet jms013 observé dans la nuit du 14-15/02/2002
- 9 champs voisins des précédents (vers RA=12h12min, Dec=+0°48')
- 2 champs à partir d'un astéroïde trouvé au Creusot en décembre 2000 : 2000 XS10
- quelques images de NGC 2024 (Ori)
- quelques images de NGC 4565 (Com) ; poses de 120 secondes en binning 2x2

Sauf indication particulière ci-dessus, les poses étaient de 180 secondes en binning 3x3.

Les deux séries de 9 champs ont été réalisées en automatisant la procédure à partir de l'activation d'un script sous PRISM : acquisitions et déplacements automatiques du télescope.

Prétraitement et analyse

Des mesures concernant 14 objets ont été envoyées au Minor Planet Center (voir ci-après) dont 17 mesures de la comète C/2002 C1 (Ikeya-Zhang) et 3 mesures de la comète 116P/Wild 4.

Parmi les objets connus attendus 2000 UE29 et 2001 XO33 ont été réobservés. Les deux autres objets se sont révélés hors de portée :

2001 XH105 était vers magnitude R = 19,8

2000 XS10 était vers magnitude R = 19,5. Il a été réobservé au T400 au Creusot vers magnitude R = 19,0 le 09/03/2002.

10 autres objets ont été détectés, parmi lesquels deux objets observés la nuit précédente : dénominations internes = jms014 à jms023. Aucun objet « nouveau » n'a été détecté comme l'indiquent les identifications transmises par le Minor Planet Center :

jms014 = 1987 RU
 jms015 = 05746
 jms016 = 1999 FF29
 jms017 = 2002 CO77
 jms018 = 16086
 jms019 = 2000 VT33
 jms020 = 19006
 jms021 = T3S2242
 jms022 = 2000VT33
 jms023 = 1998 FG56

Un tout petit regret : la dénomination de 2002 CO77 avait été attribuée peu de temps avant la mission L. Globalement, si l'astrométrie est correcte sur les objets détectés, la magnitude limite apparaît décevante : on n'observe pas d'objets plus faibles que la magnitude R = 19,0 .

Mesures réalisées
 (format MPC)

CK02C010	C2002 02 15.76685 00 34 42.89 -09 42 14.5		199
CK02C010	C2002 02 15.76709 00 34 42.76 -09 42 14.5		199
CK02C010	C2002 02 15.76733 00 34 42.96 -09 42 12.6		199
CK02C010	C2002 02 15.76800 00 34 42.91 -09 42 12.5		199
CK02C010	C2002 02 15.76822 00 34 43.09 -09 42 10.9		199
CK02C010	C2002 02 15.76889 00 34 42.94 -09 42 10.7		199
CK02C010	C2002 02 15.76912 00 34 42.99 -09 42 09.5		199
CK02C010	C2002 02 15.76957 00 34 43.08 -09 42 09.2		199
CK02C010	C2002 02 15.77001 00 34 43.07 -09 42 08.7		199
CK02C010	C2002 02 15.77023 00 34 43.24 -09 42 07.2		199
CK02C010	C2002 02 15.77047 00 34 43.22 -09 42 06.7		199
CK02C010	C2002 02 15.77069 00 34 43.30 -09 42 05.9		199
CK02C010	C2002 02 15.77091 00 34 43.28 -09 42 06.0		199
CK02C010	C2002 02 15.77113 00 34 43.39 -09 42 05.2		199
CK02C010	C2002 02 15.77135 00 34 43.39 -09 42 03.9		199
CK02C010	C2002 02 15.77157 00 34 43.30 -09 42 04.7		199
CK02C010	C2002 02 15.77203 00 34 43.42 -09 42 03.0	9.7 T	199
K00U29E	C2002 02 15.94074 09 42 48.28 +13 18 35.3	18.6 R	199
K00U29E	C2002 02 15.95057 09 42 47.80 +13 18 37.4	18.6 R	199
jms014	C2002 02 15.99409 12 02 27.48 +00 48 08.4	19.1 R	199
jms014	C2002 02 16.01895 12 02 26.51 +00 48 15.4	19.0 R	199
jms014	C2002 02 16.04237 12 02 25.77 +00 48 22.4	19.0 R	199
jms015	C2002 02 15.99409 12 01 53.74 +00 53 43.0	17.6 R	199
jms015	C2002 02 16.01895 12 01 52.71 +00 53 47.3	17.4 R	199
jms015	C2002 02 16.04237 12 01 51.74 +00 53 52.0	17.5 R	199
jms016	C2002 02 15.94789 09 48 04.67 +13 18 03.4	18.1 R	199
jms016	C2002 02 15.96113 09 48 03.85 +13 18 08.9	18.0 R	199
jms016	C2002 02 15.98083 09 48 02.62 +13 18 18.0	17.9 R	199
jms017	C2002 02 15.96113 09 47 25.09 +13 23 18.7	17.9 R	199
jms017	C2002 02 15.98083 09 47 23.67 +13 23 20.5	18.8 R	199
jms018	C2002 02 16.00126 12 02 03.36 +00 38 17.2	17.5 R	199
jms018	C2002 02 16.02611 12 02 02.73 +00 38 22.3	17.3 R	199
jms018	C2002 02 16.04952 12 02 02.14 +00 38 26.8	17.3 R	199
jms019	C2002 02 16.03086 12 04 55.33 +00 29 14.1		199
jms019	C2002 02 16.05428 12 04 54.71 +00 29 20.7	18.2 R	199
jms020	C2002 02 16.00840 12 01 59.09 +00 15 38.3	17.4 R	199
jms020	C2002 02 16.03325 12 01 58.50 +00 15 51.0	17.4 R	199
jms020	C2002 02 16.05667 12 01 57.95 +00 16 03.0	17.2 R	199

jms021	C2002 02 16.03564 12 04 17.38 +00 26 08.6	18.8 R	199
jms022	C2002 02 16.01315 12 04 55.88 +00 29 10.3	18.9 R	199
jms022	C2002 02 16.03799 12 04 55.14 +00 29 15.3	19.0 R	199
jms022	C2002 02 16.06146 12 04 54.48 +00 29 21.6	18.8 R	199
K01X33O	C2002 02 15.90283 05 35 27.32 +27 40 40.5	18.8 R	199
K01X33O	C2002 02 15.91450 05 35 27.69 +27 40 39.8	18.9 R	199
K01X33O	C2002 02 15.93018 05 35 28.02 +27 40 38.6	18.7 R	199
0116P	C2002 02 15.90903 05 29 14.82 +27 36 10.2	17.0 T	199
0116P	C2002 02 15.91749 05 29 14.85 +27 36 09.6	17.0 T	199
0116P	C2002 02 15.93352 05 29 14.87 +27 36 08.5	17.1 T	199
jms023	C2002 02 16.07366 12 13 50.70 +00 47 28.3	18.5 R	199
jms023	C2002 02 16.09658 12 13 50.12 +00 47 35.5	19.0 R	199
jms023	C2002 02 16.12033 12 13 49.44 +00 47 44.1	18.4 R	199

2.4 - Troisième nuit : 16 au 17/02/2002

Observations

Aucun objet nouveau n'ayant été détecté au cours des nuits précédentes, nous avons décidé de tenter la détection d'astéroïdes (objets découverts par des membres de l'association AUDE) qui nécessitaient des observations. Nous avons alterné des poses de 180 secondes en binning 2x2 et binning 3x3 sur les objets suivants :

1998 DE

2000 QX68

ainsi que la comète C/1999 K5 (LINEAR), attendue vers magnitude 17,5 à 18,0 .

Aucun de ces objets n'a été détecté.

La nuit a été interrompue par l'arrivée de nuages : arrêt à 1h30 TU.

3 - Remarques techniques

3.1 - Coupole

La chaîne qui permet d'ouvrir la trappe a été réparée. Il s'avère toutefois nécessaire de veiller à ce qu'elle reste dans le fer de guidage du cimier (« coups de balais »). Jean-Luc a procédé à la mise en place de cales pour éviter qu'elle ne déraille.

3.2 - Magnitude limite

L'effet du bafflage nous semble efficace : meilleure homogénéité des champs et plus de facilités pour effectuer des flats corrects.

Nous confirmons la nette contre-performance du télescope en magnitude limite : on atteint tout juste magnitude $R = 19$ avec des poses de 180 secondes en binning 3x3 avec une transparence et un seeing corrects. C'est à peine ce que ferait un télescope de 300 mm. Si le nettoyage du miroir est une première chose à examiner, il nous paraît évident que l'aluminure est à refaire : courte durée de vie d'une aluminure non protégée, en climat humide. Ne vaudrait-il pas mieux faire une aluminure protégée ?

Jean-Luc nous signale aussi qu'un problème de conception au niveau de la position de l'araignée conduit à un champ à pleine lumière de seulement 1 mm de diamètre : sans doute ceci explique t-il une partie de la lumière qui manque !

3.3 - Reflets et lumières parasites

Nous avons noté encore la présence fréquente de reflets en forme d'arcs de cercles : Jean-Claude considère que ce problème est causé par le reflet d'étoiles brillantes sur les tubes cylindriques de l'armature Serrurier du tube du télescope (situés à l'intérieur du bafflage provisoire).

3.4 - Réglage de PRISM en vue d'utiliser le mode Driftscan avec la AUDINE KAF1602E

Le mode driftscan requiert plusieurs paramètres :

- la focale de l'instrument
- la déclinaison
- le temps de lecture d'une ligne CCD

1. La focale de l'instrument :

C'est une donnée fixe, facilement mesurable par le logiciel lui même en prenant un champ d'étoiles et en faisant de l'astrométrie, PRISM donne automatiquement la focale de l'instrument suffisamment précisément, il suffira alors de rentrer celle-ci dans l'entête de l'image pour que le driftscan l'utilise.

2. La déclinaison :

Là aussi c'est une donnée facile à récupérer puisque c'est simplement la déclinaison à laquelle on souhaite travailler. C'est aussi la seule donnée qui variera selon l'endroit où l'on souhaite faire le scan.

3. Le temps de lecture d'une ligne CCD (à déterminer une fois pour toute)

Certainement la donnée la plus sensible et la plus difficile à trouver. Elle dépend essentiellement de la taille de la matrice CCD (dans sa partie hauteur) et la vitesse de transmission des données entre le port parallèle du PC et le CCD. Nous verrons plus loin comment la trouver.

Les réglages

Contrairement à l'imagerie classique où l'on positionne le CCD typiquement dans la position est-ouest pour le côté large de la matrice, ici en driftscan c'est une rotation de 90° qui est nécessaire avec une petite subtilité : le déplacement des charges du CCD de lignes en lignes doit être le même que le déplacement des étoiles au foyer lorsque le télescope est arrêté.

En pratique, voyons comment il faut faire :

- on tourne la caméra de 90° par rapport à « l'habitude », le télescope en route
- on focalise sur une étoile de déclinaison 0°
- on arrête le suivi du télescope, on lance une pose proche de celle que l'on obtiendrait en TDI (ici 62 secondes) et on regarde la longueur de la traînée des étoiles.
- Une fois dans le menu « caméra CCD »/« acquisition TDI » une fenêtre apparaît, en première approximation nous pouvons mettre comme temps de lecture d'une ligne CCD dans l'onglet « setup » un temps égal à : (temps de lecture d'une image complète en binning 1x1) / largeur du CCD dans notre cas : $45s/1024 = 44ms$
- Nous pouvons lancer la première acquisition (dans l'onglet « statut », on en profite pour cocher la case afin que l'acquisition s'arrête au bout de 1100-1200 lignes.

A ce moment là on se retrouve suivant trois cas (attention il faut regarder l'image après les fatidiques 1024 premières valeurs qui correspondent à la rampe de stabilisation du driftscan):

1. les traînées d'étoiles sont encore plus longues qu'une pose sans suivi de 62 secondes : nous venons de monter notre caméra de 180° par rapport à ce qu'il faut faire ! Reste à retourner notre caméra dans le bon sens et recommencer les tests.
2. les traînées d'étoiles ont nettement diminué, mais reste sur l'image acquise un bâtonnet qui part vers la droite ou la gauche : c'est le signe que votre caméra n'est pas rigoureusement à 90° par rapport au défilement des étoiles sur le ciel, il faut donc très légèrement tourner la caméra sur elle même et refaire le test jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de déplacement à droite ou à gauche.
3. il reste encore une traînée verticale plus ou moins importante : c'est le signe que le paramètre « temps de lecture d'une ligne » est sur ou sous-estimé, c'est donc lui qu'il faut modifier légèrement (on s'arrêtera à la détermination du dixième) jusqu'à trouver enfin un nombre qui permet d'avoir des étoiles

bien rondes. Il est à noter que ce paramètre est une constante du CCD et du PC utilisés, une fois ce paramètre trouvé, il restera toujours le même pour un couple PC-CCD donné.



Pour info, afin d'éviter à nouveau de se tromper, voilà la position que doit avoir la caméra Audine sur le T600 (la fourche de celui-ci étant à droite de la photo)

Dans notre cas malheureusement, le paramètre de « temps de lecture d'une ligne » n'as pas pu être déterminé à cause de 2 choses :

- la focale de l'instrument est grande par rapport à la taille du pixel de la caméra, il en résulte un temps de pose par ligne très court, de l'ordre de 61 à 62 ms
- le temps de lecture d'une ligne CCD par le biais du port parallèle représente à lui seul environ 44 ms

Le fait qu'un PC est sujet à une multitude d'interruptions diverses de la part de Windows notamment ou d'autres programmes tournant en tâche de fond, la moindre petite interruption de 1 ms, représente tout de suite environ une erreur de près de 6% ! Pour bien faire il faudrait augmenter la différence entre le temps de lecture d'une ligne CCD et le temps de pose par ligne, il y a plusieurs possibilités :

- diminuer la focale (pas faisable ici)
- utiliser un capteur plus petit (aucun intérêt : moins de champs)
- augmenter la taille du pixel (binning lors de l'acquisition mais les logiciels actuels n'ont pas prévu cette option)
- utiliser la futur interface ethernaude pour la Audine afin d'avoir des horloges non gérées par Windows.

4 - Conclusions

Si elle n'a pas été très fructueuse en détection d'objets nouveaux, cette mission a permis au moins de réobserver deux « astéroïdes » : 2000 UE29 qui a été numéroté peu après la mission (= astéroïde 37044) et 2001 XO33 qui avait été découvert lors de la mission de décembre 2001 au TJMS. Ce dernier a maintenant (mars 2002) un arc de plus de 110 jours et ne devrait plus nous échapper.

Les mesures automatiques avec PRISM sont très efficaces et très rapides, à condition bien sûr d'alimenter rigoureusement les entêtes de fichiers images avec les instants d'acquisition, les caractéristiques de l'instrument et de la caméra et les coordonnées du champ observé. La procédure la plus efficace à suivre pour l'envoi des mesures au Minor Planet Center consiste à ne pas chercher à effectuer les identifications et à se contenter d'attribuer une dénomination interne à chaque objet observé : le MPC fera les identifications lui même.

Les essais réalisés ont montré que la mise en œuvre du mode scan au TJMS est techniquement possible mais impose soit de disposer d'une caméra avec des gros pixels (pixels de 18 à 24 μm), soit l'utilisation d'un logiciel permettant d'effectuer les acquisitions en binning. La possibilité de transférer les images par une interface Ethernet serait aussi une solution pour diminuer le temps de lecture. En attendant, il est clairement démontré que la monture MCMT du TJMS et le pilotage avec PRISM autorisent la prise d'images en automatique par la mise en œuvre d'un script d'acquisition + pointage automatique pour réaliser une mosaïque de champs contigus.

Les observations ont montré aussi que l'exploitation d'une caméra Audine est très problématique à cause de la sensibilité reconnue de cette caméra au givrage (problème d'étanchéité).

Nous confirmons les résultats obtenus lors de la précédente mission : la magnitude limite atteinte pour le moment va peu au delà de $R = 19$ avec un capteur KAF 1600 classique (non E).

Quatre interventions nous semblent nécessaires sur le plan technique :

- réaluminure du miroir (en privilégiant plutôt une aluminure protégée)
- peinture en noir mat des tubes cylindriques de l'armature Serrurier du tube
- implanter un bafflage définitif sur le tube
- régler le problème du champ à pleine lumière qui devrait au moins couvrir la surface d'un CCD de 1 cm^2 .