

***Astrométrie***  
***d'objets***  
***Trans-Neptuniens***

*par Olivier GARDE*

## Table des matières

Chapitre		Page
I	Situation géographique	3
II	L'observatoire	5
III	La Mission	7
IV	Les T.N.O.	8
V	Méthode d'acquisition	11
VI	Matériel utilisé	14
VII	Les Observations	15
VIII	Les Résultats	16
	(32532) 2001 PT13	18
	(55536) 2002 TX 300 Thereus	20
	(55637) 2002 UX25	22
	(54598) 2000 QC 243 Bienor	24
	2001 UO18	26
	(73480) 2002 PN34	28
	(47171) 1999 TC36	30
VIX	Autres résultats	32



Vue d'artiste des objets trans neptuniens (Hamilton © 2003)

Les divers photos composant ce rapport ont été prises par Franck BOMPAIRE, François COCHARD, Pierre FARISSIER, Olivier GARDE, Jean-Paul ROUX, Olivier THIZY, Adrien VICIANA. D'autres ont été récupérés sur les sites internet de la Nasa et de l'association T60 du Pic du Midi. Le texte du chapitre I sur le village de St Véran a été repris en partie sur le site [www.saintveran.com](http://www.saintveran.com). Le texte du chapitre IV sur les T.N.O. a été rédigé par Olivier MOUSIS. Le logo d'astroqueyras a été repris sur le site [www.astroqueyras.com](http://www.astroqueyras.com).

## Chapitre I : Situation géographique

### Le village de St Véran

Le village de St Véran se situe dans le département des hautes Alpes à 2040 mètres d'altitude dans le Parc Régional du Queyras. Il comprend une population permanente de 270 habitants. Saint-Véran profite, comme le reste de la région, d'un climat sec et très ensoleillé. Sa vallée, bordée de montagnes culminant à 3 000 mètres et plus, a toujours été un carrefour important des grands itinéraires de la traversée des Alpes. Saint-Véran a un long passé historique qui remonte à l'antiquité.



Les constructions que l'on peut voir dans le village résultent de l'adaptation, dès le Moyen-Age, à la vie en haute altitude et sont d'un modèle unique en Europe.

Le village est divisé en 5 quartiers : les Forannes, le Châtelet, la Ville, Pierre-Belle et le Villard. Cette division est dû à des espaces dans lesquels il était impossible de construire, mais cela permet aussi de limiter les dégâts causés par les incendies, souvent fréquents,

car l'utilisation du bois pour le chauffage à cause du froid est nécessaire plus de 200 jours par ans. Dans chacun des 5 quartiers on trouve une fontaine. On trouve aussi trois fours à pain communs dans les quartiers de la Ville, des Forannes et dans le hameau du Raux qui se trouve 100 m plus bas que le village de Saint Véran.

Actuellement, cette station familiale de ski peut accueillir environ 1.800 personnes. Sans renoncer à son identité, Saint-Véran a su s'adapter aux conditions nouvelles de la vie moderne. Les activités agricoles et pastorales qui, sans disparaître, perdent de l'importance, conservent au village son aspect des communautés rurales et l'été voit arriver les transhumants qui restent de juin à octobre dans les alpages.

La tradition se maintient aussi à travers l'architecture. L'artisanat



du bois reste également très vivant. Saint-Véran exporte ses meubles et objets sculptés dont le succès auprès du public est dû à la qualité du travail alliée à une fabrication traditionnelle.

Aujourd'hui, Saint-Véran se classe parmi les plus beaux villages de France.



## L'église

L'église actuelle date du 17ème. Elle fut dessinée par un ingénieur Huguenot et reconstruite sur les fondations de l'ancienne qui datait du 16ème dont on peut encore apercevoir des pierres sculptées.



## Les cadrans solaires

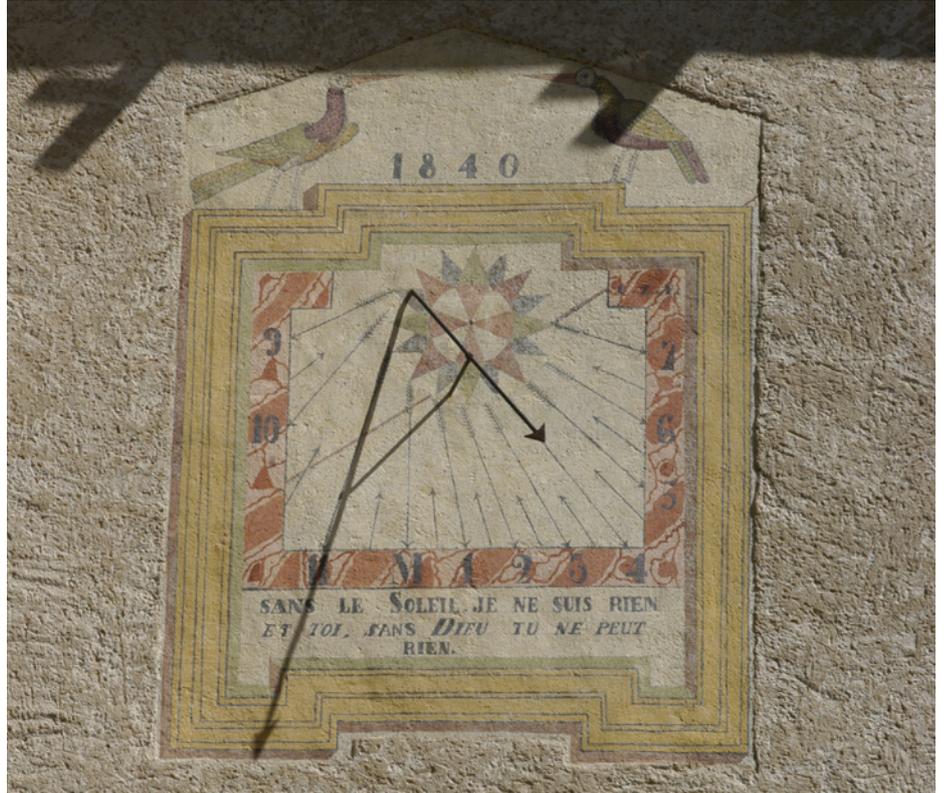
On en trouve une vingtaine dans le village. Ce type de cadran, mural, date de la période de la renaissance. Il remplace le cadran primitif, le gnomon, qui se composait d'un pieu planté verticalement dans le sol autour duquel étaient gravées les heures. Les cadrans muraux se composent d'une aiguille, le style, dont l'ombre portée donne les heures qui elles-mêmes sont peintes sur le plan du cadran.

Les plus célèbres des cadrans ont été réalisés par un artiste piémontais de 1840 à 1845 : G. F. ZARBULA. Les cadrans solaires du Queyras constituent une facette originale de l'art populaire dont l'origine remonte au XVIIème siècle, et qui disparaît à peu près au moment où se démocratise l'usage de la montre, à la fin du XIXème siècle.

L'intérêt que portait le Queyrassin à ces horloges solaires s'explique par les relations privilégiées qu'il

entretenait avec le Piémont voisin. Il subissait de façon déterminante l'influence des écoles de peinture italiennes spécialisées dans la réalisation des décors intérieurs

religieux, mais également celle des "maîtres cadraniers" qui passaient les cols pour proposer leurs services.



**Le Parc Régional du Queyras a été créé en 1977. Il s'étend sur 60.330 Ha et comprend 11 communes pour une population de 2.300 habitants. Le parc possède une faune et une flore très importantes.**

## Chapitre II : L'observatoire

La pureté de son ciel et la qualité de son environnement au sein du Parc Naturel Régional du Queyras font de Saint-Véran un site exceptionnel pour les observations du ciel.

A la fin des années 1960, une étude comparative menée par les instances nationales de la recherche astronomique (INAG) sélectionne le Pic de Château Renard comme le meilleur site d'Europe continentale pouvant accueillir un télescope de 4m ( finalement à Hawaï : le C.F.H.T ). En 1973-1974, avec le concours du CNRS et de l'observatoire de Nice, une station de coronographie dépendant de l'observatoire de Paris y est édifée. Cette station fonctionne jusqu'à la fin du programme scientifique, en 1982, puis fermée pour des raisons de difficultés d'accès.



En 1990, grâce à l'impulsion d'astronomes professionnels, la station est alors mise à la disposition des amateurs par l'intermédiaire d'une convention passée entre l'association AstroQueyras (association loi de 1901) et l'observatoire de Paris.

Le télescope actuel de 62 cm, prêté par l'O.H.P (Observatoire de Haute Provence), est désormais



le plus haut télescope de France sous des ciels les plus purs d'Europe... En 2004, l'association AstroQueyras comptait environs 150 membres. Gérer et développer cet observatoire est le but principal de l'association. Parallèlement, elle organise régulièrement des séminaires portant sur diverses techniques d'observation.

L'observatoire est ouvert aux particuliers ou clubs (par équipes de 3 à 6 personnes), qui en font la demande pour un projet précis. De nombreux groupes de toute nationalités sont déjà montés pour des observations et des travaux scientifiques et pédagogiques.

L'association reçoit régulièrement des enseignants et étudiants d'I.U.F.M. La station est également ouverte au public tous les après-midi en période estivale. L'observatoire est assez compact : structure d'hébergement et coupole de 7.50m reliés par un tunnel. L'électricité est fournie

par des panneaux solaires et deux groupes électrogènes de secours. La partie hébergement ne manque de rien: eau froide et chaude (non potable), chauffage au gaz, cuisinière, lits, salle de bain, etc...



La coupole est assez imposante de l'extérieur, mais encore plus de l'intérieur.

On y arrive par un petit couloir et un escalier qui donne sur la salle de contrôle et sur la coupole.

Sa structure métallique est remarquable; elle a été construite par les ateliers de Gustave Eiffel! Des hublots tout autour de la coupole présentent l'avantage d'avoir une vue superbe des montagnes environnantes à l'aube juste avant le lever du Soleil...

de réaliser des spectres avec une résolution de 30.000.

Le pilotage du télescope, la saisie d'images et le traitement sont assurés par trois ordinateurs situés dans la salle de contrôle...

Plusieurs astéroïdes ont été

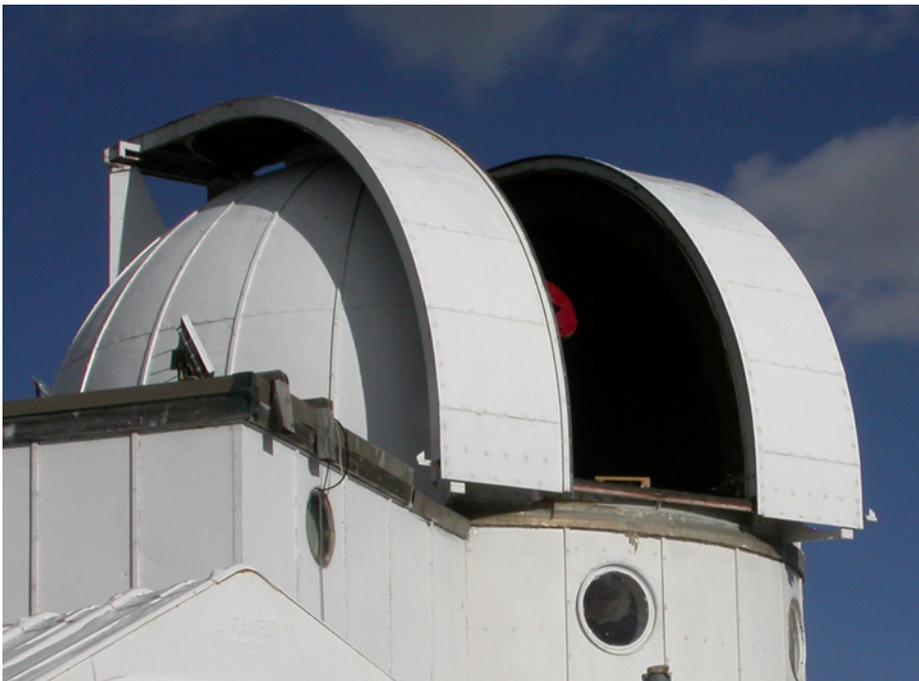
## L'observatoire le plus haut d'Europe



On accède à l'observatoire par un chemin en terre sinueux qui part du village à 2.040m pour arriver au pied du Pic de Château Renard à 2.930m d'altitude. Il faut environ 30 minutes pour parcourir les 900m de dénivelé avec un véhicule de tourisme, à travers les alpages, les moutons et les marmottes. L'hiver, l'accès à la station se pratique en raquette ou à ski de randonnée depuis le village. La station a comme coordonnées géographiques :

Latitude +44° 41' 56" N

Longitude 6° 54' 30" E



Le télescope de 62 cm est vraiment imposant. De type Cassegrain sur une monture allemande, le télescope se manie relativement aisément. Différentes configurations optiques peuvent être adoptées : f/30, f/15, f/7.5, f/3...

découvert ici dont un qui porte le nom de St Véran, il a le numéro 48159. L'observatoire est référencé au niveau de l'UAI et porte le numéro 615.

Le pointage manuel est facilité par deux chercheurs réticulés éclairés (12 x 60) et un «TELRAD».

De nombreux accessoires complètent l'ensemble (oculaires, bagues d'adaptation, etc...) Caméras CCD pour la saisie d'images (ST8EX, HiSys22, webcam, vidéo,...)

Depuis septembre 2003, un spectrographe « Musicos », prêté par l'ESA (Europe Space Agency), permet la réalisation de spectres de qualité professionnelle. C'est un spectro à échelle qui permet



## Chapitre III : La mission

C'est au mois de mai 2003, à l'occasion des rencontres pro-amateur de l'école d'Oléron, organisé par le CNRS, que l'idée a germé dans l'esprit de certains astronomes amateurs et professionnels, pour mettre en place des missions communes d'observations sur des cibles accessibles à des télescope de faible diamètre.



Olivier MOUSIS

C'est ainsi que la mission d'astrométrie de TNO\* fut lancé par Olivier MOUSIS, astronome à l'observatoire de Besançon et maître de conférence à la faculté de physique de Zurich.

Cette mission est programmé semaine 34 (du 14 au 22 Août) simultanément, sur deux télescopes de diamètre similaire : le T62 de St Véran et le T60 du Pic du Midi. Une quinzaine de TNO dont la magnitude varie de 19,2 pour les plus brillant à 21 seront étudié. Certains de ces TNO ont été très peu observé, de nouvelles mesures viendront contribuer à affiner les données orbitales de ces objets.

La mission de St Véran encadré par Olivier GARDE, comprend 5 personnes, tous membres du CALA (Club d'Astronomie de Lyon Ampère) : Franck BOMPAIRE, Pierre FARISSIER, (\*) TNO veut dire «trans neptunian objects» ou en Français OTN (objets trans neptuniens) et désigne les corps célestes situés au delà de l'orbite de Neptune : Pluton est le plus brillant de ces objets.

Florence MAGNAN et Adrien VICIANA. Celle du Pic du Midi, encadré par Stéphane CHARBONEL, comprend 4 personnes : Yves LEMASSON, Francois MEYER et Jacques MONTIER. Une troisième mission au pic est programmé courant septembre sur le T1m avec François COLAS, afin d'effectuer la photométrie de ces mêmes objets.



Observatoire du Pic du Midi



L'équipe de la mission CALA devant le T62



Franck BOMPAIRE



Adrien VICIANA



Florence MAGNAN



Olivier GARDE



La mascotte de la mission



Pierre FARISSIER

## Chapitre IV : Les T.N.O.



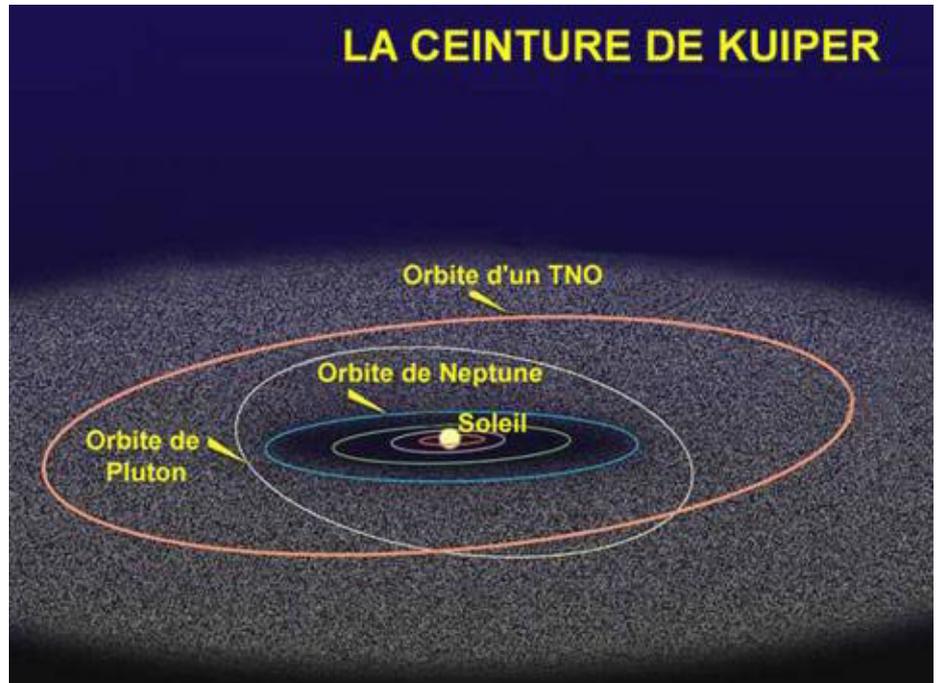
Vue d'artiste d'un TNO

Ce sont des corps glacés, très primitifs, qui sont les derniers restes fossiles de la formation de notre Système Solaire il y a 4,6 milliards d'années. L'étude de ces objets, découverts pour la première fois il y a une dizaine d'années, est actuellement en plein essor. Elle peut fournir des indices précieux sur la composition de la nébuleuse primitive et sur les processus qui y ont prévalu au tout début de l'histoire du système solaire. De plus, la connaissance des propriétés physiques des objets transneptuniens pourrait être une étape importante dans l'étude des disques circumstellaires et la formation de planètes autour d'autres étoiles que le Soleil.

Des surveys étendus ont été menés dans la ceinture d'astéroïdes afin de déterminer les caractéristiques de la dynamique du système solaire interne. Ces données observationnelles ont pu aboutir à la modélisation numérique de l'histoire dynamique de la zone interne du système solaire. Ces études dynamiques, menées de front avec des études physico-chimiques, ont été primordiales

dans l'amélioration de notre compréhension des conditions de formation des planètes telluriques. Ainsi, des liens entre les types spectraux des astéroïdes et les études de composition des météorites ont apporté de nombreuses informations sur la composition et les conditions physiques régnant dans la nébuleuse protosolaire dans le domaine des 2 à 4 UA du Soleil. La distribution orbitale actuelle des astéroïdes aurait été sculptée par

Pour le système solaire externe, l'absence de petits corps extérieurs à Jupiter signifie que des études similaires ne sont pas possibles pour contraindre la formation des planètes géantes. Toutefois, Kuiper (1951) a suggéré l'existence d'une ceinture d'astéroïdes dont les orbites possèdent des demi-grand axes compris entre 30 et 50 UA, en se basant sur les observations de la distribution orbitale des comètes à courtes périodes. Gladman & Duncan (1990) et Holman &



Au début de l'année 1992, les astronomes se sont rendus compte d'une vaste population de petits corps tourne au tour du soleil au delà de l'orbite de Neptune. Il y a plus de 70.000 «trans-Neptuniens» avec des diamètres supérieur à 100 kilomètres dans une zone s'étendant de l'extérieur de l'orbite de Neptune à 30 UA jusqu'à 50 UA. Les observations prouvent que les trans-Neptuniens sont la plupart du temps confinés dans une boucle épaisse autour de l'écliptique, Cette boucle est désigné généralement sous le nom de la ceinture de Kuiper.

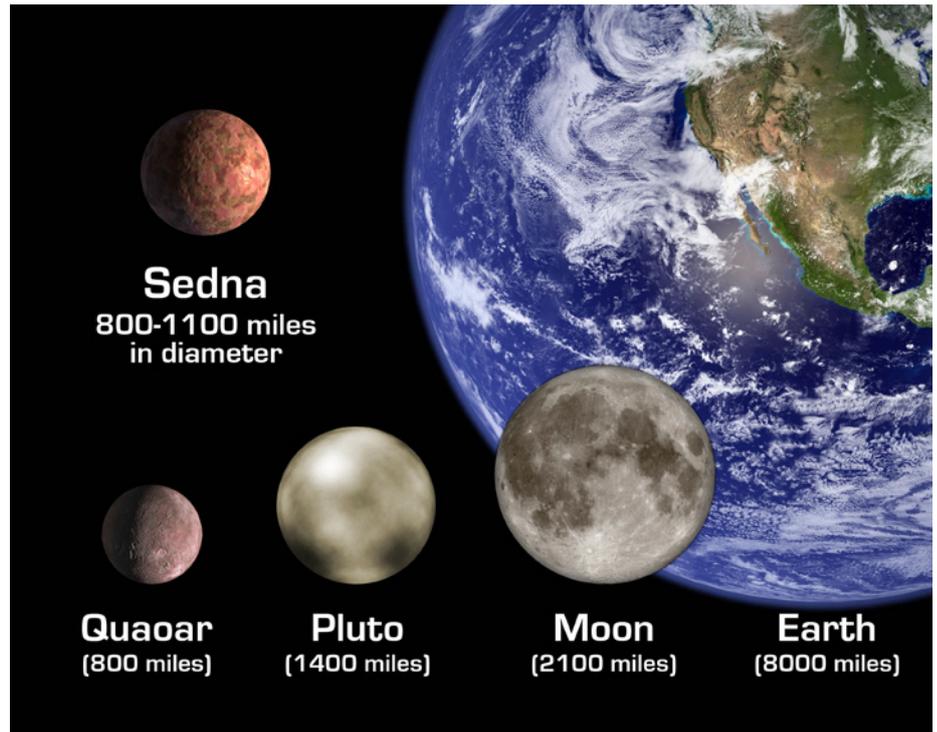
les interactions gravitationnelles avec les planètes au cours de la vie du système solaire (Murray & Holman 1997), ainsi que par de grands corps passés au travers de la ceinture au cours de l'époque la plus violente de la formation du système solaire (Petit et al. 2001).

Wisdom (1993) ont montré que lorsque les planètes géantes ont atteint leurs masses actuelles, leurs régions de formation auraient été vidées de planétésimaux dans des échelles de temps largement inférieures à l'âge actuel du système solaire. Ces études ont

aussi montré qu'à l'extérieur de Neptune, l'hypothétique «ceinture de Kuiper» était stable, conformément à l'hypothèse de Duncan et al. (1987) qui stipulait que les comètes à courtes périodes provenaient de cette source en raison d'une instabilité gravitationnelle à long terme. L'idée générale développée à partir de ces études est que la ceinture de Kuiper, localisée en dehors de Neptune, serait dynamiquement froide. Elle serait le fossile résiduel d'un disque de planétésimaux à partir duquel les planètes géantes n'ont pu se former.

Depuis la découverte du premier Objet Trans-Neptunien (OTN) par Jewitt & Luu (1993), environ 800 OTN et Centaures ont été répertoriés, confirmant ainsi l'existence d'une «ceinture de Kuiper». Cette ceinture n'est pas la zone «froide» que beaucoup avaient escompté. A la place, nous avons trouvé une ceinture dynamiquement excitée (vitesses aléatoires beaucoup plus grandes que celles permises pour accréter les OTN) et extrêmement appauvrie (beaucoup moins de petits corps que prévu initialement). Beaucoup de questions ont découlé de cette découverte:

Qu'est-ce qui a causé l'excitation dynamique de la ceinture? Les hypothèses actuelles comprennent: le passage d'une étoile proche (Ida et al. 2000), le passage de plusieurs corps de la taille de Mars ou de la Terre (Petit et al. 1999) ou de Neptune naissant dans cette région (Thommes et al. 1999), la capture adiabatique d'OTN dans les résonances orbitales avec Neptune lors de sa migration vers l'extérieur (Hahn et al. 1999) ou le déplacement



Comparaison des dimensions des plus gros TNO avec la Terre et la Lune.  
(document NASA)

de résonances séculaires dans cette région. Tous ces scénarios ont été développés en dépit du fait que la structure dynamique de la ceinture de Kuiper est faiblement comprise. Chacun de ces scénarios ne contraint qu'une seule signature de la structure dynamique de la région. Seul un catalogue extensif d'informations sur les orbites permettra de construire un scénario satisfaisant.

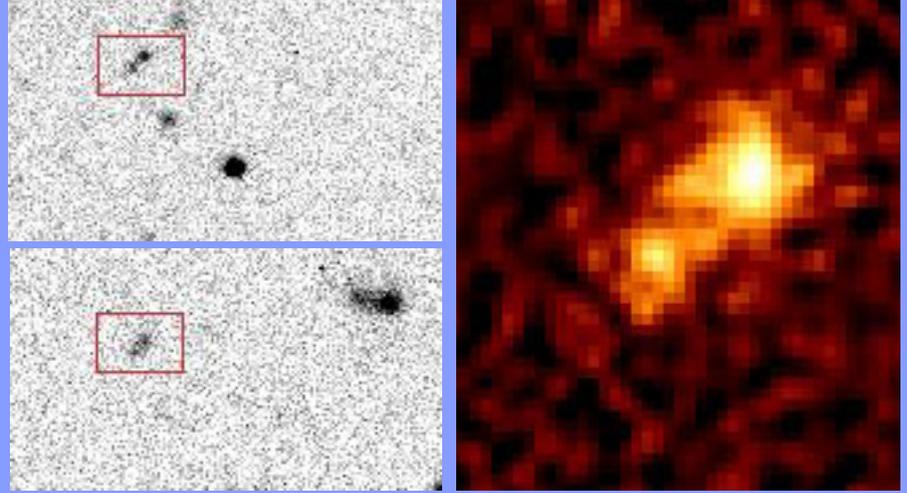
Les OTN peuvent-ils se former au-delà de 50 UA? Actuellement, il n'existe pas d'objets sur des orbites circulaires situés au delà de 50 UA du Soleil. Pourquoi? A nouveau, un certain nombre d'explications ont été apportées. Il est possible que le passage d'une étoile proche ait pu tronquer le disque à une certaine distance du Soleil. Il se peut aussi que le Soleil soit né dans une nurserie d'étoiles proches et qu'au delà de 50 UA, la ceinture de Kuiper ait été vaporisée. Alternativement, les modèles récents suggèrent

que les processus d'accrétion de la poussière et de croissance des planétésimaux ne fonctionnent pas sur de courtes échelles de temps dans cette région. Un survey couvrant une grande partie de l'écliptique devrait permettre d'affiner la détection de ces rares objets au delà de 50 UA du Soleil. Quelle est la distribution en taille de ces corps? La mesure de la distribution en taille des grands OTN (50-500 km) de la ceinture de Kuiper est indispensable pour comprendre les processus d'accrétion de la poussière et de croissance de ces planétésimaux. Ces objets sont-ils distribués en «cascades» de tailles, causées par les effets compétiteurs de l'accrétion ou de l'érosion, ou bien la distribution en taille est-elle la résultante de seulement l'un de ces processus?

Quel est le membre le plus important de la ceinture de Kuiper? La découverte de Pluton par Clyde Tombaugh en 1930 a été facilitée par un rapprochement

favorable de ce corps. Cependant, il est parfaitement envisageable que Pluton ne soit pas le membre le plus massif de cette région. Un survey compréhensif et complet de cette zone du système solaire aura une chance de mettre en évidence le membre le plus important de cette population. Actuellement, les astronomes ne connaissent qu'au premier ordre la structure de cette région du système solaire: la ceinture de Kuiper contient des petits corps dont nous n'avons qu'une compréhension partielle des différents types d'orbites. Notre ignorance du contenu détaillé de cette région affaiblit sévèrement notre compréhension de la formation du système solaire externe. Beaucoup de progrès seront accomplis sur ce sujet lorsque nous posséderons une base de données d'objets (~1000) dont les orbites seront particulièrement bien déterminées. Cela requiert que ces objets soient découverts et suivis au cours de surveys bien caractérisés. Dans ce contexte, au moins 3 oppositions par objet sont nécessaires afin d'établir un classement statistique des différentes classes dynamiques auxquelles appartiennent les OTN.

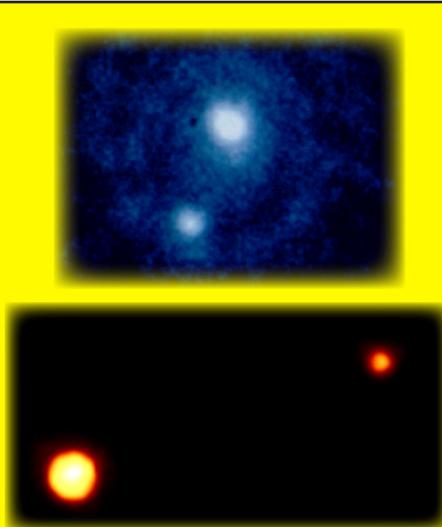
## Découverte d'un satellite autour de l'objet transneptunien 1998 WW31



*Alain Doressoundiram (Observatoire de Paris) et Christian Veillet (Institut CFH) ont découvert que l'objet transneptunien 1998 WW31 est en fait un objet double. C'est au cours de leur programme de photométrie multi-couleurs et d'amélioration d'orbites des objets transneptuniens qu'ils ont fait cette découverte. Ce programme s'effectuait sur le Télescope Canada-France-Hawaii de 3,6 m perché à 4200m sur le Mauna Kea de l'île de Hawaii. En décembre 2000, ils ont pointé le télescope sur 1998 WW31, un objet transneptunien de magnitude 23,6 à 45,6 UA de la Terre, qui requérait des observations supplémentaires sans lesquelles ils auraient perdu sa position. La nature double ou allongée de l'objet ne leur est pas apparue immédiatement lors des observations, mais seulement plus tard lors de l'analyse minutieuse des données. 1998 WW31 est donc le deuxième objet transneptunien (après Pluton) à avoir un satellite. Le diamètre global de la paire est estimé à 150 km. La séparation angulaire de 1,2» observée en décembre correspond à une distance effective entre les deux composantes d'environ 40000 km (Pluton et Charon sont distants de 19636 km). La différence de magnitude entre 1998 WW31 et son satellite est estimé à 0,4, ce qui donne un rapport de masse d'environ 1,7 (rapport de ~8 pour Pluton-Charon) donc le système 1998 WW31 est plus une «planète» double qu'un système planète-satellite.*

## Les Plutinos

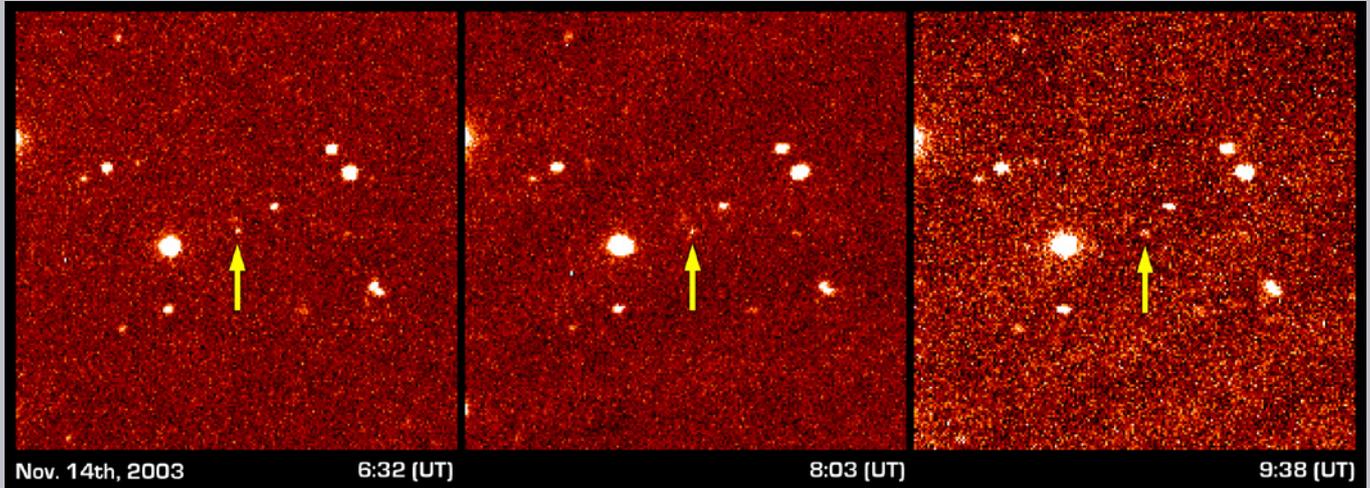
*Les Plutinos, sont des sous ensemble des TNO et sont situées sur une bande à 39 UA du Soleil alors que la plupart des autres TNO sont beaucoup plus éloignés. Outre une forte inclinaison orbitale (<20°) ils se caractérisent par une résonance parfaite ou proche de 3:2 avec Neptune, c'est-à-dire qu'ils effectuent 2 rotations autour du Soleil lorsque Neptune en fait 3. Cette résonance est également partagée avec Pluton, d'où ces astéroïdes tirent leur surnom (petits Pluton). Pluton est le plus grand des Plutinos. Il est probable que la résonance 3:2 stabilise les Plutinos contre les perturbations gravitationnelles générées par Neptune. Ces objets résonants sur des orbites elliptiques peuvent en effet s'approcher de Neptune sans jamais être capturé ou s'y fracasser car leur distance au périhélie leur permet d'éviter Neptune. Pluton agit d'une manière similaire lorsqu'il traverse l'orbite de Neptune, sans jamais entrer en collision avec cette planète. Quelque 35% des Objets Trans-Neptuniens sont des Plutinos. Quelques autres semblent sous l'emprise d'autres résonances tel 1995 DA2 qui obéit probablement à la résonance 4:3. D'après les dernières découvertes, il existerait quelque 25000 Plutinos de plus de 100 km de diamètre.*



Pluton et son compagnon Charon  
(Photo Hubble Space Telescope)

## Sedna

le dernier gros TNO découvert



Le TNO Sedna, de son vrais nom 2003 VB 12, a été découvert par une équipe américaine travaillant sur le télescope Samuel Oschin à l'observatoire du Mont Palomar. Il a une magnitude de 21,2 et un diamètre de 1.800 Kms environs.

## Chapitre V : Méthode d'acquisition

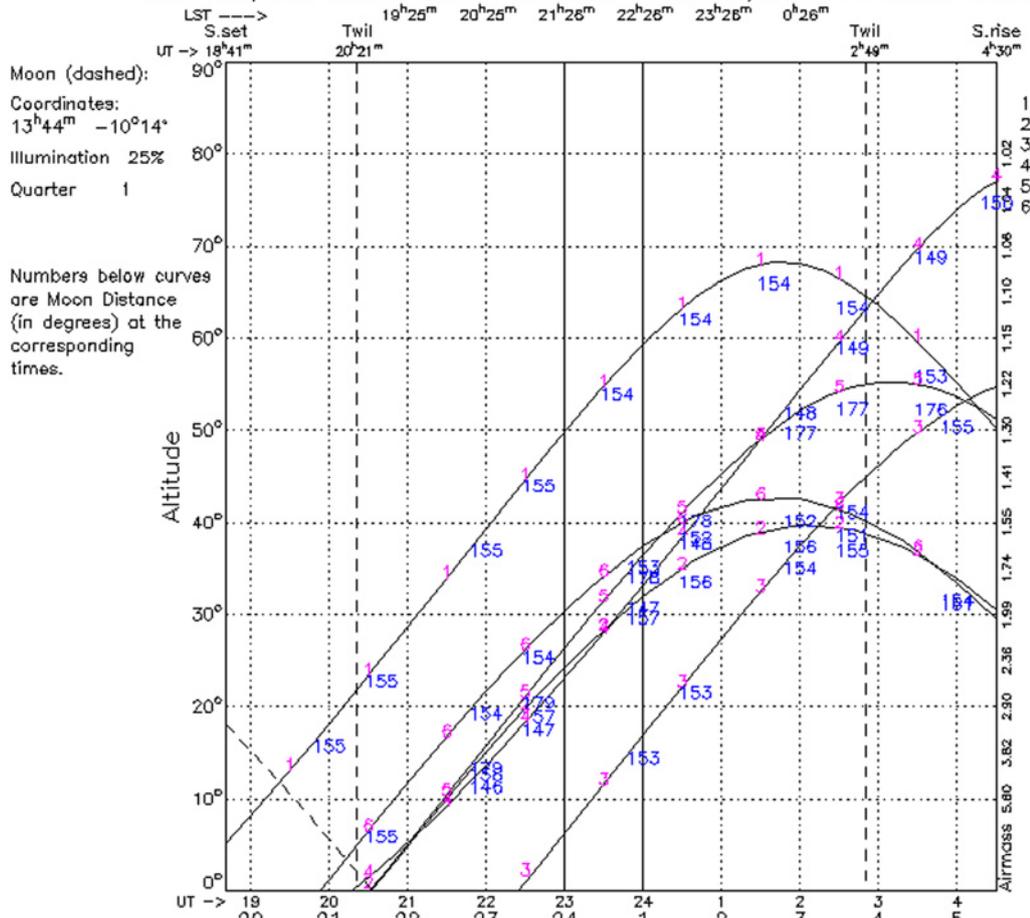
Le premier problème auquel nous sommes confronté pour l'observation de ces TNO, c'est la magnitude très faible de ces objets. Les plus brillants sont à la magnitude 17,5. Comme nous allons utiliser le T62, on peut donc déjà écarter les magnitudes plus faible que 21. Il faut aussi éliminer les objets ayant une élongation entre le Soleil et l'objet inférieure à 90 degrés. Ensuite, il faut toujours prévoir des temps de poses tels que l'objet bouge de moins de la moitié du seeing mesuré. Par exemple, pour un objet se déplaçant à 4"/heure et un seeing de 2", la pose est ainsi limitée à 30 mn. Cela n'est pas un problème dans la plupart des cas. Il faut aussi éviter les objets d'élongation comprise entre 130 et 155 degrés: il y a alors risque de confusion avec les astéroïdes!!! Pour les objets assez rapides (vitesse absolue supérieure à 2"/h), on peut les mettre en

évidence sur une seule nuit. Pour les objets faibles, on va faire une série de poses de 4mn, que l'on décalera et additionnera ensuite. Il faut réaliser des poses sur une durée telle que l'objet bouge d'au moins 2 à 3 fois le seeing. Pour des objets plus brillants, on fait des séries de poses jusqu'à totaliser 20 à 30 minutes d'exposition. On passe ensuite à un autre objet. Puis on revient sur l'objet initial après environ 1 heure à 1h30. On répète l'opération une troisième fois. Les poses de chaque série seront décalées puis additionnées comme précédemment. On fait ensuite un blink des 3 images obtenues. Pour les objets lents, il faut travailler sur 2 ou 3 nuits. Si l'objet est suffisamment lent (mouvement inférieur à 1 seeing sur la durée de l'observation), il n'est pas nécessaire de décaler les images individuelles. On répète l'opération et on blink. Pour accroître la sensibilité au niveau de la détection des TNO, nous

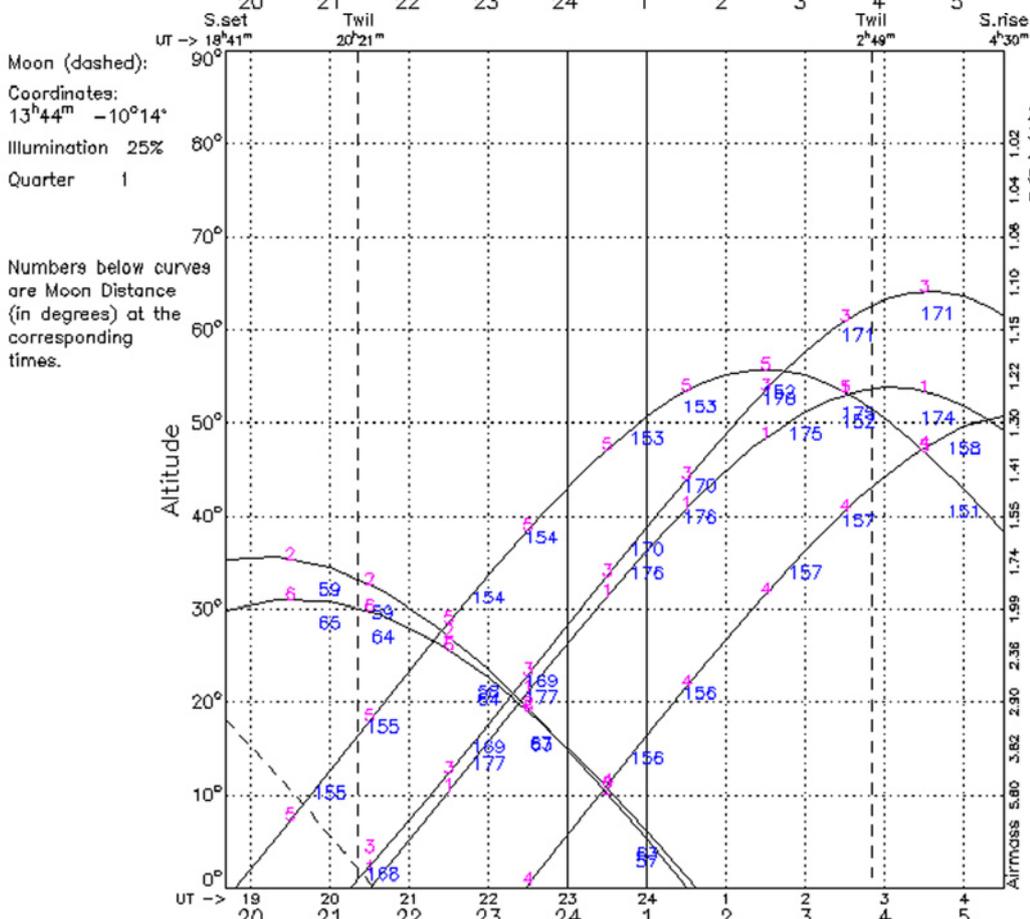
ferons les acquisitions en binning 2x2. Enfin, nous réaliserons un programme d'observation en fonction de la visibilité optimale des objets :

- 1) Chaque objet devra être à plus de 30 degrés de hauteur au moment des acquisitions, de façon à ne pas être gêné par la masse d'air plus importante à des hauteurs basse sur l'horizon.
- 2) Afin de limiter les durées de déplacement du télescope entre deux cibles, on tiendra compte de la distance de chaque objet entre eux. On essaiera d'enchaîner les objets au fur et à mesure qu'il se présente à proximité du méridien.
- 3) En ce qui concerne les objets ayant un déplacement rapide, on essaiera de faire deux mesures par nuit (un en début, l'autre en fin de nuit) afin de pouvoir mettre en évidence son déplacement sur l'image et donc d'être sûr de sa présence dans le champ de la CCD.

Altitudes, site coordinates 6.9083E 44.6989, 2930 m above sea level



- List of objects:
- 1 [TX300] 0<sup>h</sup>12<sup>m</sup> +23° 1'
  - 2 [TC36] 0<sup>h</sup>35<sup>m</sup> - 5°31'
  - 3 [VE95] 3<sup>h</sup>31<sup>m</sup> +10° 9'
  - 4 [VS2] 3<sup>h</sup>21<sup>m</sup> +32°41'
  - 5 [UX25] 1<sup>h</sup>36<sup>m</sup> + 9°58'
  - 6 [QW90] 0<sup>h</sup> 8<sup>m</sup> - 2°35'



- List of objects:
- 1 [UO18] 1<sup>h</sup>30<sup>m</sup> + 8°30'
  - 2 [MS4] 17<sup>h</sup>35<sup>m</sup> - 9°39'
  - 3 [SM55] 2<sup>h</sup> 0<sup>m</sup> +18°53'
  - 4 [VB12] 3<sup>h</sup>17<sup>m</sup> + 5°53'
  - 5 [PT13] 23<sup>h</sup>55<sup>m</sup> +10°29'
  - 6 [KY14] 18<sup>h</sup> 1<sup>m</sup> -14° 8'

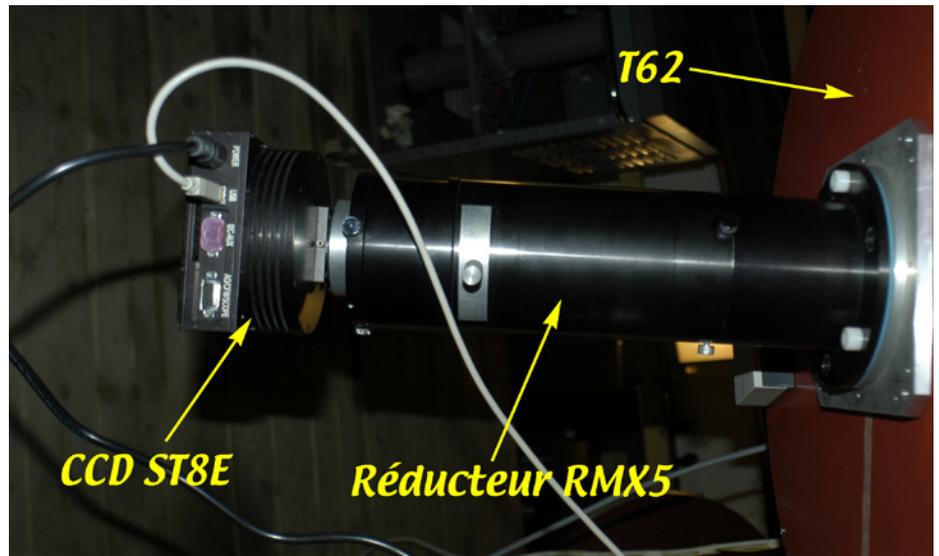
Graphiques donnant la hauteur du TNO au dessus de l'horizon en fonction de l'heure d'observation



## Chapitre VI : Matériel utilisé

Nous avons utilisé le T62 avec le réducteur de focale RMX-5 afin de ramener le rapport F/D du télescope à 3, soit 1.860 mm de focale. L'acquisition des données a été effectué avec la caméra SBIG ST8E d'Astroqueyras (upgradé depuis 1 an en USB). Le capteur de la ST8E est un CCD Kodak KAF 1602E, de 1530x1020 pixels, dont la sensibilité dans le bleu est meilleur que le traditionnel KAF 1600. La taille des pixels est de 9 microns et le CCD à une dynamique de 16 bits, soit 65535 valeurs possible. La dimension du capteur est de 13,8 x 9,2 mm. La ST8 possède un capteur d'autoguidage Texas Instrument, le TC 237, dont la matrice est composé de 657x495 pixels de 7,4 microns. La caméra est refroidie par un ensemble de module Peltier permettant de disposer d'une température 30 degrés inférieur à la température ambiante.

Nous avons effectué les acquisitions avec le programme «CCD SOFT» de software bisque en binning 2x2, afin d'acroitre la sensibilité de la caméra en appairant les pixels 2 à deux afin de constitué un «gros pixel» de 18 microns de coté, ce qui permet de multiplier par 4 la surface collectrice de photon. Chacune de nos images ont été obtenues par l'addition de 10 à 20 poses unitaires de 3 minutes (selon la vitesse de déplacement et la luminosité de chaque TNO observé). Après chaque cession d'observation, nous avons effectué les offsets, dark et flat sur l'écran disposé dans la coupole de l'observatoire. Le pré traitement des données a été fait également avec CCD Soft.



*Le T62 équipé du RMX-5 et de la ST8E*



*Ambiance dans la sale de contrôle en début de nuit*



*et... vers 3hoo TU*

## Chapitre VII : Les observations

Nous avons eu globalement plusieurs nuits d'observations entières et quelques nuits partielles. Nous avons pu observer l'équivalent de 4 nuits sur 7. La nuit du 15 au 16 Août a été utilisable en entier. On a pu régler notre manippe au niveau des temps de poses à employer en fonction de la vitesse de déplacement des objets à observer. On a vérifié aussi l'exactitude des données orbitales calculées avec les programmes The Sky 6 et Guide 8 pour voir si l'objet était bien présent sur nos images. Cela a bien fonctionné sauf pour 2001 UO 18 qui n'était pas à l'endroit espéré, mais néanmoins présent sur les images. La nuit du 16 au 17 Août a été interrompu vers 1h20 TU à cause de la pluie. On a pas ouvert la coupole dans la nuit du 17 au 18 Août car l'ensemble du ciel était bouché sans aucun espoir d'amélioration. Très bon ciel dans la nuit du 18 au 19, mais dominé

par des rafales de vents qui nous ont obligé à pointer des objets uniquement dans la direction opposé au vent. La nuit du 19 au 20 a été interrompue à 23h TU après l'apparition de nuages. Journée et nuit de pluie entre le 19 et le 20 Août. Notre dernière nuit, a été par contre excellente. Au cours de notre mission, nous nous étions donné comme but, d'effectuer l'astrométrie d'une vingtaine de TNO dont la magnitude variait de

19,2 pour les plus brillant à plus de 21 pour les moins lumineux. Les essais d'images que nous avons fait sur les objets dépassant la magnitude 20,7, se sont révélé infructueux : dans la plupart des cas ces objets étaient noyés dans le fond de ciel (rapport Signal/bruit très faible) voir indétectable. Par contre nous avons obtenu des résultats pour les plus lumineux comme (32532) 2001 PT13 ou (55536) 2002 TX 300.



Elaboration du planing d'observation de la nuit

### Données orbitale des TNO observés

date du Perihelion : 14-juil-04

Données orbitales										
N° du TNO	Nom	e	a	i	Long. du nœud	w	Anomalie princ.	H	G	Magnitude
(55536) 2002 TX 300	Thereus	0,1211058	43,1023990	25,8957920	324,6961930	339,0787260	59,0682570	3,3000000	0,1500000	19,60
(32532) 2001 PT13		0,1974611	10,6146170	20,3771800	205,2653600	86,3087500	56,3937100	9,0000000	0,1500000	19,20
(54598) 2000 QC 243	Bienor	0,2022201	16,4649566	20,7847600	337,8510500	153,1510900	233,3075000	7,6000000	0,1500000	20,40
(84522) 2002 TC302		0,2936991	55,2147180	35,1095700	23,8754400	87,1089800	311,9088400	3,9000000	0,1500000	20,80
2001 UO18		0,2851697	39,4990310	3,6785800	36,3569300	47,9968600	325,3388600	5,0000000	0,1500000	20,20
(24835) 1995 SM55		0,1054270	41,7477510	27,0964900	21,0712400	72,4254200	312,2974200	4,8000000	0,1500000	20,90
(55637) 2002 UX25		0,1441034	42,6402100	19,4712700	204,6355200	278,2471400	279,7143700	3,6000000	0,1500000	20,00
(73480) 2002 PN34		0,5670031	30,7816690	16,6558000	299,2261500	358,2355900	5,6295500	8,2000000	0,1500000	19,50
2002 KY14		0,1031341	12,2909930	17,7293010	244,7228620	32,5582020	357,6958210	9,8600000	0,1500000	20,60
2003 QW90		0,0911344	43,5144890	10,3609510	17,7709200	231,9672280	100,0274890	4,6500000	0,1500000	21,20
(47171) 1999 TC36		0,2219512	39,2508240	8,4154050	97,1507840	295,4488370	343,8468030	4,9000000	0,1500000	20,00
2002 MS4		0,1434407	41,7079030	17,6810700	216,0167300	217,7197500	197,8593900	3,9000000	0,1500000	20,80
(29981) 1999 TD 10		0,8715782	95,7026460	5,9633500	184,7108000	172,5710300	1,8115600	8,8000000	0,1500000	20,80
(15874) 1996 TL66		0,5795553	83,3223880	24,0029000	217,7899800	184,8400900	1,4076200	5,4000000	0,1500000	21,10
2003 VB12	Sedna	0,8505880	509,1073300	11,9319900	144,5598100	311,3661400	357,7473300	1,6000000	0,1500000	21,20
(84922) 2003 VS2		0,0756564	39,4131100	14,7795300	302,8340600	114,1301200	358,9275700	4,2000000	0,1500000	20,00
(55638) 2002 VE95		0,2880304	39,3020019	16,3464600	199,8593500	207,3682400	3,8618900	5,3000000	0,1500000	20,00
(52872)1998 SG35	Okyrhoe	0,3091164	8,3997431	15,6365400	173,2376800	337,9226600	307,7314200	11,3000000	0,1500000	20,60

## Chapitre VIII : Les résultats

Voici les résultats des TNO ayant été observés 3 à 4 nuits durant notre semaine de mission, il s'agit de :

- (55536) 2002 TX 300, (32532) 2001 PT13 observés chacun quatre fois.

- (54598) 2000 QC 243, (55637) 2002 UX25 et 2001 UO18, observés chacun trois fois

- Les autres cibles n'ayant qu'une ou deux nuits d'observation ne permettent pas de mettre en évidence la présence certaine de ces TNO sur les clichés.



Analyse et traitement des données le jour...

Ces objets ont fait l'objet de mesure précise grâce au logiciel Canopus écrit par Brian D. Warner et édité par Bdw Publishing, en comparant la position d'étoiles connues figurant sur les mêmes images que les TNO. Les données ont été reprises par Olivier MOUSIS et sont en cours de traitement. Elle feront l'objet de publications de circulaires au MPC (Minor Planet Circulars).

**Un objet mystérieux...**

15 Août 2004 à 21h43 TU

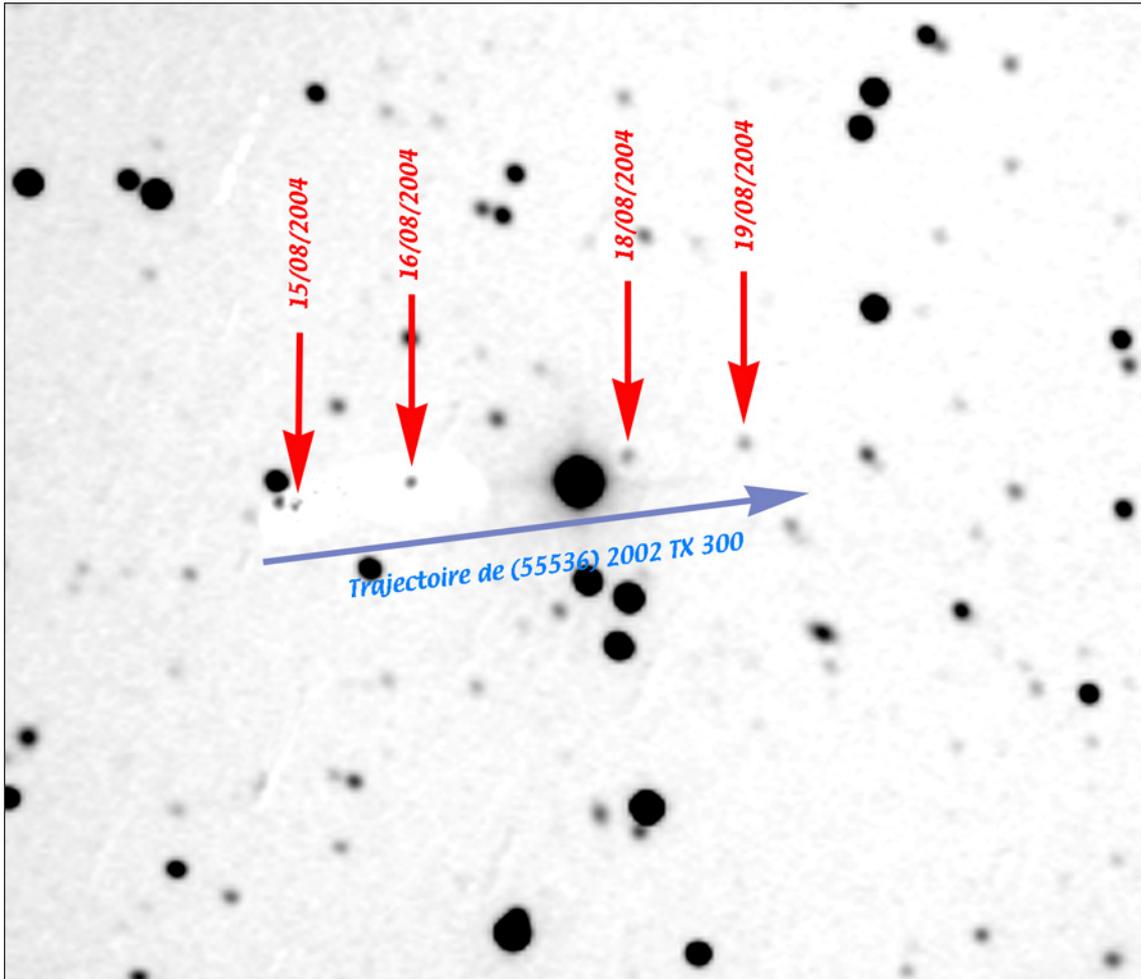
16 Août 2004 à 23h32 TU

█ (55636) 2002 TX 300

█ Crétinos (mag. >19,6)

*Lors d'un «blink» entre deux images du même champs, nous avons remarqué qu'il y avait un autre objet qui se déplaçait plus lentement dans le sens rétrograde et dont la magnitude était plus faible que l'objet observé. On avait consulté nos cartes de champs ainsi que des sites internet indiquant les objets présents dans le champ, à une date donnée, et la recherche n'avait rien donné. Avions nous trouvé un nouvel objet par hasard ? Dès lors, nous baptisions notre nouvel objet du nom de «Crétinos», du fait de son déplacement rétrograde. Lors de la troisième nuit, nous avons effectué le même champ, mais nous n'arrivions pas à déceler Crétinos à l'endroit où il devait se trouver. Les autres observations n'avaient rien donné aussi. Nous avons donc perdue la trace de ce mystérieux objet....*



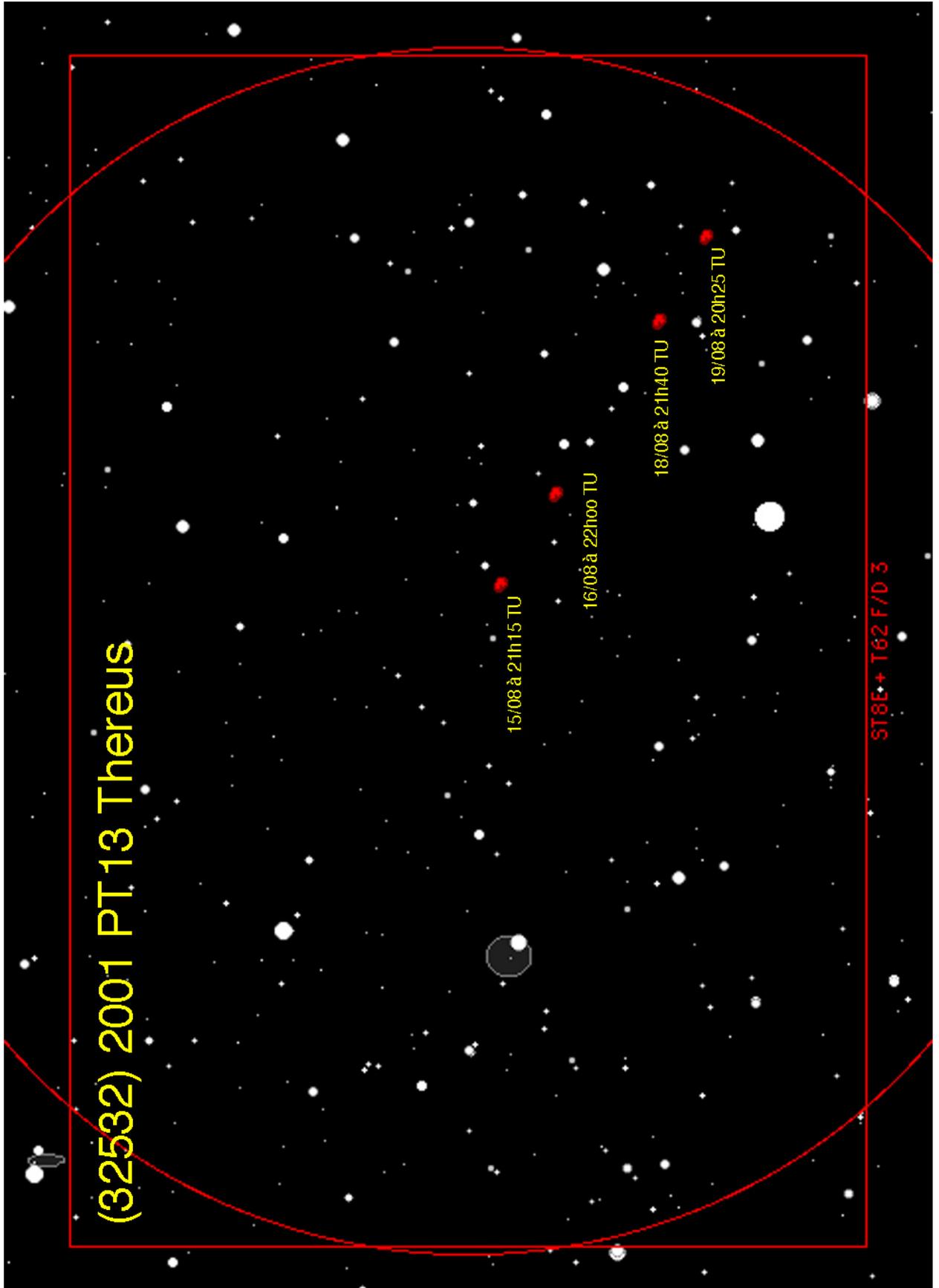


Visualisation de la trajectoire de (55536) 2002 TX 300 de magnitude 19,6 sur 4 jours. (Aucune image de cet objet ayant été faite le 17 Août).

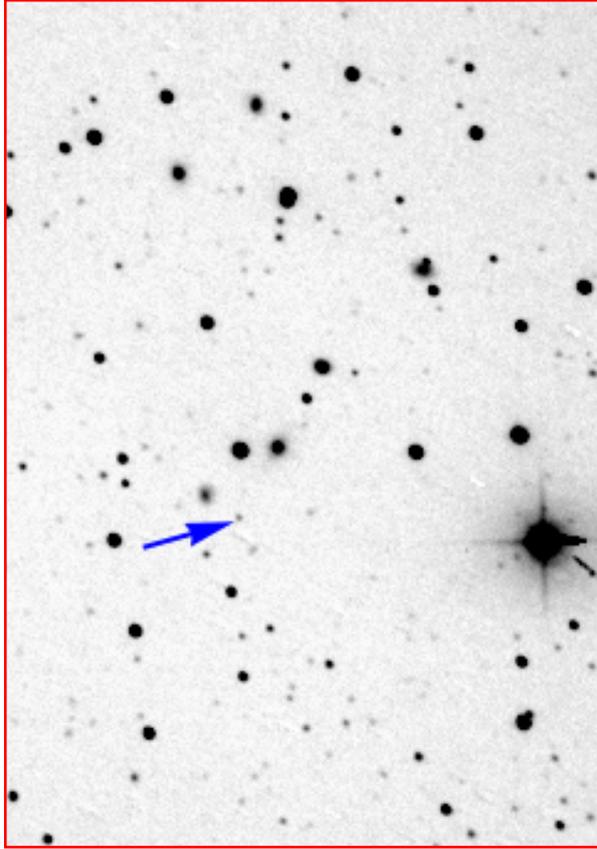


Il n'y a plus de place pour poser un portable de plus....

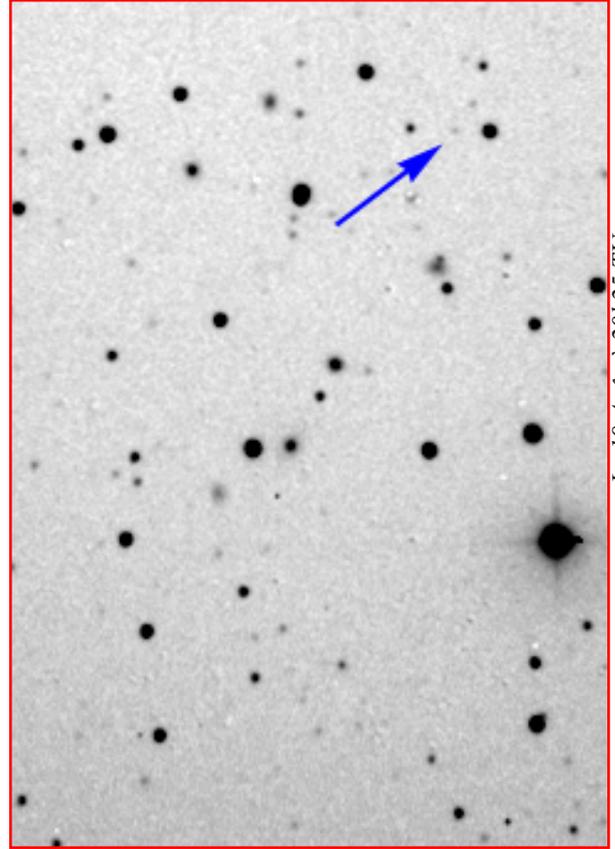
(32532) 2001 PT13 Thereus



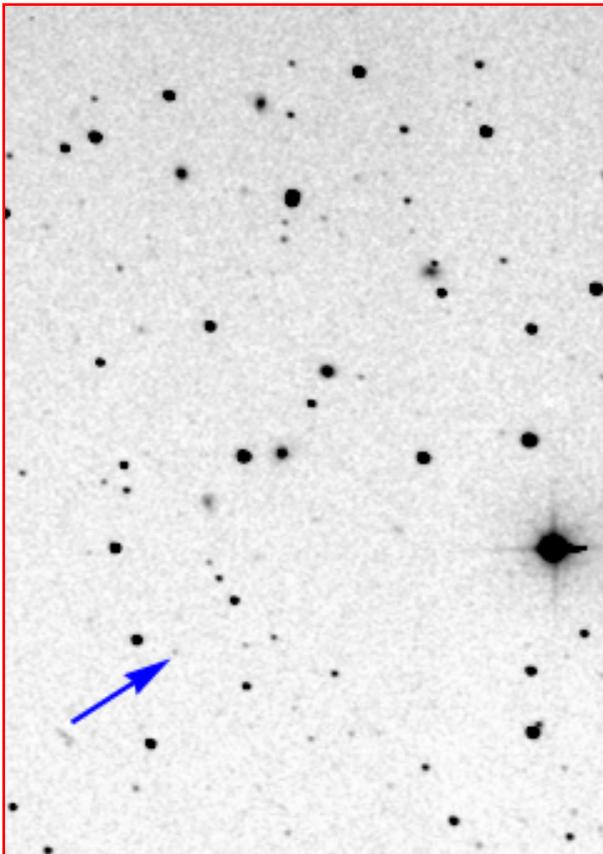
(32532) 2001 PT13 Thereus



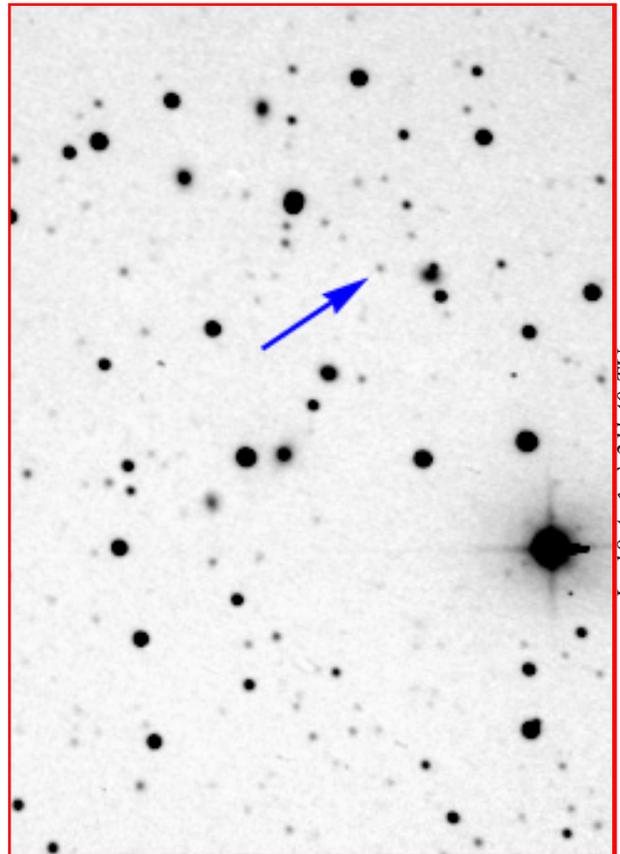
Le 16 Août à 22h00 TU



Le 19 Août à 20h25 TU

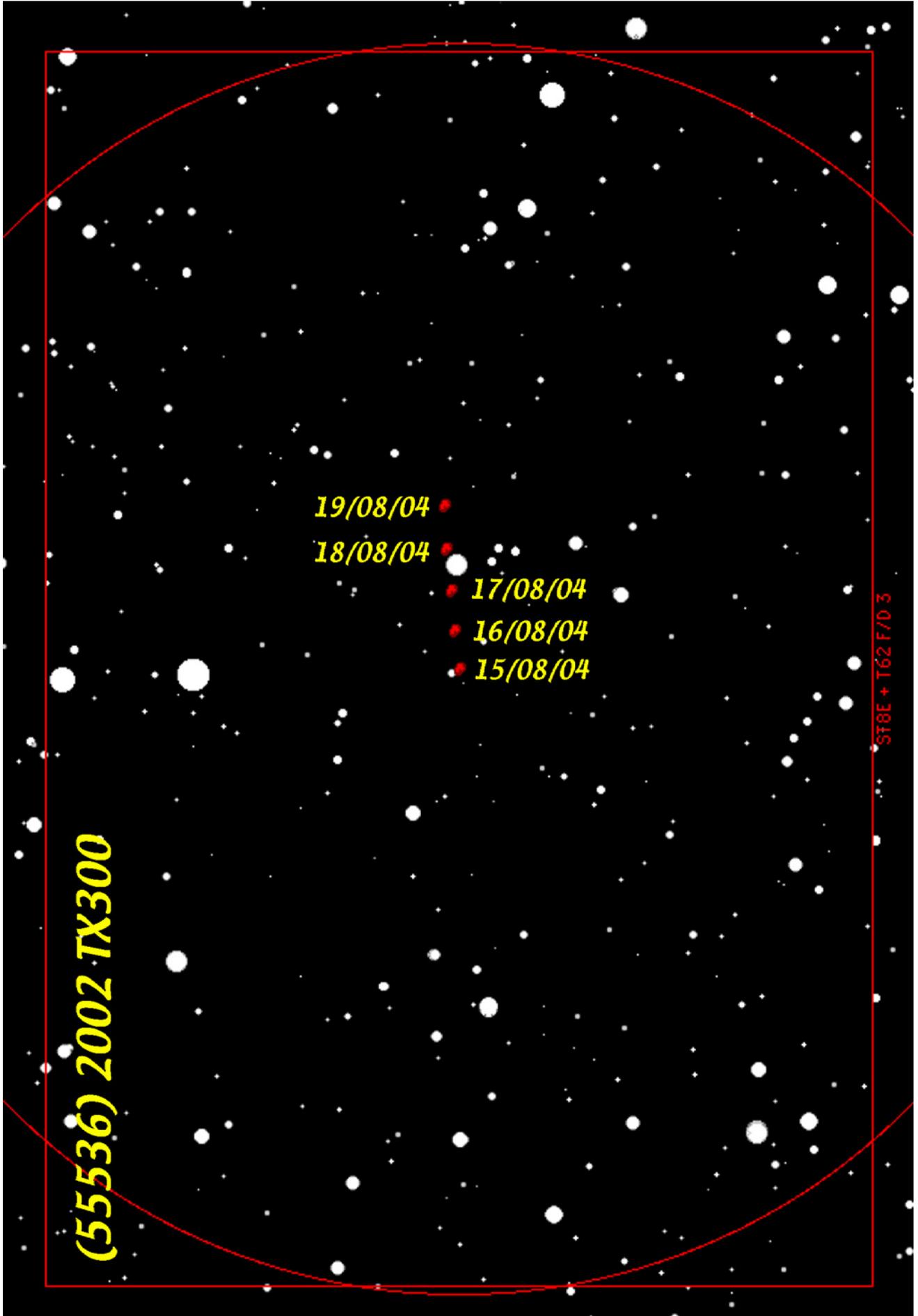


Le 15 Août à 21h15 TU



Le 18 Août à 21h40 TU

(55636) 2002 TX 300

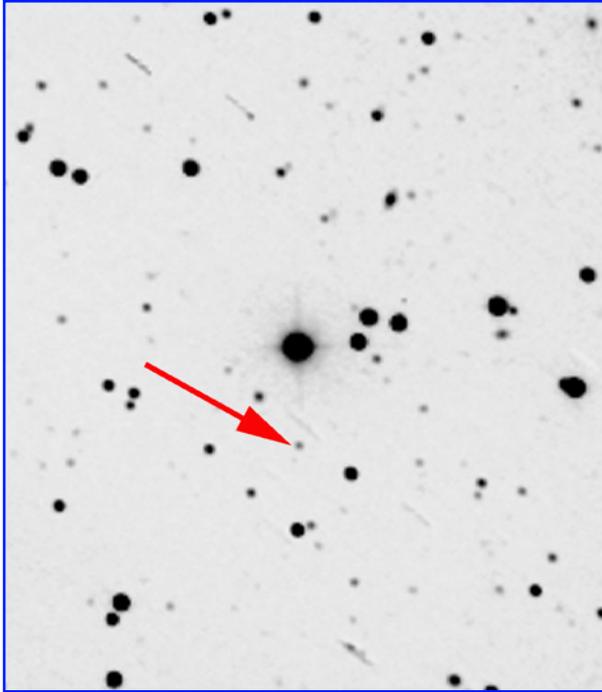


(55636) 2002 TX300

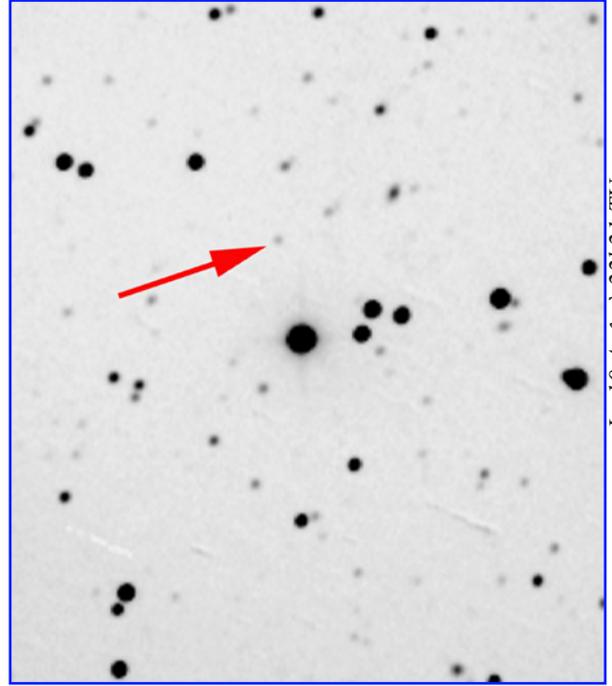
- 19/08/04
- 18/08/04
- 17/08/04
- 16/08/04
- 15/08/04

ST8E + T62 F/D 3

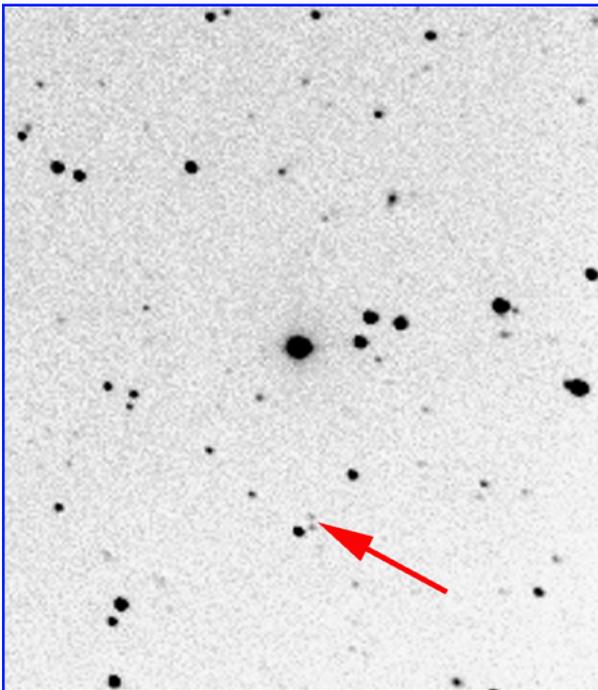
(55636) 2002 TX 300



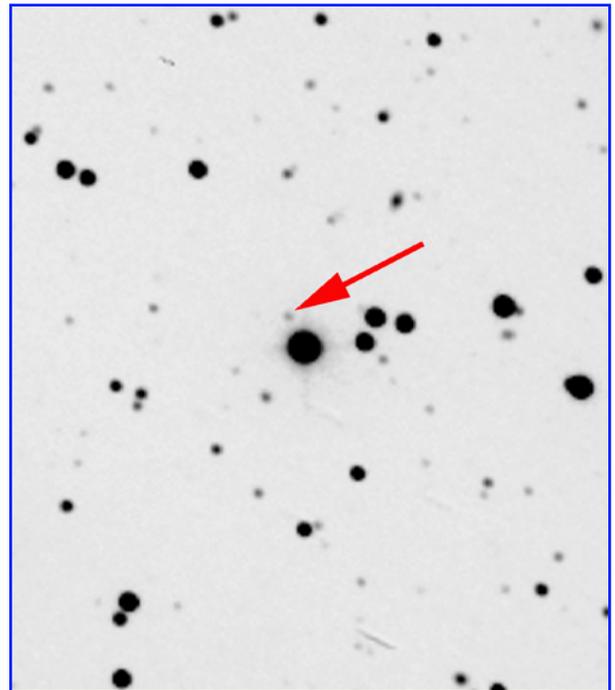
Le 16 Août à 23h58 TU



Le 19 Août à 22h21 TU

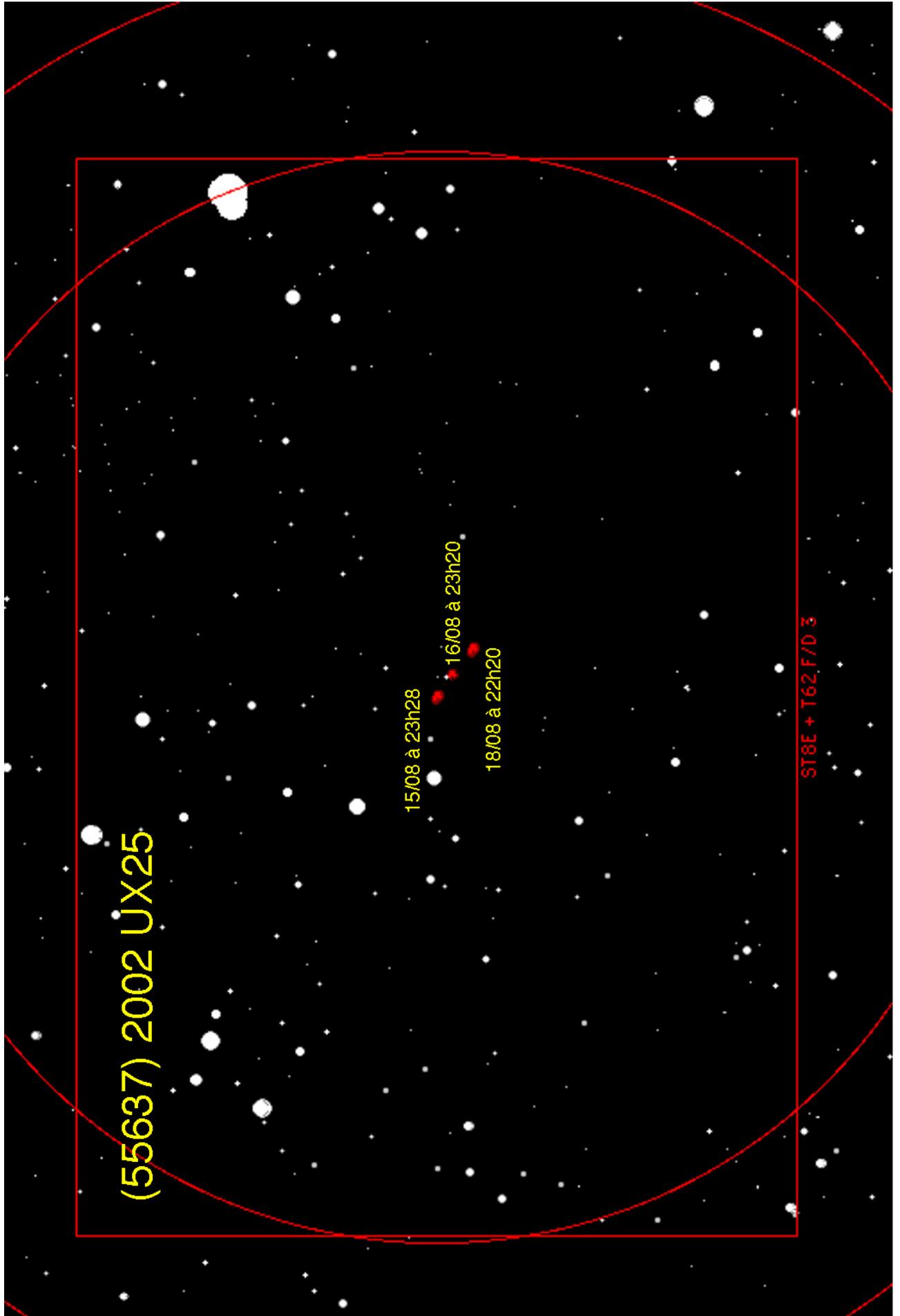


Le 15 Août à 22h33 TU

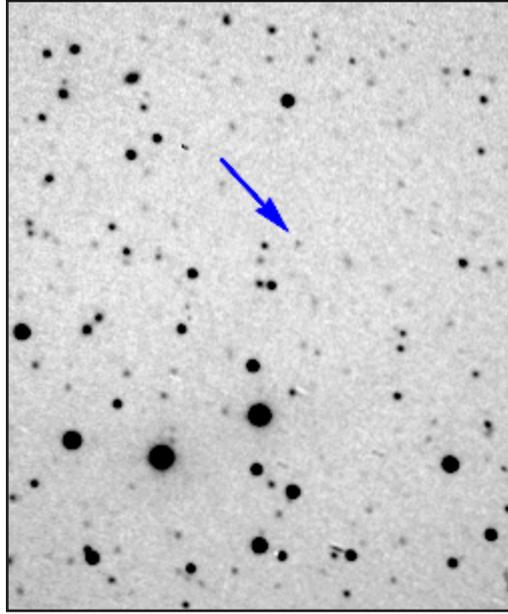


Le 18 Août à 22h08 TU

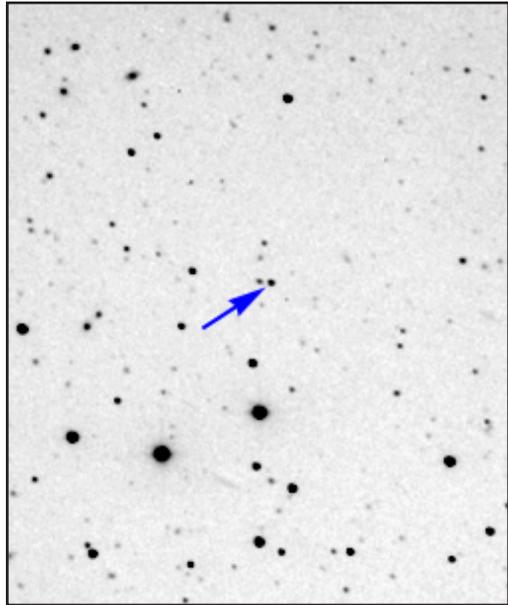
(55637) 2002 UX25



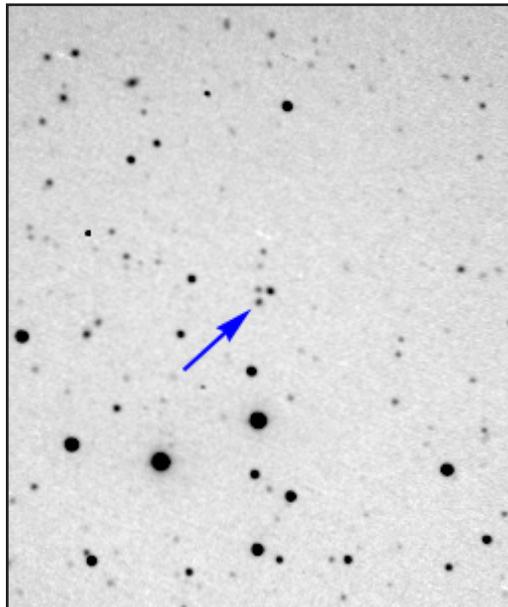
(55637) 2002 UX25



Le 18 Août à 22h20 TU



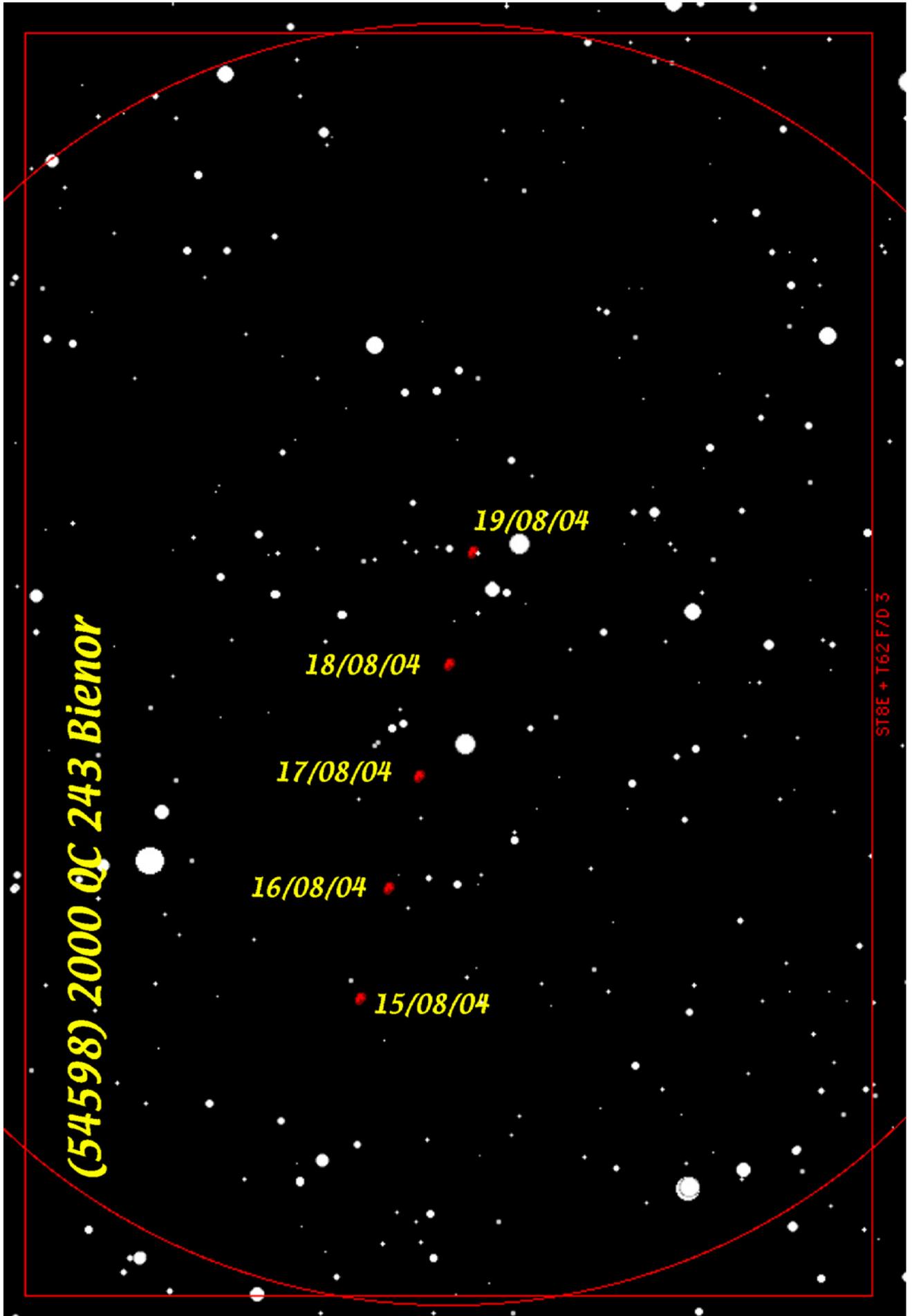
Le 16 Août à 23h20 TU



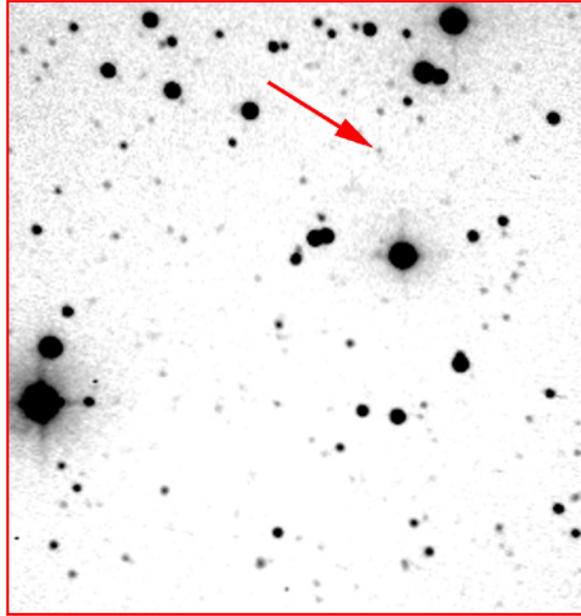
Le 15 Août à 23h28 TU

(54598) 2000 QC 243 Bienor

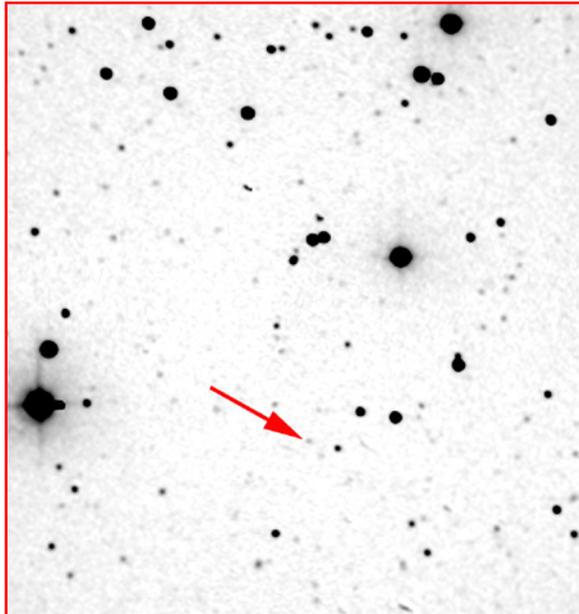
(54598) 2000 QC 243 Bienor



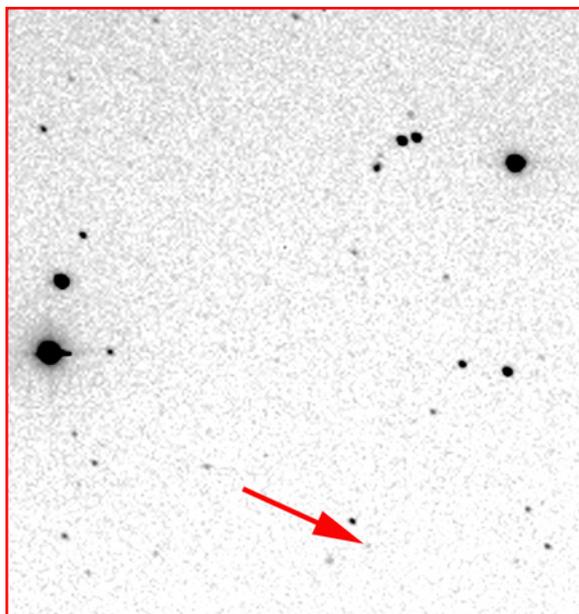
(54598) 2000 QC 243 Bienor



Le 18 Août à 22h40 TU

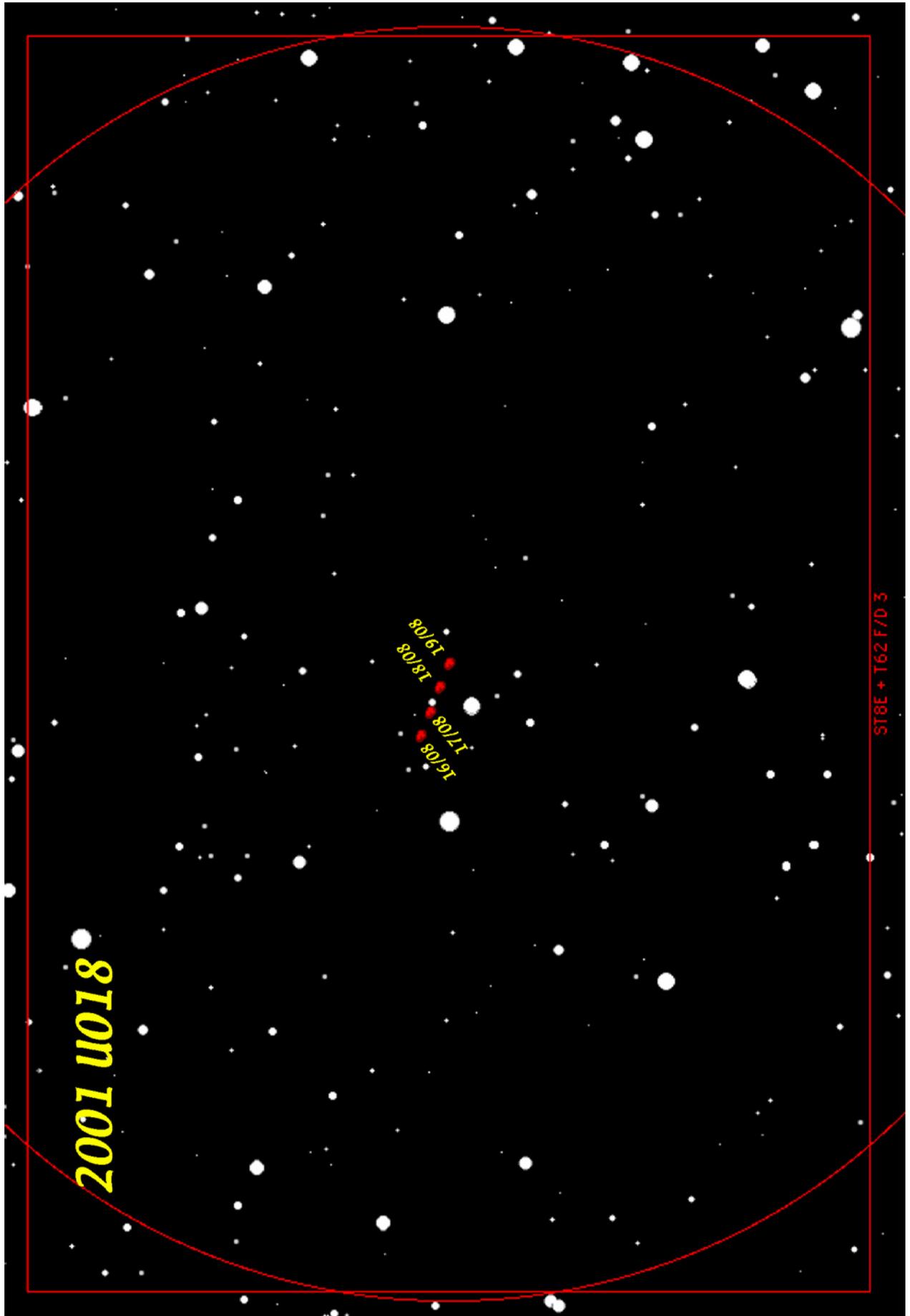


Le 16 Août à 22h43 TU

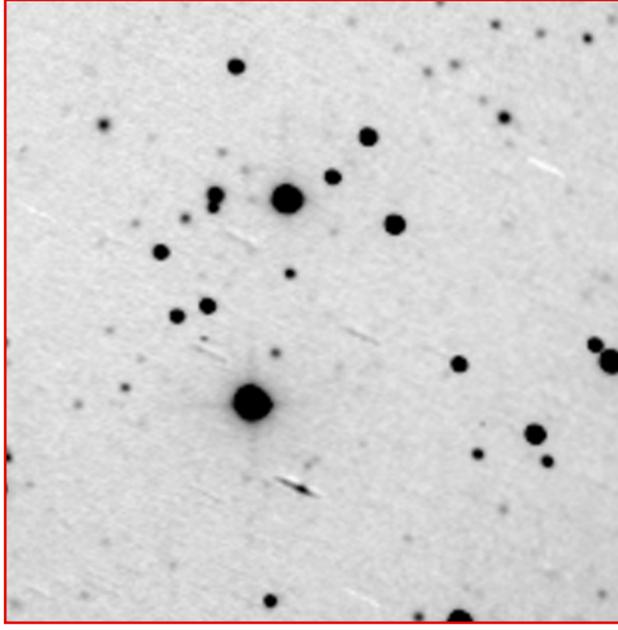


Le 15 Août à 22h59 TU

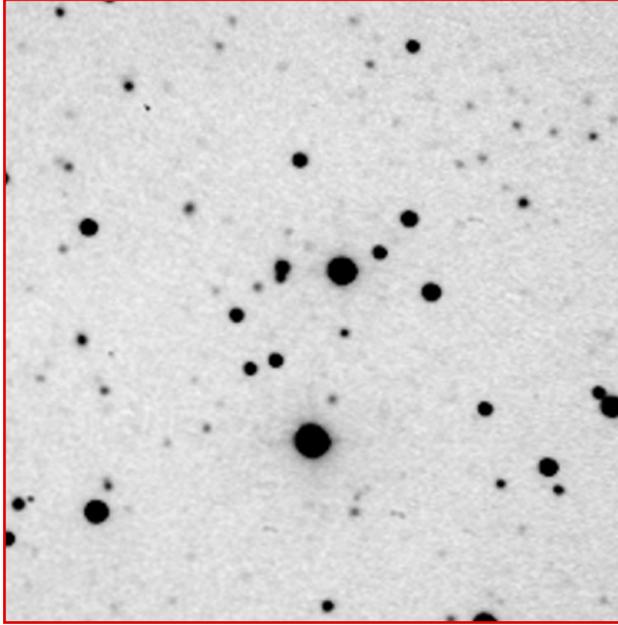
2001 UO18



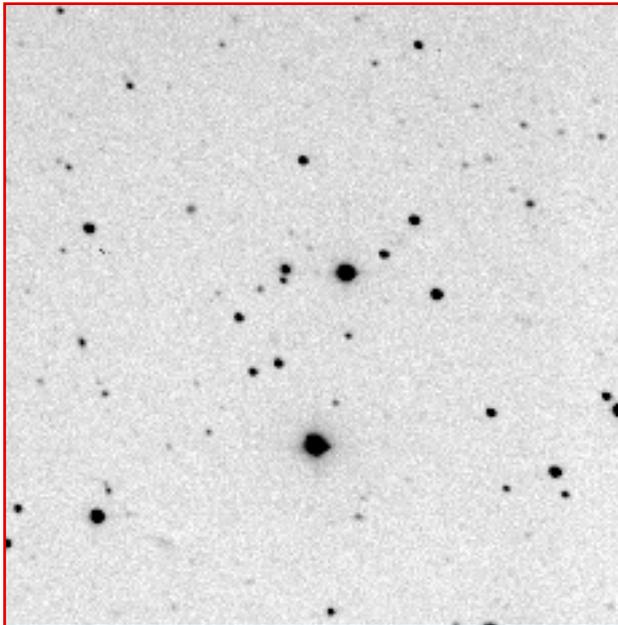
# 2001 UO18



Le 19 Août à 0h04 TU



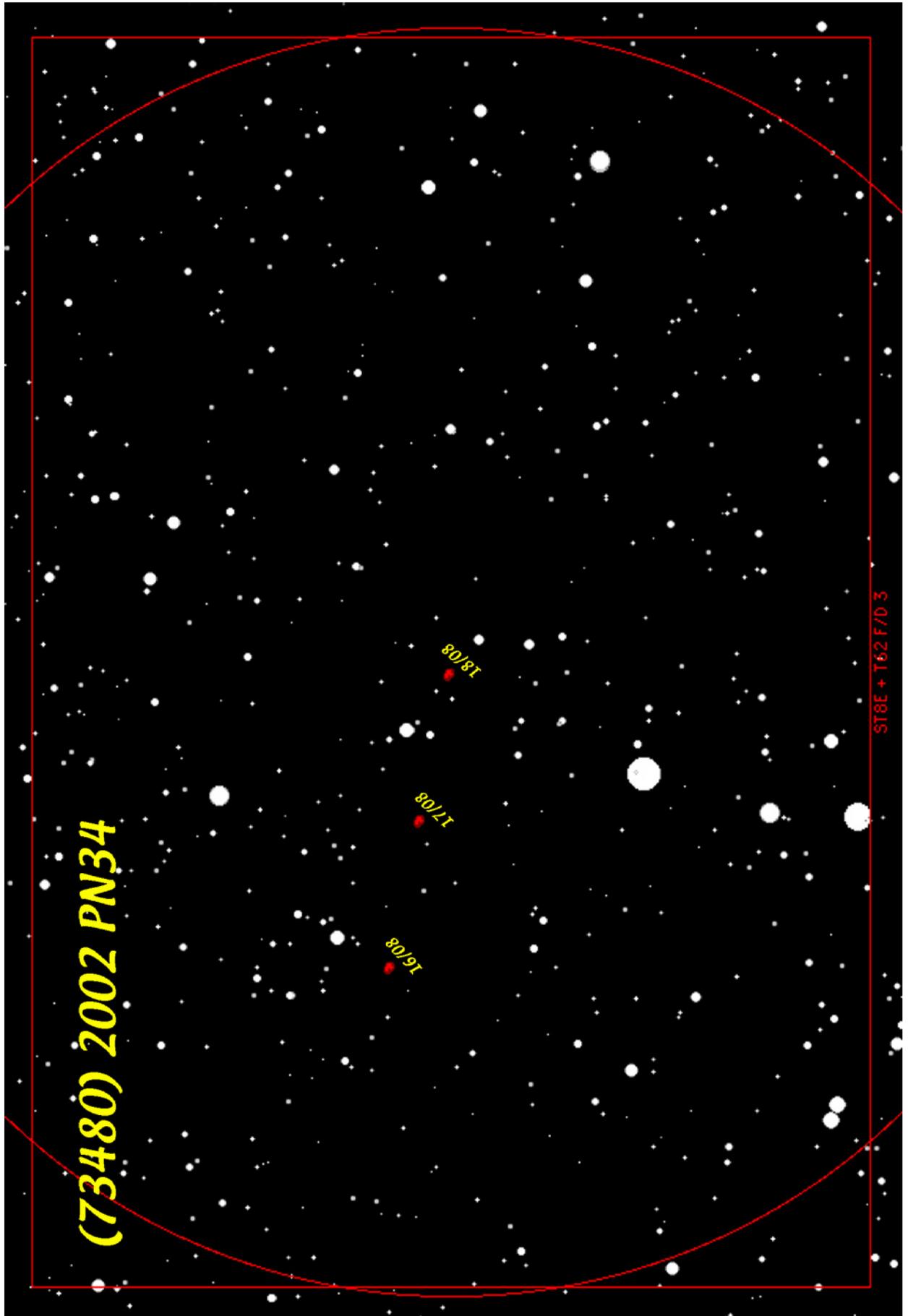
Le 17 Août à 1h14 TU



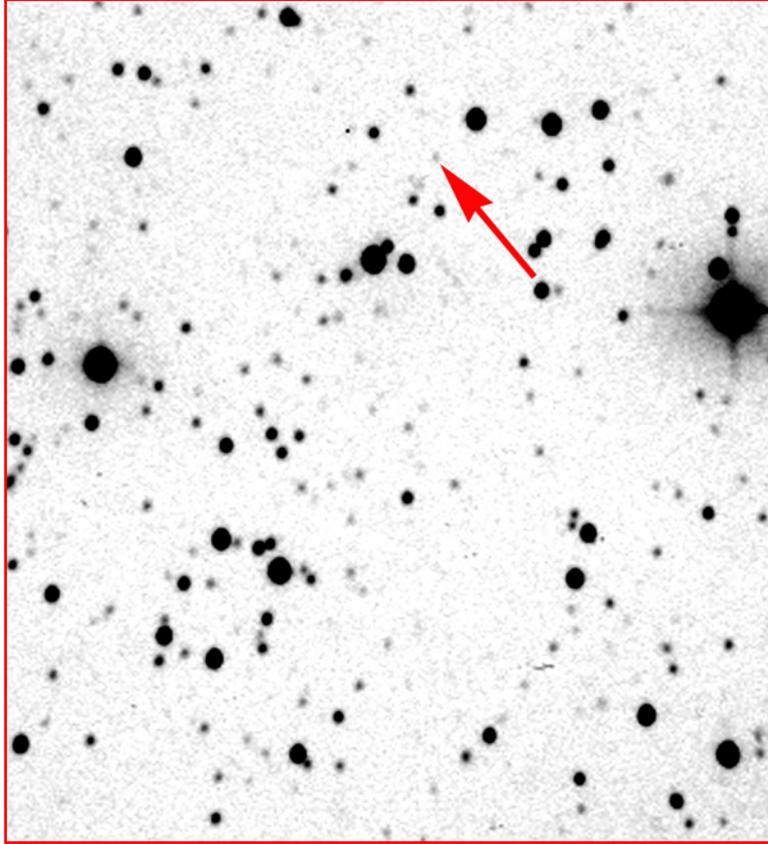
Le 16 Août à 0h28 TU

*Aucune des images prises, ne laisse voir l'objet à la position théorique. Pourtant ce TNO de magnitude 20,2 devrait apparaître sur les images. Il n'a pas été observé régulièrement, ce qui explique peut être le manque de précision au niveau de sa trajectoire*

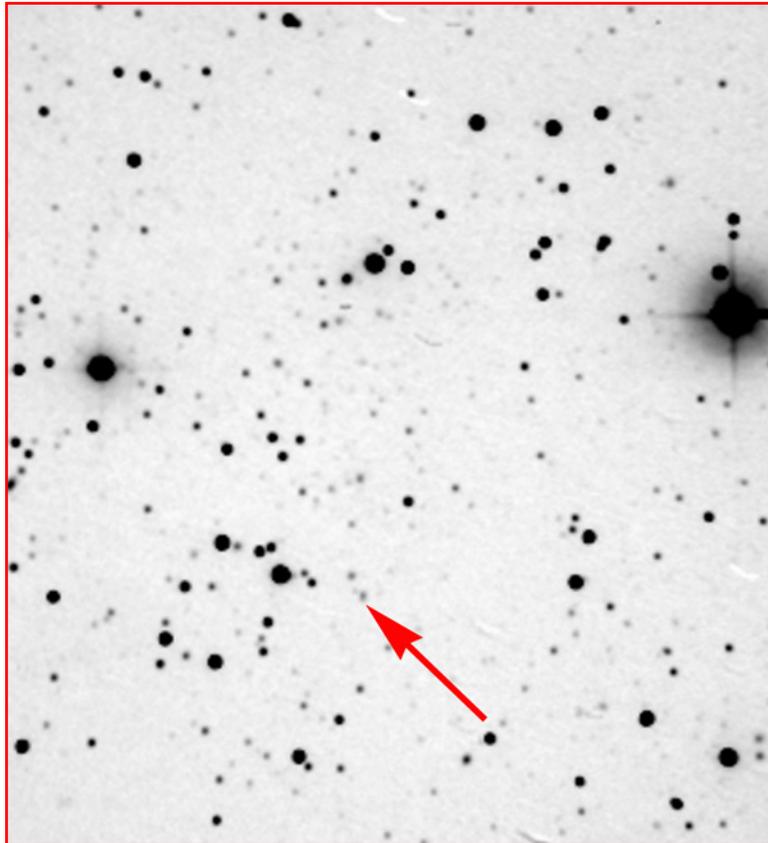
(73480) 2002 PN34



(73480) 2002 PN34



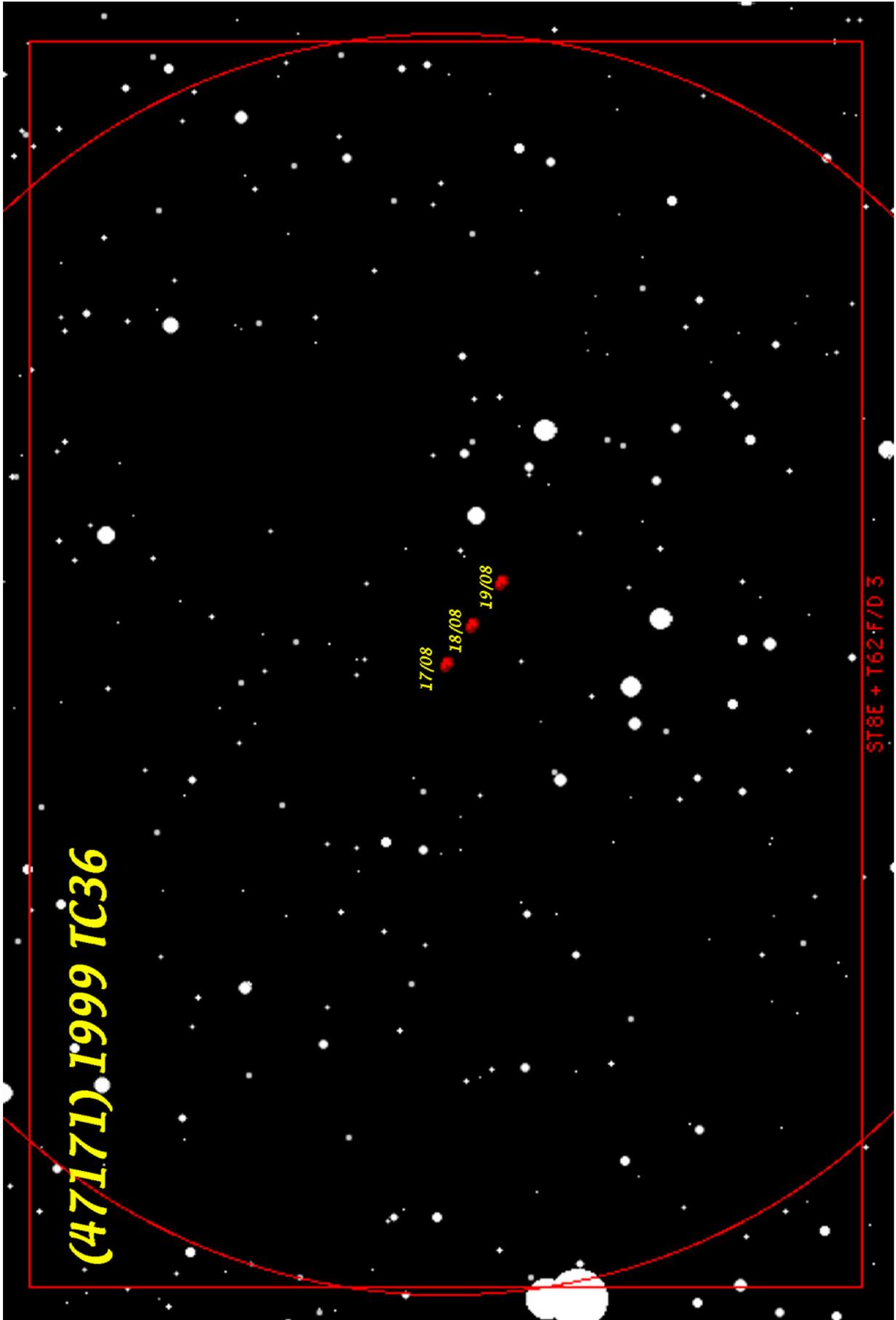
Le 18 Août à 22h28 TU



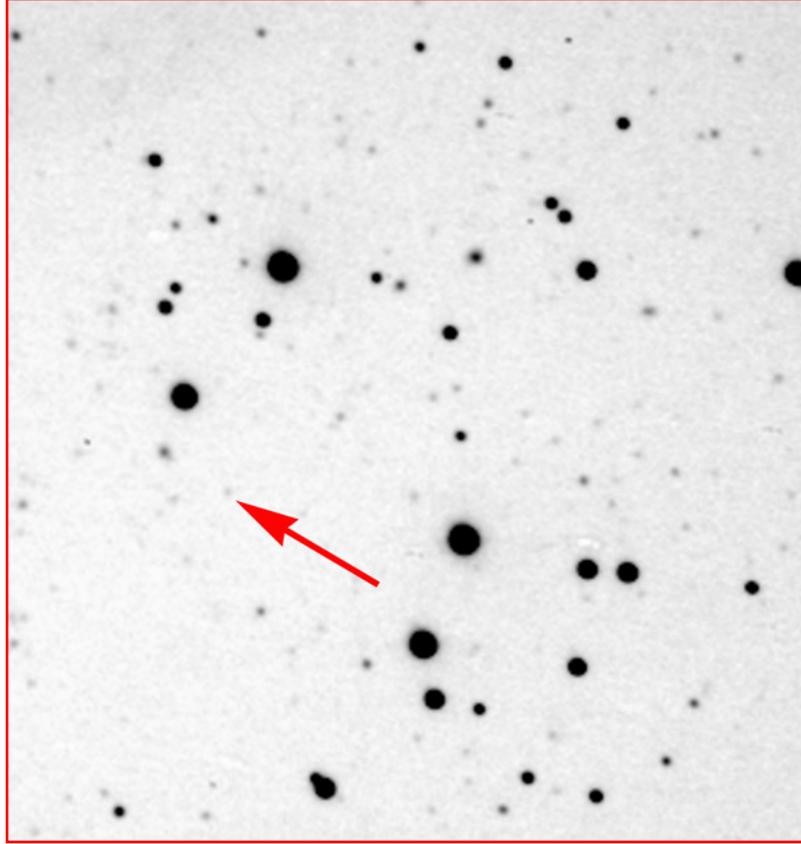
Le 16 Août à 22h38 TU

*Nous n'avons pu faire que deux images de ce TNO de magnitude 19,5 dont le déplacement est rapide*

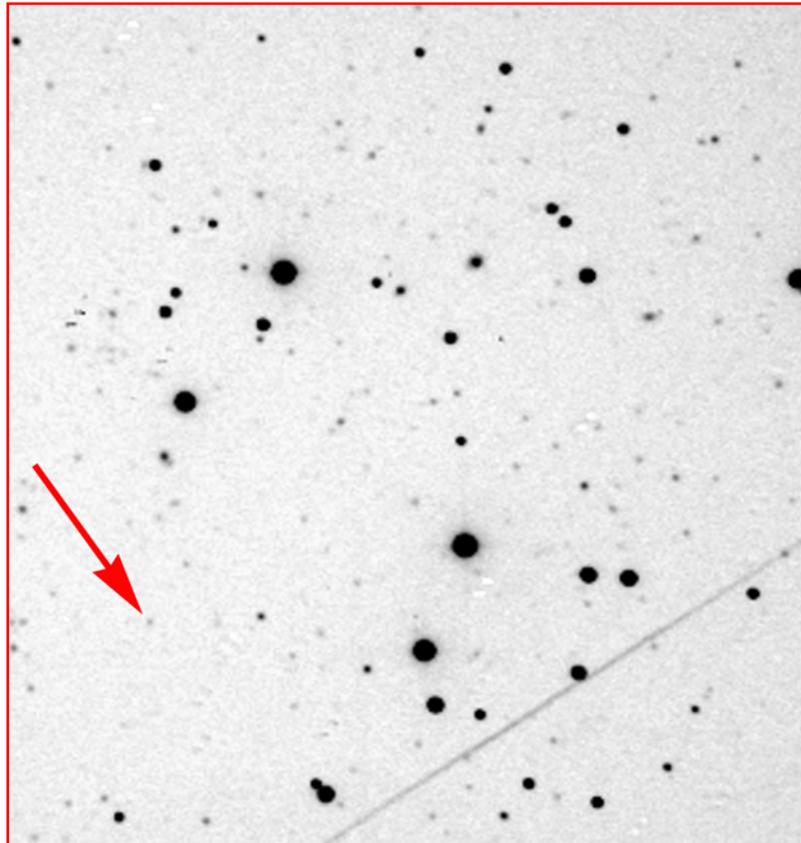
(47171) 1999 TC36



(47171) 1999 TC36



Le 19 Août à 0h33 TU

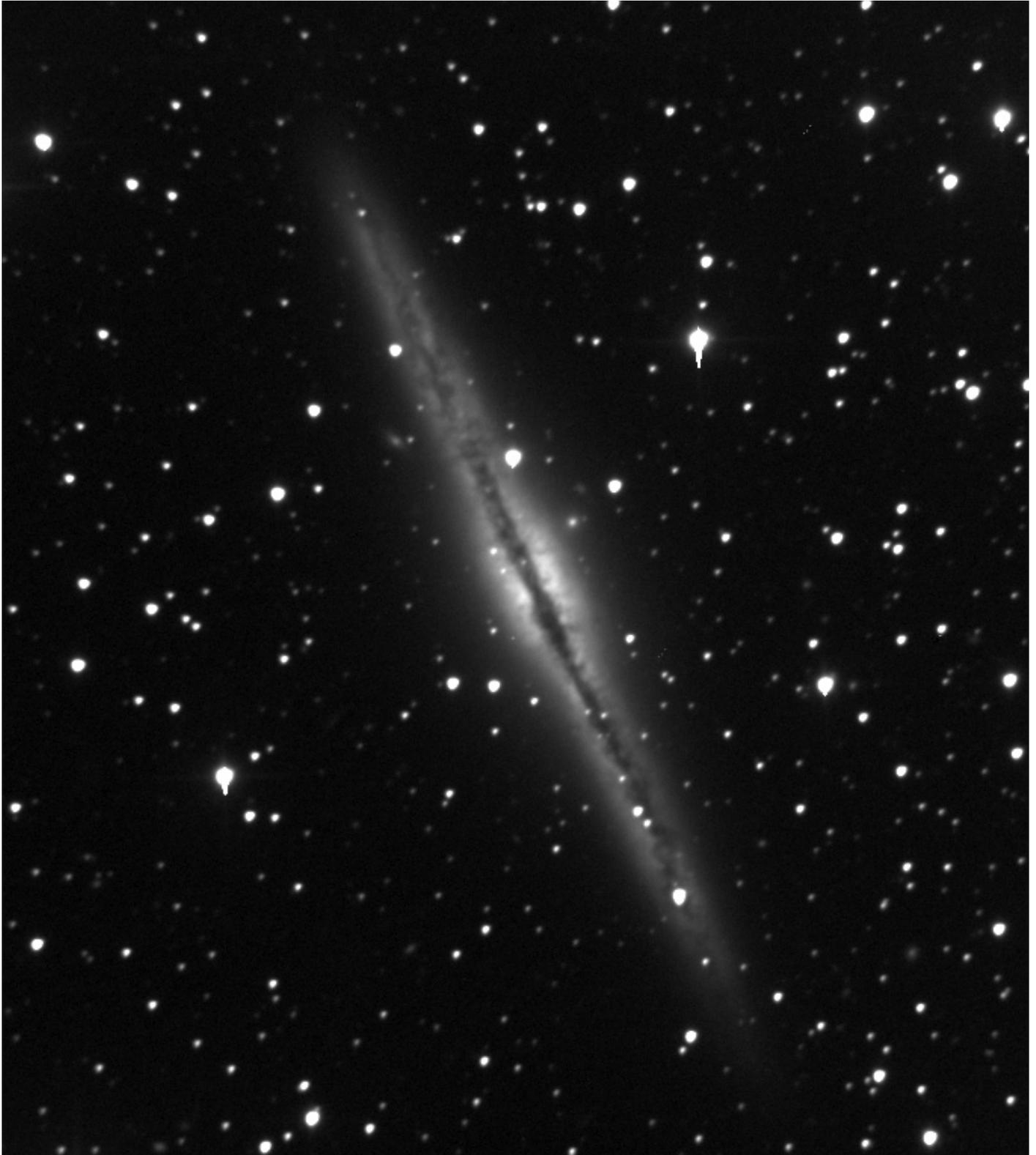


Le 17 Août à 0h46 TU

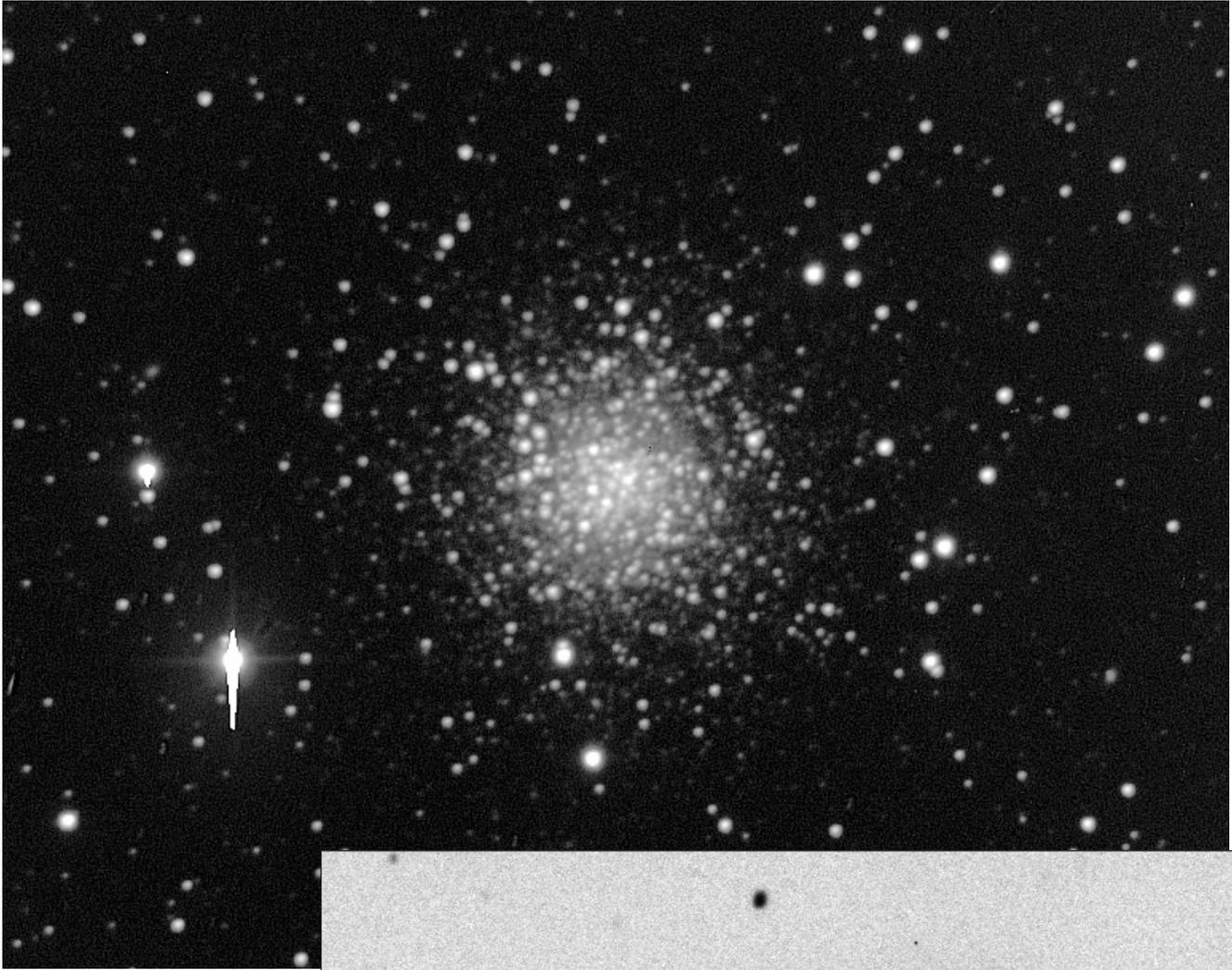
*Nous n'avons pu faire que deux images de ce TNO de magnitude 20, dont le déplacement est assez lent*

## Chapitre VIX : Autres résultats

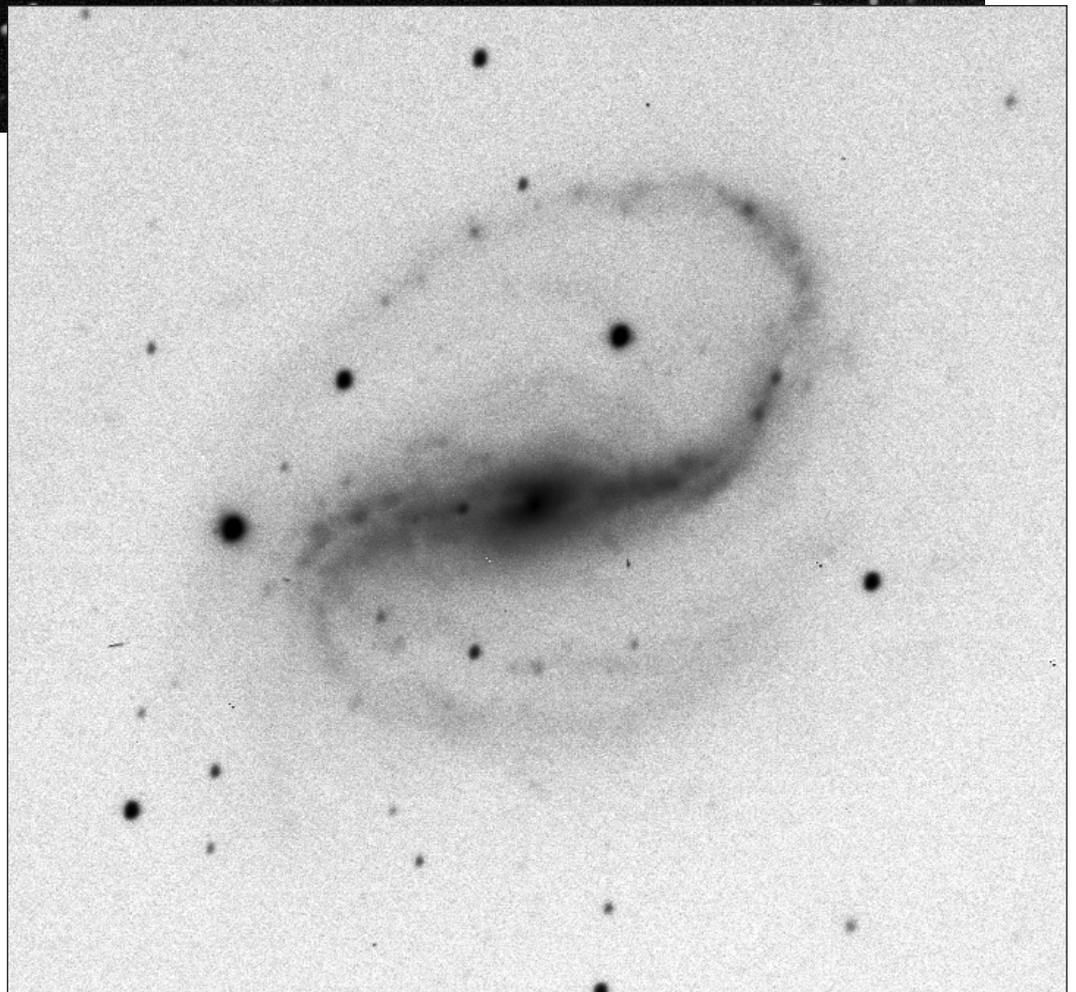
Voici, en vrac, quelques images CCD obtenus avec la même configuration matériel que pour les images de T.N.O., certaines images sont des poses uniques de 3 minutes, d'autres sont la combinaison de plusieurs poses de 3 minutes. Pré traitement classique (offset, dark, flat), puis retouche des seuils sur photoshop.

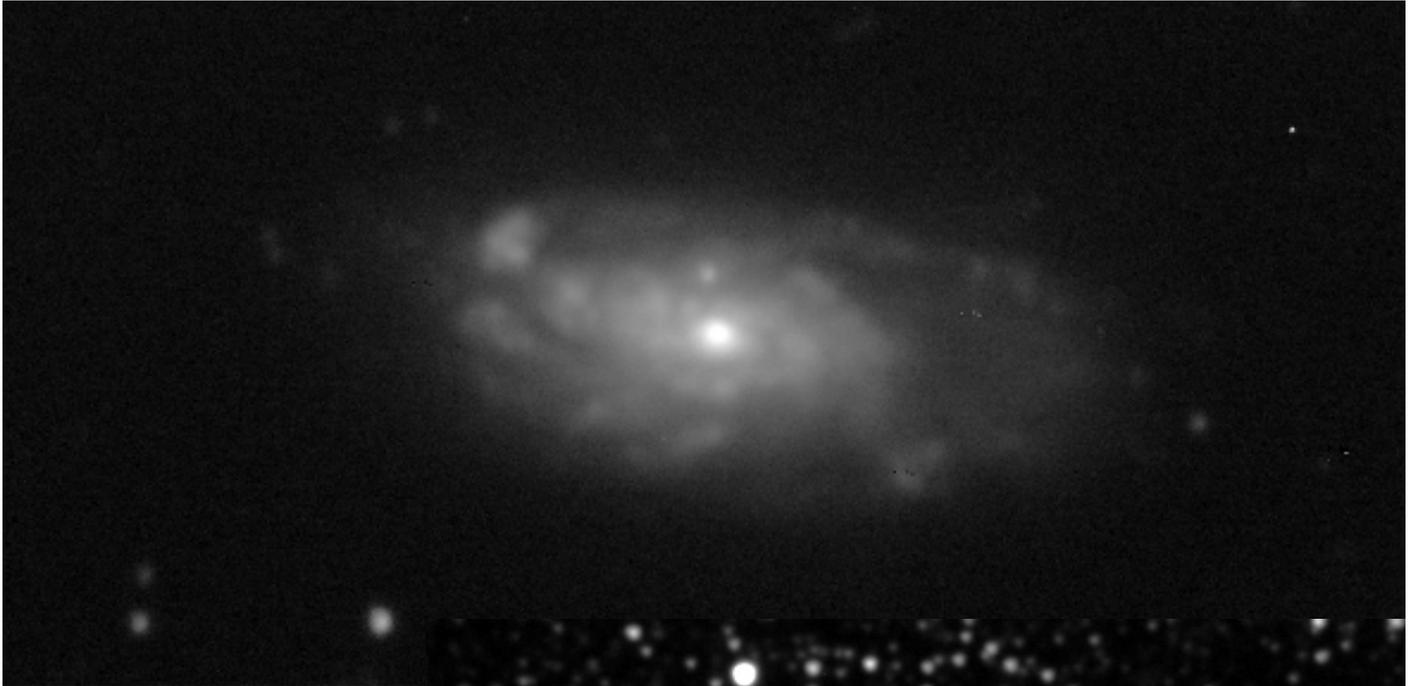


*NGC 891*



*En haut l'amas globulaire M72 et à gauche, la galaxie spirale NGC 7479.*





*La galaxie NGC 7448*



*Ci dessus, la nébuleuse planétaire NGC 6781 et à gauche, la nébuleuse planétaire NGC 7662.*





*NGC 7331*