

## Observations de la comète Hale-Bopp au 80cm OHP

Olivier Lardière

Observatoire de Haute-Provence

La comète Hale-Bopp devient de plus en plus brillante. Son noyau est déjà plus lumineux que celui de Hyakutake. A l'oeil nu, sa queue est maintenant parfaitement visible sur plus de 5°. Les observations de la comète Hale-Bopp décrites ici ont été réalisées, avec l'aide de Luc Arnold, entre le 30/01/97 et le 9/02/97 au foyer Cassegrain (f/15) du télescope de 80 cm de l'OHP, équipé de la caméra CCD TK512; elles ont été traitées avec les logiciels MIDAS et QMIPS.

Le champ couvert est de 3,6'x3,6', l'échantillonnage est de 0,42" par pixel. Cette configuration optique est parfaitement adaptée à l'étude de détail de la coma interne des comètes actives. Cependant, la chevelure de Hale-Bopp est extrêmement contrastée, le noyau peut être jusqu'à mille fois plus brillant que le reste de la coma. Pour ne pas saturer le noyau, le temps d'exposition n'a pas dépassé les 10 secondes en bandes R et V. En contre partie, pour maintenir un rapport signal sur bruit satisfaisant sur les faibles extensions de la coma, une série de 9 ou 11 poses successives ont été composées (médiane ou somme simple).

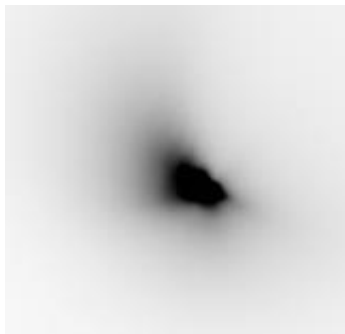


Image R non traitée

Malgré tout, sur les images brutes, les détails restent noyés dans l'intense lumière émise par le noyau (**voir ci-contre**). Une LUT logarithmique ne suffisant pas, nous avons utilisé des techniques de traitement d'image particulièrement bien adaptées à l'imagerie cométaire. En effet, la technique du gradient-rotationnel et du masque flou permettent à la fois d'affaiblir considéra-

blement le contraste et de privilégier les détails fins de la coma.

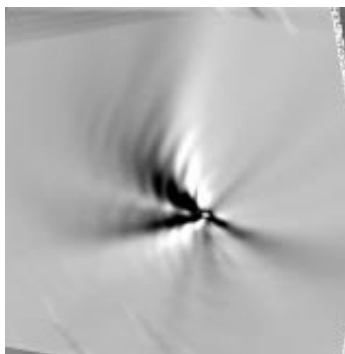
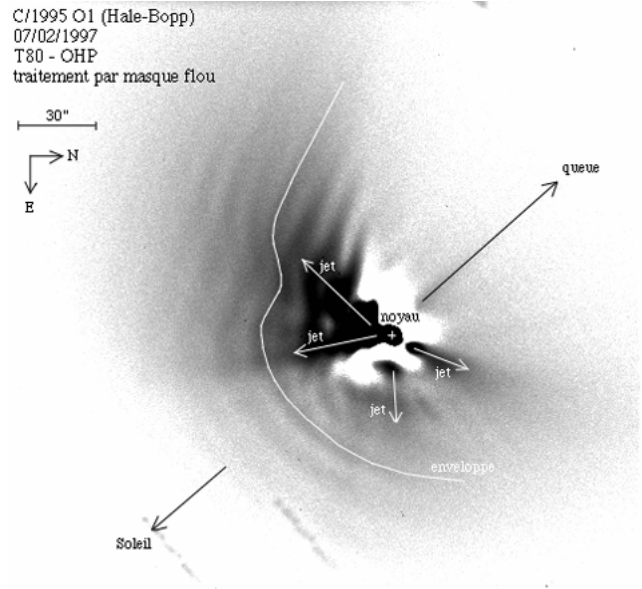


Image R traitée par gradient rotationnel

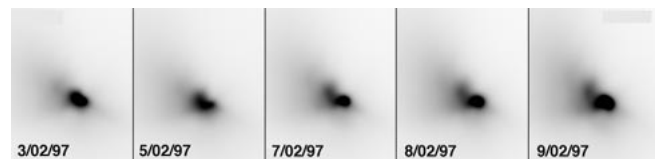
Le gradient rotationnel amplifie les anisotropies radiales de la chevelure. Sur les images ainsi traitées, nous avons pu recenser plus de 10 jets (**voir ci-contre**). Un suivi quasi-quotidien (du 30/01/97 au 9/02/97) des jets n'a montré aucune rotation apparente du noyau.

Le masque flou quant à lui, accentue toutes les hautes fréquences spatiales sans directions privilégiées. Ce traitement a permis de mettre en évidence une étrange série d'enveloppes concentriques (chacune espacée de 10",) entourant le noyau sur plus de 180°, suivant des lignes quasi-paraboliques

localement perturbées par de puissants jets de poussière (**voir ci-dessus**). Ces enveloppes ont dû se former très peu de temps avant notre première nuit (le 30/01/97) car aucune observation de ce genre n'avait été rapportée auparavant. Au cours de plusieurs nuits successives, nous avons pu observer une expansion régulière de ces enveloppes. La vitesse d'expansion mesurée est d'environ 1.9"/jour. Un grossissement centré sur le noyau à la base d'un puissant jet (p.a. 209°) a montré que des nappes de poussières s'échappaient périodiquement du noyau (environ une éjection tous les 5 ou 6 jours) (**voir ci-dessous** : champ de vue 60"x60"). Ce phénomène d'éjection semble donc être parfaitement corrélé avec l'expansion des enveloppes extérieures: chaque nappe éjectée s'étire autour du noyau pour constituer ainsi une nouvelle enveloppe.



localement perturbées par de puissants jets de poussière (**voir ci-dessus**). Ces enveloppes ont dû se former très peu de temps avant notre première nuit (le 30/01/97) car aucune observation de ce genre n'avait été rapportée auparavant. Au cours de plusieurs nuits successives, nous avons pu observer une expansion régulière de ces enveloppes. La vitesse d'expansion mesurée est d'environ 1.9"/jour. Un grossissement centré sur le noyau à la base d'un puissant jet (p.a. 209°) a montré que des nappes de poussières s'échappaient périodiquement du noyau (environ une éjection tous les 5 ou 6 jours) (**voir ci-dessous** : champ de vue 60"x60"). Ce phénomène d'éjection semble donc être parfaitement corrélé avec l'expansion des enveloppes extérieures: chaque nappe éjectée s'étire autour du noyau pour constituer ainsi une nouvelle enveloppe.



Cette structure concentrique reste énigmatique, d'autant plus que l'observation des jets ne dévoile aucune rotation du noyau. Il ne s'agit donc vraisemblablement pas d'une zone du noyau devenant périodiquement active à chaque exposition au vent solaire. Peut-être s'agit-il d'un noyau composé d'une succession de strates différentes? L'épluchage du noyau par le vent solaire pourrait alors donner une série d'enveloppes comme celles que nous avons observées. Mais comment expliquer une périodicité d'éjection apparemment si régulière...?

Après Halley et Hyakutake, Hale-Bopp est l'une des premières grandes comètes à portée des caméras CCD. Il est donc peu surprenant que l'alliance des CCD et du traitement numérique, permette d'observer des détails aussi subtils que ceux présentés dans cette étude.

## Essais du banc d'optique adaptative ONERA à l'OHP

*P.-Y. Madec, D. Rabaud, B. Fleury,  
J.-M. Conan, L. Rousset-Rouvière,  
F. Mendez, J. Montri, V. Michau, G. Rousset,  
M. Séchaud*

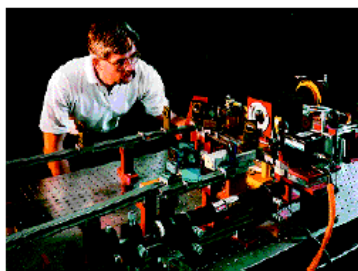
ONERA, BP 72, 92322 Chatillon cedex

### L'optique adaptative au service de la haute résolution angulaire

La résolution des instruments astronomiques est sévèrement limitée par l'effet de la turbulence atmosphérique (Roddier 1981a). Pour s'en affranchir on peut traiter numériquement des images courte pose avec des techniques dites "speckle" (Labeyrie 1970). On peut également utiliser l'optique adaptative, apparue plus récemment, et qui a l'avantage de fournir une correction temps réel de la turbulence. Un tel système est constitué d'une boucle d'asservissement incluant un analyseur de front d'onde mesurant les perturbations, un miroir déformable permettant la correction du faisceau optique perturbé et un calculateur temps réel capable de déduire les commandes du miroir à partir des données de l'analyseur (Rousset 1990b).

### Banc d'optique adaptative ONERA

La plupart des systèmes d'optique adaptative dédiés à l'astronomie sont dimensionnés pour donner une bonne correction dans le proche infrarouge (en bande K pour le système COME-ON (Rigaut 1991) de l'ESO, par exemple). Les caractéristiques du système ONERA (bande passante, nombre de moteurs du miroir...) ont été choisies pour fournir des images à la limite de diffraction jusqu'aux longueurs d'onde visibles avec un télescope de classe 2 mètres et dans des conditions moyennes de turbulence (seeing 1").

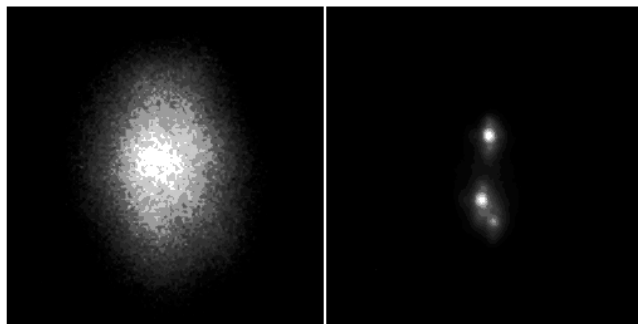


**Figure 1.** Vue d'ensemble du banc optique développé à l'ONERA. Le foyer corrigé de l'optique adaptative peut être utilisé par divers instruments scientifiques. Dans notre cas nous avons utilisé une caméra faible bruit particulièrement adaptée pour l'acquisition d'images longue pose. Un corono-graphe équipé d'une caméra CP40 à comptage de photons a également été installé par l'équipe de A. Labeyrie.

### Observations à l'OHP

Le système a été utilisé au foyer coudé du télescope de 1,52 m. Le programme d'observation a permis d'enregistrer des images d'objets variés dans différentes conditions de flux, de turbulence et à différentes longueurs d'onde. Les données d'analyse de front d'onde associées ont aussi été enregistrées afin d'estimer les conditions de turbulence et la qualité de correction. Des étoiles simples et multiples ont été observées afin de caractériser les performances du système d'optique adaptative, ainsi qu'un certain nombre d'objets d'intérêt astronomique, en collaboration avec des astronomes. L'équipe AIRI de l'Observatoire de Lyon a participé à une partie des essais pour étudier l'utilisation de l'imagerie speckle derrière l'optique adaptative. Des étoiles multiples ont été observées sur les indications de C. Perrier (Obs. de Grenoble). L'astéroïde Vesta a été observé plusieurs nuits en collaboration avec C. Dumas (Institute for Astronomy, HI, USA). Enfin, A. Labeyrie et son équipe ont testé une nouvelle technique de

détection de compagnons faibles (technique dite du "speckle noir" (Labeyrie 1995) pendant la dernière nuit.



**Figure 2.** A titre illustratif, on montre l'image visible non corrigée et corrigée d'un même objet: ici une étoile triple dont les composantes sont séparées respectivement de 0.70 et 0.25 seconde d'arc. Le gain en résolution est très important. Notez qu'on devine sur l'image corrigée le premier anneau de diffraction, légèrement déformé par la présence d'aberrations fixes résiduelles.

### Objectifs scientifiques

Pour notre équipe, ces premiers essais sur télescope sont particulièrement fructueux. Ils nous permettront de caractériser de façon précise les performances du système aux longueurs d'onde visibles en terme de qualité de correction, de magnitude limite... Ces résultats peuvent ensuite être comparés à ceux prévus par simulation numérique en vue de recalculer les algorithmes de simulation. Enfin, nous avons mis au point des traitements numériques permettant de déconvoluer les images corrigées (Conan 1994) pour restituer les détails fin de l'objet observé. L'application de ces techniques aux images enregistrées pendant cette mission, permettra de les valider et de les améliorer. Les données nous serviront aussi à poursuivre nos études sur la turbulence atmosphérique: mesure du paramètre de Fried, de l'échelle externe, du temps d'évolution, de l'angle d'isoplanétisme.

### Conclusion

Le système d'optique adaptative nous a permis d'atteindre la limite de diffraction du télescope de 1,52m dans le visible ( $\lambda \approx 0,7\mu$ ). Le mode opératoire s'est avéré simple et efficace: il nous a permis d'observer de nombreux objets au cours de chaque nuit. Les données enregistrées sont actuellement en cours de dépouillement. Le système est maintenant utilisé en laboratoire afin d'y apporter quelques améliorations. Nous envisageons une nouvelle campagne d'observation en automne 1997 sur le même télescope.

### Remerciements

Le Banc d'Optique Adaptative a été développé sur des contrats de la Direction des Recherches, Etudes et Techniques du Ministère de la Défense. Nous remercions particulièrement le personnel de l'OHP pour son accueil et son aide lors de l'installation du banc au foyer du télescope. Nous remercions aussi E. Thiébaud, C. Perrier, I. Tallon-Bosc, M. Tallon et C. Dumas pour leur collaboration.

### Bibliographie

- Conan (J.-M.). Etude de la Correction Partielle en Optique Adaptative. These de PhD, Université de PARIS XI, octobre 1994.
- Labeyrie (A.). Attainment of diffraction-limited resolution in large telescopes by fourier analysing speckle patterns. *Astron. Astrophys.*, vol.6, 1970, pp. 85-87.
- Labeyrie (A.). Images of exo-planets obtainable from dark speckles in adaptive telescopes. *Astron. Astrophys.*, vol. 298, 1995, pp. 544-546.

Rigaut (F.), Rousset (G.), Kern (P.), Fontanella (J.-C.), Gaffard (J.-P.), Merkle (F.) et Lena (P.). Adaptive optics on a 3.6-m telescope: results and performance. *Astron. Astrophys.*, vol.250, 1991, p. 280.

Rodier (F.). The effects of atmospheric turbulence in optical astronomy. *Progress in Optics*, ed. par Wolf (E.), pp. 281-376. Amsterdam, North Holland, 1981.

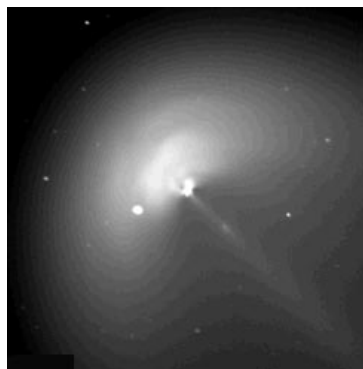
Rousset (G.), Fontanella (J.-C.), Kern (P.), Gigan (P.), Rigaut (F.), Lena (P.), Boyer (C.), Jagourel (P.), Gaffard (J.-P.) et Merkle (F.). First diffraction-limited astronomical images with adaptive optics. *Astron. Astrophys.*, vol.230, 1990, pp. L29-L32.

## Images des comètes Hyakutake, Hale-Bopp et Tabur obtenues au 1m20 de l'OHP

C. Laffont, P. Rousselot, J. Clairemidi, G. Moreels

Observatoire de Besançon

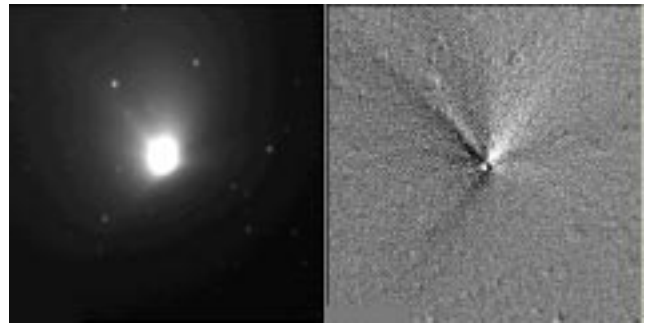
Début février 1996, le nom de Hyakutake commençait à être connu des astronomes à cause de la découverte d'une comète en décembre 1995. Toutefois, cette comète, pour laquelle un diagnostic de "peu brillante et donc peu prometteuse" avait été établi, suscitait beaucoup moins d'intérêt que Hale-Bopp, découverte cinq mois plus tôt. Une ou deux semaines plus tard, la nouvelle d'une comète exceptionnelle se répandit dans les observatoires. Il s'agissait encore de Hyakutake, mais cette fois d'une "autre" comète Hyakutake, découverte le 31 janvier 1996 par l'astronome japonais. Les éphémérides ayant été promptement calculées, il apparut que la distance géocentrique de la comète atteindrait sa valeur minimum, 0.1 UA, le 24 mars et que, à cette époque, la comète se trouverait au voisinage du pôle céleste. Les conditions d'observation apparaissaient donc excellentes. Tenant compte de ces circonstances exceptionnelles, Jean-Pierre Sivan mit rapidement sur pied un programme d'observation grâce à l'aimable compréhension de collègues astronomes qui acceptèrent volontiers de céder une partie de leur temps d'observation. Les images présentées ici ont été obtenues au télescope de 120 cm qui est maintenant équipé d'un CCD 1024 x 1024 pixels.



**Figure 1.** Image de la comète Hyakutake obtenue le 31 mars 1996 à 19 h 25 UT au télescope de 120 cm. On distingue la partie centrale d'où émerge un jet et une "condensation" dans la queue à une distance du noyau de 7800 km. Le soleil se situe dans la direction donnée par l'aiguille de la montre à 10 h30.

La figure 1 montre la partie centrale de la coma le 31 mars à 19 h 25 UT. Le domaine spectral correspond à l'ensemble du spectre visible. On distingue deux parties: une région tournée vers le Soleil, ayant une forme semi-circulaire dans la partie supérieure

gauche et, à l'opposé, une traînée dans laquelle on note la présence d'une "condensation" qui correspond à un fragment qui s'est détaché du noyau.



**Figure 2.** Gauche : Image de la comète Hale-Bopp obtenue le 11 août 1996 avec un filtre BK7 qui couvre tout le domaine visible. La taille angulaire du pixel est 0,69 "arc. L'étendue du champ présenté ici est 4.5 x 4.5 "arc. Le Nord se trouve en haut, l'Est à gauche. Droite : L'image de gauche a été analysée à l'aide d'un algorithme de traitement d'image. Plusieurs jets issus du noyau apparaissent très nettement.

La figure 2 montre la comète Hale-Bopp le 11 août 1996 à 22 h 30 TU avec un filtre en verre BK7, c'est-à-dire dans la plus grande partie du visible. Plusieurs jets apparaissent et témoignent d'une activité précoce. A l'aide d'un algorithme de traitement d'image, on peut accentuer le contraste de ces jets pour les faire mieux apparaître, comme on peut le voir à droite. La Figure 3 montre la comète Tabur observée dans deux bandes passantes étroites et proches l'une de l'autre: à 514 et 527 nm avec des filtres de 5 nm. Le premier filtre isole les bandes (1,1) et (0,0) de C2. Le deuxième filtre isole une région du spectre dépourvue d'émission moléculaire et où n'apparaît que le rayonnement d'origine solaire diffusé par les poussières cométaires. Ces deux images sont très différentes.



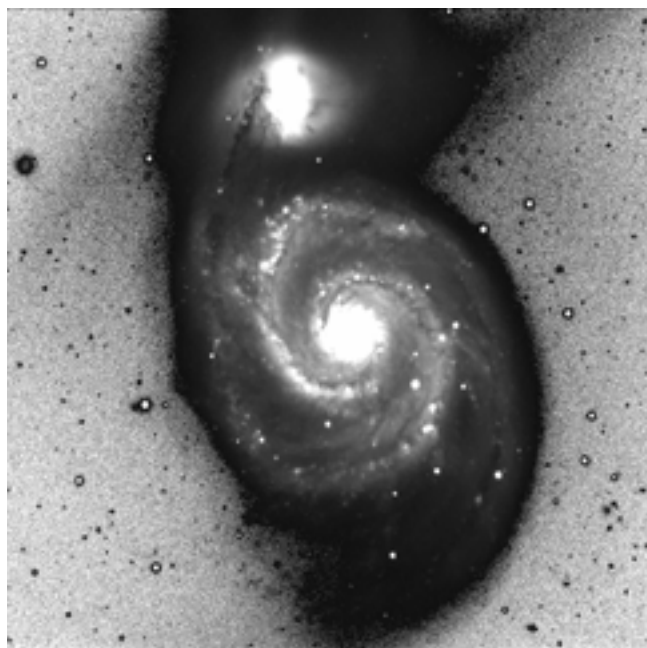
**Figure 3.** Gauche : Image de la comète Tabur obtenue avec un filtre interférentiel de largeur 5 nm centré sur les bandes (1,1) et (0,0) de C2 à 514 nm. Droite : Image de la comète Tabur obtenue avec un filtre interférentiel de largeur 5 nm situé à 527 nm. Avec ce filtre, on mesure le rayonnement diffusé par la poussière cométaire. La comète Tabur apparaît donc comme très peu poussiéreuse si on la compare à Halley ou à Hale-Bopp.

On observe en effet que le taux d'émission de poussière par le noyau est particulièrement faible. Le programme scientifique consiste à suivre l'évolution des molécules excitées C2 en fonction du temps et à déterminer leur extension spatiale dans la coma à l'aide de filtres centrés sur les bandes (1,1) et (0,0) de leur spectre (bandes de Swan). Cette étude spatio-temporelle permet de discerner si une certaine quantité de C2 excité est produit par les grains, ce qui renforcerait les données concernant la composition

des grains, et notamment la présence de matière organique (particules CHON). Par ailleurs, la molécule C2 est liée à la photochimie des hydrocarbures aromatiques (détectés dans Halley) et de l'acétylène (détecté dans Hyakutake). Nous disposons de quatre dimensions pour essayer de comprendre le fonctionnement de ces objets très petits dans le système solaire: les deux dimensions de l'imagerie, la dimension spectrale, et la dimension temporelle pour mesurer l'activité, souvent imprévisible, de ces objets. L'année 1996 a été d'une grande richesse pour les observations cométaires. L'année 1997 ne devrait pas l'être moins grâce à Hale-Bopp.

## Le TK1024 du 1m20 OHP

Une caméra CCD 1024x1024 est disponible au télescope de 1m20 depuis le 12 Janvier 1996. Cette caméra utilise un détecteur CCD de SITE (ex-Tektronix) aminci et traité anti-reflets. La taille des pixels est de  $24\mu$  ce qui donne  $0.686''$  sur le ciel. Le champ de vue est de  $11.7' \times 11.7'$  (voir ci-dessous l'image de M51). Le détecteur est piloté par un contrôleur type ESO qui code le signal sur 16 bits (identique à celui utilisé pour le CCD d'Elodie au 1m93). La roue à filtres a été modifiée pour pouvoir utiliser toute la surface des filtres et l'obturateur est nouveau et plus grand de façon à s'adapter au plus grand format du CCD.



**M51.** Cette image est une pose de 3 minutes dans le filtre R prise en Février 1996 avec la nouvelle caméra CCD du 1m20. C'est une superposition, avec Photoshop 3.0 sur PowerMacintosh, d'une version de l'image montrant les niveaux de flux élevés, traitée avec un masque flou, sur une version de la même image (mais en négatif) montrant les niveaux de flux faibles. On aperçoit nettement, en haut de l'image, à droite et à gauche du compagnon de M51 (NGC 5195), des structures étendues de matière éjectées par effet de marée lors de l'interaction gravitationnelle entre M51 et son compagnon.

Depuis le 5 Juin 1966, ce détecteur est installé dans un cryostat de chez Infrared Laboratories, en provenance de La Silla, qui a été donné à l'OHP par l'ESO. L'autonomie de ce cryostat est de 24h, donc un seul remplissage d'azote liquide par jour, fait dans l'après-midi, est nécessaire.

L'acquisition se fait via une station de travail (sol.obs-hp.fr) à l'aide d'un logiciel interactif et convivial (LIDO), sous Unix. Deux écrans constituent le poste d'observation. Différents menus guident l'utilisateur dans son travail et permettent une exploitation très complète du CCD (fenêtrage, poses fractionnées, cycles de poses automatiques, etc). La visualisation et le pré-traitement se font sur l'autre écran. SAOimage et MIDAS sont disponibles. Les images brutes issues de la caméra sont écrites sur disque en format FITS et archivées. Elles seront fournies à l'observateur dans ce format, de préférence sur CD-ROM. Il est prévu de fournir à l'astronome des DAT pour la sauvegarde des ses propres résultats du pré-dépouillement.

Une caméra CCD ST-4 de SBIG a été installée en Octobre 1996 en remplacement de l'ancien système de guidage automatique à base de dissecteur d'image ITT. Un PC dans la salle d'observation analyse l'image et envoie les rappels nécessaires au télescope. Ces fonctions devraient être ultérieurement intégrées au logiciel d'acquisition.

Les autres fonctions (entraînement et pointage) restent pour le moment inchangées mais devraient être nettement améliorées quand le nouveau système (en cours de réalisation) sera installé.

L'observateur dispose à tout moment d'un accès au réseau Internet. Ceci est d'un intérêt particulier pour la consultation des différentes bases de données disponibles sur le World Wide Web (par exemple: SkyView, le Digitized Sky Survey, etc.). Pour cela un client Netscape est disponible.

## Rénovation de la barrette TH7832 du spectromètre AURELIE

*Michel Goillandeau, Christian Guillaume*  
Service d'Electronique, Observatoire de Haute-Provence

Depuis plusieurs années, nous avons étudié la possibilité de remplacer la barrette Thomson par un chip CCD de grande taille. Il s'est avéré qu'aucun récepteur adapté aux performances d'Aurélie (résolution, hauteur et longueur du spectre, rendement quantique) ne pouvait être disponible à court terme. Nous avons donc décidé de rénover la caméra existante. Depuis le 1er Mars 1996, une nouvelle version est en service, en attendant la future matrice EEV 2Kx1K en projet (pixel de  $13.5\mu$ ) dont les spécifications semblent prometteuses.

Notre effort s'est porté sur trois points essentiels.

1. Amélioration du refroidissement.
2. Refonte de l'électronique analogique.
3. Stabilisation du niveau des offsets.

### 1. Rappel des caractéristiques de la barrette TH7832

Développé par Thomson avec l'aide du Ministère de la recherche et de la technologie, ce capteur est constitué de deux lignes de 2048 photodiodes (très bonne réponse spectrale dans le bleu) de  $750\mu \times 13\mu$ . Chaque ligne est lue par deux Registres à Transfert de Charge latéraux. Les pixels pairs et impairs parcourent donc une chaîne analogique différente. De plus, un système d'injection de charges dans les photodiodes permet d'améliorer le transfert entre celles-ci et les registres CCD. Malheureusement, ce composant est entaché de trois défauts majeurs:

\* Une tension de polarisation qui est extrêmement sensible au bruit électronique ce qui entraîne les fluctuations des offsets à court terme.

\* La très grande sensibilité de l'injection de charges en fonction de la température induit également d'importantes fluctuations des offsets, mais à long terme.

\* La présence de préamplificateurs dans le composant qui provoque un échauffement des photodiodes et une saturation des pixels. Ce défaut avait déjà été contourné en ne les alimentant sous leur tension nominale que pendant la phase de lecture.

Notre étude a permis de pallier les deux premiers défauts.

## 2. Modifications de l'environnement du récepteur:

**2.1 Le support :** Il est différent de celui du premier montage en ce sens que:

\* Il a été conçu de manière à pouvoir utiliser l'une ou l'autre des lignes photosensibles, moyennant cependant plusieurs réglages et étalonnages en laboratoire.

\* Le "pied" parallélépipédique du support représente une réserve de frigories plus importante que dans l'ancien montage.

\* L'élément chauffant de la régulation de température est constitué de deux résistances en boîtier placées de part et d'autre du "pied" du support et qui se trouvent donc sur le "chemin" de l'apport de froid. Ce dernier est lui assuré par une boucle en cuivre plat, suffisamment souple pour être repliée et permettre un positionnement aisé de l'ensemble de la tête sur le cryostat.

\* La section efficace totale de la boucle est bien évidemment calculée en rapport avec le débit de frigories nécessaire au maintien de la température à  $-110^{\circ}\text{C}$ , de manière à éviter un apport trop important de froid, ce qui pénaliserait l'autonomie du cryostat. Cette dernière a été portée à plus de 16 heures, grâce à une modification du cryostat lui-même (cf: "cryostat").

\* Pour garantir un bon isolement thermique et électrique, nous avons placé des rondelles en verre époxy sous les écrous de fixation du support. Le support proprement-dit étant lui, relié à la masse électrique (0V) au niveau de la carte de circuit imprimé placée sous le récepteur.

**2.2 Le récepteur :** Les problèmes dus à l'échauffement mentionnés plus haut nous ont amenés à optimiser le refroidissement du récepteur. Ce qui représentait une sérieuse difficulté à cause du défaut de planéité de la céramique; il fallait garantir à très basse température un excellent contact thermique entre le support et la face interne du récepteur.

Fort de l'expérience acquise lors de la réalisation des têtes des caméras de Vision-Mars (sur lesquelles les chips récepteurs sont directement collés sur de petites platines en titane), nous avons opté pour cette solution. L'avantage du collage est que le produit épouse parfaitement les irrégularités de la surface de la céramique. Les inconvénients sont nombreux : démontage impossible, sérieux risque de dégazage de la colle, vieillissement de la colle, problèmes de fluage et pelage dus aux différences sensibles entre les coefficients de dilatation linéaire des matériaux au niveau des interfaces colle/cuivre et colle/céramique.

Après un grand nombre d'essais, nous avons choisi d'utiliser la résine époxyde thermo-conductrice E.708 d'Epotechny, dont la réticulation ( polymérisation ) démarre à température ambiante. Cette résine bi-composant sans solvant est chargée d'alumine et sa réaction exothermique reste modérée. Bien que cela représente un inconvénient majeur pendant la phase de collage, (débordements à éviter sous peine d'enrober les pattes du chip, coulures vers les bords extérieurs du support, etc...), la grande fluidité de cette résine lui permet de bien épouser les "aspérités" de la céramique.

Elle présente également un excellent coefficient de conductibilité thermique même à basse température, dégaze peu moyennant les précautions d'usage au moment de son élaboration. De plus, elle conserve un coefficient de dilatation linéaire encore correct à très basse température pourvu qu'on modifie le dosage durcisseur/résine.

**2.3 La carte électronique :** Classique en verre époxy FR4, circuit double face avec plans de masse, cuivre étamé à chaud, et sans vernis pour éviter tout phénomène de dégazage. La masse électrique est reliée au support par une des vis de fixation. Sur la carte, nous avons limité les composants électroniques au strict nécessaire, pour éviter le dégazage et l'apport de calories.

**2.4 Les pré-amplis :** Du même type que ceux développés par notre service il y a quelques années pour les matrices TK512 et le Thomson rectangulaire, et qui donnent d'excellents résultats tant au point de vue bande passante que bruit. Ils sont placés à l'extérieur, fixés sur la traversée étanche et ont simplement été modifiés afin de les adapter à l'amplitude des signaux issus des barrettes.

**2.5 Le driver :** Le driver a été remplacé par celui des caméras TK512 qui a fait preuve d'une très grande stabilité et fiabilité depuis plus de cinq ans.

**2.6 Le cryostat :** Bien qu'il soit plus petit que celui du montage précédent, son autonomie a été largement augmentée en perçant la paroi de séparation bidon/tête de six trous lisses de diamètre 4mm. Il est par conséquent devenu un cryostat à pompage unique. Cette modification a permis de bénéficier grandement de l'effet de pompage que procure la zéolithe contenue dans le bidon, et minimise l'influence des dégazages éventuels des pièces de la tête.

**2.7 Régulateur de température :** Notre choix s'est porté sur le modèle 900 d' Eurotherm Controls. Nous avons étudié un dispositif qui permet de freiner la descente de température lors de la mise en froid pour éviter le décollement du composant. De plus, un buzzer retentit quand la température du capteur s'écarte de  $\pm 2^{\circ}\text{K}$  autour de la consigne. La température de fonctionnement est maintenant de  $163^{\circ}\text{K}$ .

## 3. L'instabilité des offsets

Nous l'avons vu, deux phénomènes intervenaient: l'un à court terme (sensibilité d'une tension de polarisation au bruit électronique), l'autre à long terme (fluctuation de l'injection de charges en fonction des variations de la température).

\* Le premier phénomène a été considérablement réduit par la modification des chaînes analogiques, en particulier par un changement de structure des alimentations des différents éléments.

\* Le second a bénéficié du meilleur refroidissement et du changement de la régulation de la température, malheureusement la variation est de l'ordre de  $21 \text{ ADU}/^{\circ}\text{K}$ . La régulation ne peut pas assurer une telle précision avec des perturbations extérieures comme l'échauffement pendant la lecture, la variation de l'apport de froid en fonction du niveau de l'azote liquide dans le cryostat, et même variation d'impédance thermique en fonction du vide de la tête.

En revanche, il est possible de compenser ce phénomène en continuant de lire des pixels non physiques à la suite des pixels photosensibles. Maintenant, on lit 2048 pixels supplémentaires sur chaque voie. Leur valeur moyenne peut alors être retranchée de l'image. Cette mesure sera disponible dans un premier temps dans l'en-tête FITS de chaque pose (Mot clef:PNPM) et pourra être utilisée après vérification de sa validité grâce à son sigma (Mot clef:PNPE) (figs 1,2,3 ).

Le gain apporté est de l'ordre d'un facteur dix par rapport à l'ancienne caméra,  $0.5 \text{ ADU rms}$  au lieu de  $5 \text{ ADU}$ .

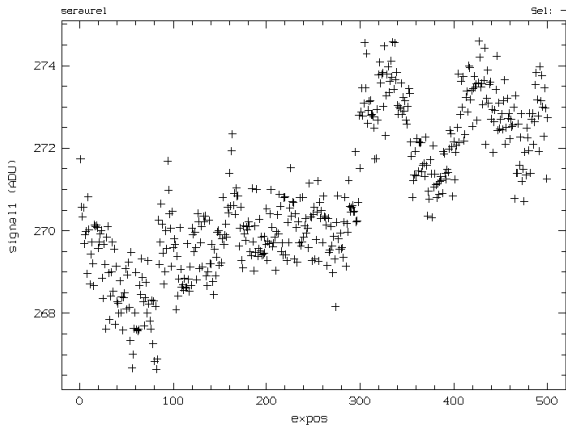


Figure 1: Série de 500 offsets, valeur moyenne des pixels physiques.

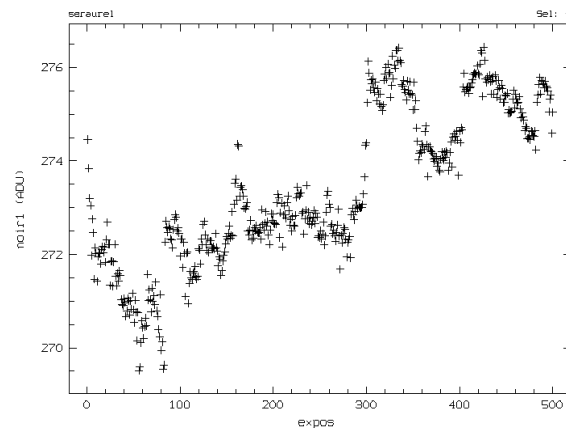


Figure 2: Valeur moyenne des pixels non physiques.

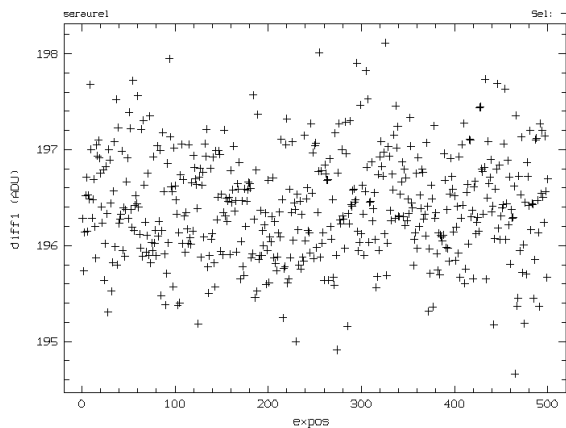


Figure 3: Différence de la valeur moyenne des pixels physiques et des pixels non physiques

**4. Profondeur des puits**

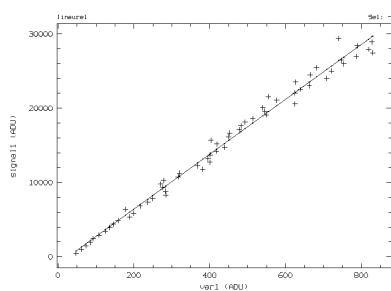


Figure 4: Gain. La conversion analogique numérique est effectuée sur 15 bits, la saturation digitale est donc à 32768 ADU . Nous avons ajusté le gain de la chaîne analogique pour que la saturation numérique intervienne juste avant le débordement des puits de potentiel des photodiodes.

Le gain est maintenant de 37.0 e-/ADU et la profondeur des puits  $1,212 \times 10^6$  e- (fig 4).

**5. Bruit**

Le bruit est de 255 e- rms avec des harmoniques inférieurs à 26 e- nous sommes parvenus à la valeur théorique pour ce type de composant.

**6. Courant d'obscurité**

En laboratoire, nous avons réalisé un série de 11 poses dont le temps d'intégration a été incrémenté de 15 mn. La mesure du courant d'obscurité n'est pas quantifiable, il est inférieur à la fluctuation des offsets.

**7. Linéarité**

Les modifications n'ont pas affecté la linéarité qui reste excellente, c'est à dire que l'erreur est inférieure à 0.001% de la pleine échelle (fig 5,6).

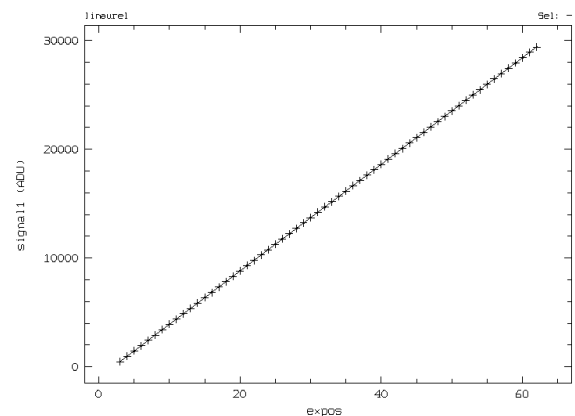


Figure 5: Linéarité

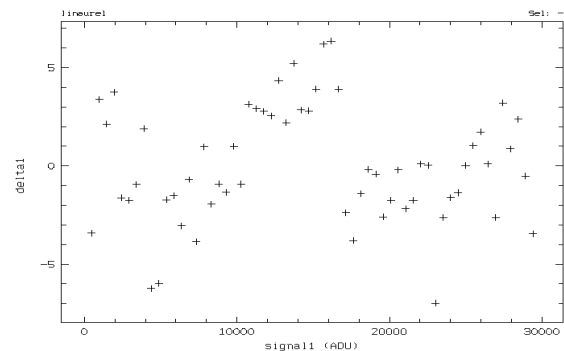


Figure 6 : Résidu par rapport à la droite.

**8. Conclusion**

Les améliorations des performances de cette caméra devraient permettre aux utilisateurs d'Aurélien d'accroître très sensiblement la qualité de leurs observations.

L'étude d'une caméra basée sur une matrice CCD (EEV 2Kx1K pixel  $13.5\mu$ ) est en cours. Compte tenu des performances annoncées par le fabricant et de notre expérience on peut raisonnablement espérer un bruit inférieur à  $3e^-$  sans dégradation de la réponse spectrale.

## Impressions d'un stage à l'OHP

### La promotion 95/96 du DEA de Strasbourg

De manière générale, il n'est pas rare, pour des étudiants, de déplorer le fossé, parfois réel, qui sépare leur formation de la réalité physique des phénomènes. Si cela devait être le cas, les élèves du D.E.A. "Analyse et traitement de données sur les milieux astrophysiques" de Strasbourg, dirigé par Madame Agnès Acker, n'ont toutefois plus guère de raison de protester, puisqu'ils ont pu effectuer, du 1er au 6 mars, un stage d'observation à l'O.H.P. (ainsi qu'il est prévu dans leur cursus). Ils ont ainsi eu la chance, que beaucoup leur envieraient, d'utiliser les télescopes de 80, 120 et 152 cm, à partir d'un programme qu'ils avaient eux-mêmes établi autour du sujet proposé "Etude comparative d'objets à raies d'émission", tels que régions HII (nébuleuses d'Orion et Shapley), restes de supernovae (nébuleuse du Crabe), nébuleuses planétaires (NGC6543, "Méduse" en plus de la "NP DEA"), galaxies à raies d'émission (M82...).

Malgré quelques difficultés à adopter le mode de vie bien particulier des astronomes, marqué par quelques douze heures de décalage horaire (que le personnel les en excuse), ils se sont véritablement enthousiasmés pour leur travail, bien aidés en cela par la sympathie et la disponibilité des techniciens de coupole. Témoin la patience d'Olivier, qui s'est substitué au système de guidage défaillant pendant près de trois quart d'heures; témoin encore le goût qu'ils ont manifesté pour le 80 cm, paraxodement en raison de sa rusticité qui oblige à se rapprocher de l'instrument; témoin surtout l'effervescence qui a régné au 120 cm chacun des soirs de cette mission, autour d'un fait marquant : l'éventualité d'identifier une nouvelle nébuleuse planétaire, inespérée pour une première expérience. Et, au terme de plusieurs soirées, à force d'acharnement et aussi avec un minimum de foi, le "rond de cigare" entourant l'étoile centrale était là, bien visible en H-alpha, et l'appellation "NP DEA" utilisée tout au long de la semaine était bel et bien justifiée. L'observation d'autres astres, aussi célèbres que superbes ou dignes d'intérêt, n'a pas été négligée, tant en imagerie qu'en spectrométrie (avec AURELIE).



Ainsi, ces étudiants, qui tiennent également à remercier l'équipe du LIDAR et les auteurs des conférences auxquelles ils ont assisté, sont revenus sous les cieux moins cléments de Strasbourg, un peu sûrs d'avoir fait le bon choix en ayant décidé de se consacrer à l'Astrophysique, malgré toutes les difficultés que cela implique actuellement.

## De la discipline des utilisateurs

### Jean-Pierre Sivan

Le 1m20 fête cette année ses 125 ans. Il commença sa carrière à l'Observatoire de Paris et scrute depuis 54 ans le ciel de Haute Provence : on se souvient que le premier cliché pris à l'OHP, le fut en Août 1943 par Charles Fehrenbach. Depuis Décembre 1995, un nouveau CCD est à son foyer, un TK 1024 aminci qui fonctionne dans un environnement informatique entièrement renouvelé. Il remplace le TK 512 (mis en service en 1988) qui a toujours été un peu étroit pour le 1m20 et qui est maintenant porté par son petit frère, le 0m80.

Au foyer du 1m52, le plus jeune de nos quatre principaux télescopes -il n'a que 28 ans-, le spectrographe Aurélie retrouve un nouveau souffle grâce au changement de barrette et à diverses améliorations d'ordre électronique et cryogénique. Cette mise à niveau est décrite par ailleurs.

Monter un CCD sur Aurélie est prévu, mais les efforts portent dans l'immédiat sur le spectrographe Carelec du 1m93, en vue de le doter d'un CCD de 1000 x 2000 éléments d'image qui permettra de doubler l'étendue du domaine spectral utile. Le second spectrographe du 1m93, Elodie, mis en service en 1994, a permis à Michel Mayor et Didier Queloz, l'extraordinaire découverte que l'on sait, d'une planète de masse jovienne en orbite autour de l'étoile de type solaire 51 Pegasi. Cette grande première a porté haut et loin la réputation de l'OHP, couronnant le travail de nos collègues genevois et de tous ceux qui ont conçu et réalisé cette magnifique machine. Un atelier lui a été consacré.

Ainsi, malgré leur âge respectable, les télescopes de l'OHP se portent bien et l'attrait de leurs instruments focaux ne faiblit pas comme en atteste la pression des demandes de temps d'observation: pour le 1m93, ce semestre, elle égale à 2. Les astronomes visiteurs de l'OHP constituent une grande famille, mais qui se renouvelle sans cesse. Chaque année de nouveaux missionnaires fréquentent l'OHP, jeunes pour la plupart, ce qui est un élément rassurant. Pour renforcer les liens entre l'observatoire et ses visiteurs, un Comité des Utilisateurs a été créé. A l'OHP, la notion de service est profondément ancrée dans les mentalités. Le succès des observations, chaque nuit de l'année, reste la priorité absolue. C'est là une vieille tradition. La qualité de l'accueil et des services rendus constitue un des points forts de l'OHP. Il y a toujours, bien sûr, des éléments à améliorer et il ne fait pas de doute que les recommandations du Comité des Utilisateurs contribueront à le faire.

Le succès des observations dépend non seulement du soutien technique de l'observatoire mais aussi, à l'évidence, de la façon dont le missionnaire aura lui-même préparé sa mission. Quelques cas -fort heureusement peu nombreux- relevés ces derniers mois, conduisent à rappeler les deux règles élémentaires suivantes :

- **Règle No. 1 :** Une feuille verte dite de préparation de mission doit impérativement être retournée à l'observatoire une semaine au moins avant le début de la mission. Les responsables des instruments ne peuvent deviner quels sont les filtres, les réseaux, les domaines spectraux, etc., que désire l'observateur.

- **Règle No. 2 :** Le missionnaire est tenu de se présenter à la coupole au début de l'après-midi qui précède sa première nuit, avant 15 heures impérativement. Il pourra ainsi vérifier que l'instrument qu'il va utiliser a été mis dans la configuration demandée. Si le missionnaire ne connaît pas l'instrument, un

ingénieur ou un astronome ou les deux à la fois, le lui présenteront et lui expliqueront son fonctionnement. S'il s'agit d'un habitué, il sera informé des dernières modifications apportées. Enfin, dans le cas d'Elodie et de la caméra du 1m20, l'observateur se verra confier le mot de passe qui l'autorisera à utiliser les logiciels d'acquisition.

Le respect de ces deux règles est nécessaire pour un déroulement correct des observations sans que soit porté préjudice à la bonne marche de l'observatoire.

Une troisième règle concerne la fin de la mission. S'y conformer est aussi très important pour l'efficacité des services rendus par l'observatoire.

- **Règle No. 3 :** Le missionnaire doit remettre à la direction, de préférence avant son départ, un compte rendu de mission comportant quelques données statistiques sur les heures perdues et leurs causes, résumant les difficultés techniques rencontrées et mentionnant toute remarque ou suggestion qu'il juge utiles.

Les deux dernières règles qu'il convient de rappeler, car, malheureusement, elles aussi sont parfois oubliées, concernent le rayonnement de l'observatoire, sa visibilité comme l'on dit aujourd'hui.

- **Règle No. 4 :** Chaque utilisateur doit écrire un bref compte rendu des observations effectuées au cours d'une année afin de contribuer à la partie scientifique du Rapport d'Activité annuel de l'OHP. Il est sollicité pour ce faire au mois de Janvier.

- **Règle No. 5 :** Les publications basées, même partiellement, sur des observations réalisées à l'OHP, doivent en faire mention dans le titre de façon explicite.

L'OHP demeure à l'écoute de ses utilisateurs, mais ces derniers ont quelques obligations envers lui, résumées dans les cinq règles ci-dessus, qu'il nous a semblé opportun de rappeler. A une époque où, comme toutes les unités du CNRS, l'OHP est fragilisé par des restrictions budgétaires et une diminution des effectifs, les utilisateurs de l'observatoire comprendront sans peine que, se conformant à ces quelques directives, ils contribueront à maintenir efficaces et forts des moyens d'observation qui sont à la disposition de la communauté nationale (et internationale) depuis plus d'un demi-siècle et qui entendent le rester longtemps encore.

## Forum électronique OHP: Quelle instrumentation pour demain ?

Au printemps dernier, le comité des utilisateurs de l'OHP a effectué une enquête auprès des astronomes français, leur demandant notamment quels étaient leurs souhaits pour le renouvellement de l'instrumentation focale des télescopes de l'OHP dans les années à venir (au delà de 1998). Les résultats de cette enquête ont été publiés. Ils arrivent à point nommé dans le cadre de la réflexion prospective nationale pour l'astronomie, qui a été lancée par l'INSU.

La direction de l'OHP, en liaison avec le comité des utilisateurs, a jugé bon d'élargir le débat dans le but de définir des propositions précises à présenter au colloque de prospective en préparation. C'est sur la base des propositions de l'enquête du comité des utilisateurs et des projets émanant des scientifiques de l'OHP que s'ouvre ce forum électronique, formule moderne de discussion en prélude à un forum de nature traditionnelle que l'on projette d'organiser plus tard.

Pour participer à cette discussion, consultez notre serveur Web:

<http://www.obs-hp.fr/www/forum/forum.html>

## Nouveau LIDO pour *Carelec*

Une nouvelle version du logiciel d'observation LIDO pour le spectrographe *Carelec* du télescope 1m93 OHP est opérationnelle depuis le début du mois de Février 1997. LIDO tourne maintenant sur une station Unix et MIDAS est disponible pour la visualisation et le pré-traitement. Les deux premiers missionnaires l'ayant utilisé ont été Nicolas Mauron et Albert Bosma.

La Lettre de l'OHP est disponible en format HTML, PostScript et PDF sur le serveur Web de l'OHP

Editeur : S.A.Ilovaisky

[ilovaisky@obs-hp.fr](mailto:ilovaisky@obs-hp.fr)

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
OBSERVATOIRE DE HAUTE-PROVENCE

F-04870 SAINT MICHEL L'OBSERVATOIRE, France

Tel. +33 (0)492 70 64 00 - Télécopie +33 (0)492 76 62 95



<http://www.obs-hp.fr/>