



Clins d'œil sur l'actualité

Deux nouvelles voisines - Des saisons sur Pluton - Une planète dans Messier 4 - Waterworld existe-t-il ?
par **Claude Picard** 380



Messier **Arago**

Hommage à **François Arago**

par **Nicole Mein, Simone Dumont** et **Marie-Claude Paskoff** 382

Arago et les hommes de science de son temps
par **Suzanne Débarbat** 386

François Arago et l'Astronomie populaire
par **Simone Dumont** 394

François Arago, un astronome à l'esprit universel
par **Albert Bijaoui** 402

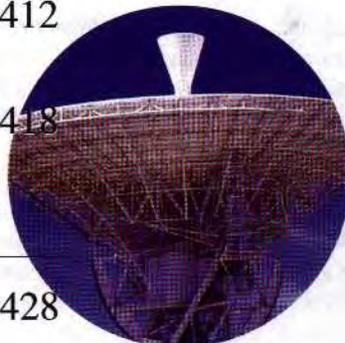
À propos de...

... **couronne solaire**
par **Gérard Oudenot** 408

Instruments et techniques

Jets et Systèmes binaires
traitement d'images
par **Bernard Lempel** 412

Construction d'un coronographe d'amateur
par **André et Sylvain Rondi** 418



Observatoire

Tidbinilla
par **Claude Pinlou** 428

Observer le ciel

Actualité martienne
par **Daniel Crussaie** 431

La comète 2P/Encke à l'automne 2003
par **Nicolas Biver** 432

Vie Associative

Commission des étoiles doubles
par **Claude Pinlou** 434

Comme **chaque mois**

Portraits Célestes 436

Bibliothèque 438

Nos lecteurs ont la parole 440

Cadrans solaires III



Agenda astro

Exposition Arago à l'Observatoire de Paris 393

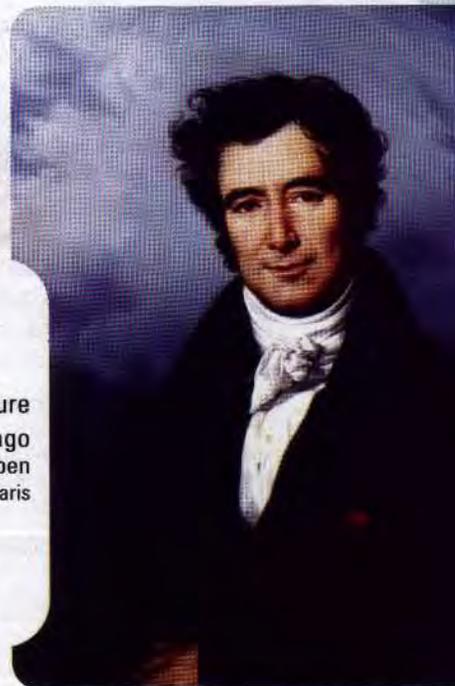
Journées Techniques ATCO 393

Colloque Arago 401

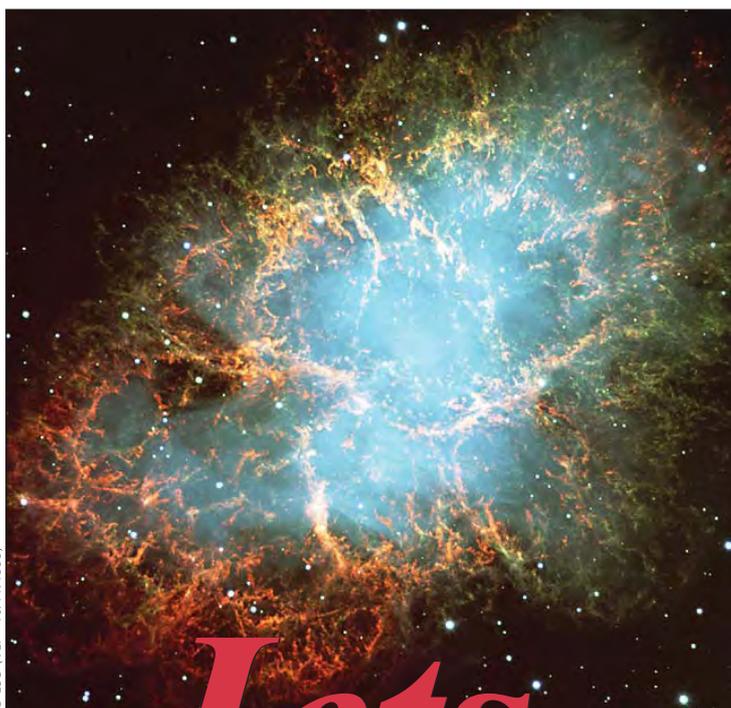
Voyages SAF au Chili et en Islande 427

Conférences SAF 2003/2004 427

Conférences SAN 2003/2004 427



En couverture
Portrait de François Arago
par l'artiste peintre Steuben
© Observatoire de Paris



© ESO (VLT - 10/11/1999)

Fig. 1 – Nébuleuse du Crabe

<http://www.eso.org/outreach/press-rel/pr-1999/pr-17-99.html>

Bernard Lempel

Société Astronomique de France

Jets et *Systemes binaires*

traitement d'images

À l'aide d'outils de traitement des images, et d'une méthode, décrits par ailleurs¹, nous montrons que certains jets sont associés à des systèmes binaires et aussi que ce phénomène est observable aussi bien à l'échelle d'étoiles doubles qu'à l'échelle de noyaux de galaxies.

Nous abordons d'abord le cas du pulsar du Crabe (M1), puis celui du noyau de la galaxie M87. On verra, par là même, que ce dernier est, comme le pulsar du Crabe, un système de deux objets massifs en interaction. Il est bon de noter que toutes les images traitées l'ont été à partir des meilleures images disponibles sur Internet, du point de vue de la résolution.

M1 (la nébuleuse du Crabe et son pulsar)

Un peu d'histoire

En juillet de l'an 1054 les astronomes chinois observent l'apparition d'une nouvelle étoile. Celle-ci est si lumineuse qu'elle est visible en plein jour. Un mois après, elle disparaît. En Europe, on n'en trouve aucune mention. Ce n'est qu'en 1731 que John Bevis la retrouve sous la forme d'une nébuleuse. En septembre 1758 elle entre dans le catalogue de Messier sous la désignation M1.

Caractéristiques

Située à 6300 a.l., dans la constellation du Taureau, M1 est sans doute la nébuleuse la plus observée. Elle l'a été dans toutes les longueurs d'ondes possibles. Elle affiche une magnitude absolue de -3,2 (1000 fois plus lumineuse que le Soleil). Son extension est actuellement de 10 a.l. (6' x 4').

La mort simple (et simplifiée) d'une étoile

Lorsqu'une étoile, en fin de vie, a consommé son hydrogène, puis son hélium et s'est enrichie en éléments lourds, la pression du gaz ne suffit plus pour compenser la gravitation. Les gaz de l'étoile s'effondrent alors vers le noyau puis rebondissent violemment provoquant une onde de choc qui éjecte son enveloppe (voir l'article "À propos de... supernovae" de Gérard Oudenot dans *l'Astronomie* de juin 2003 p.264). M1 serait le résidu de l'effondrement d'une étoile massive, de 8 à 25 masses solaires (ce serait donc une supernova de

1 – http://perso.wanadoo.fr/lempel/methodes_logicielles.pdf.

Fig. 2 – NOAO (20 Oct. 1989)
http://www.noao.edu/image_gallery/html/im0565.html

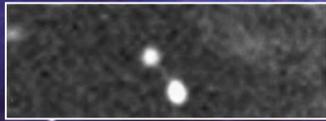
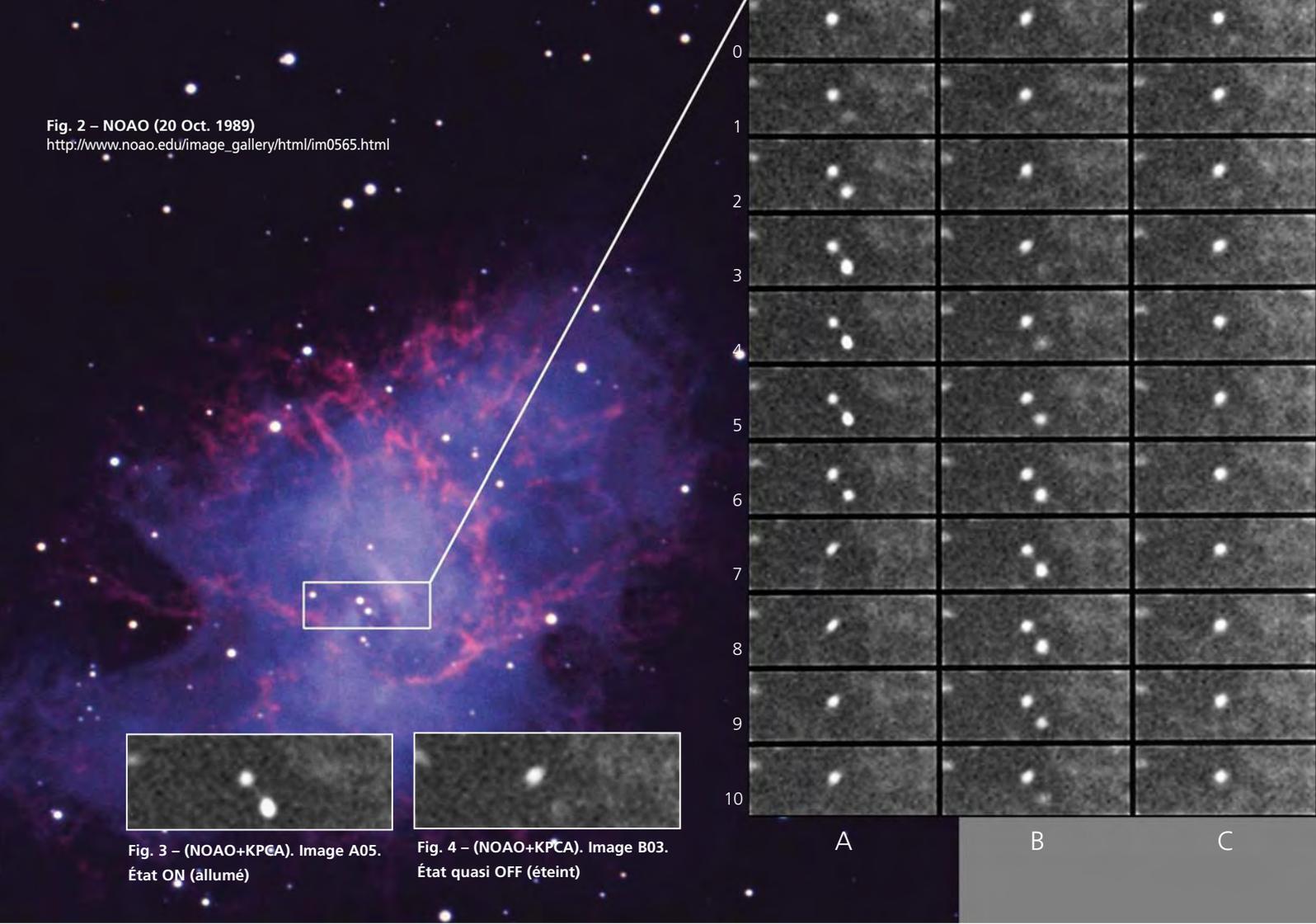


Fig. 3 – (NOAO+KPCA). Image A05.
État ON (allumé)

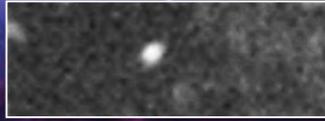


Fig. 4 – (NOAO+KPCA). Image B03.
État quasi OFF (éteint)

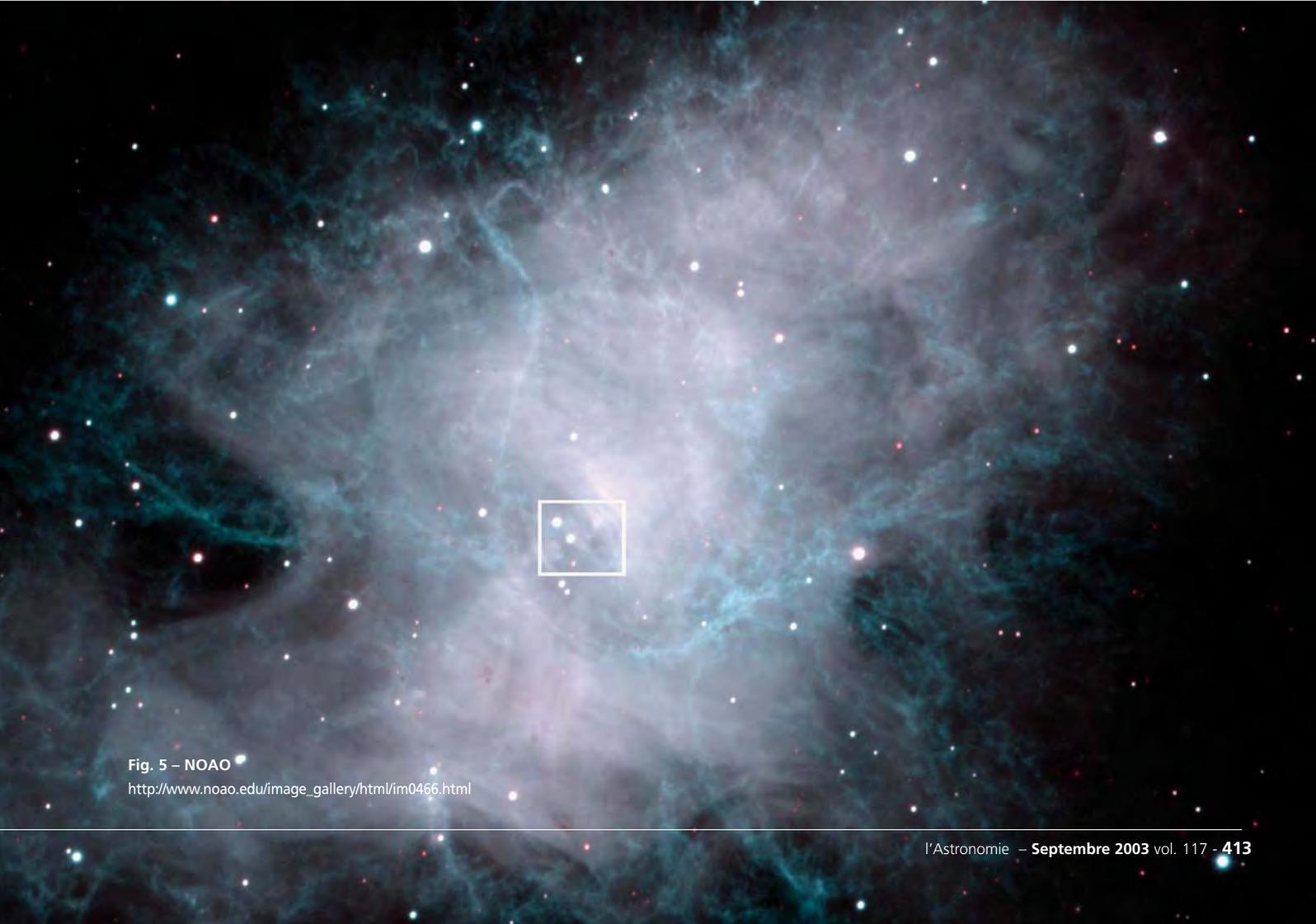


Fig. 5 – NOAO
http://www.noao.edu/image_gallery/html/im0466.html

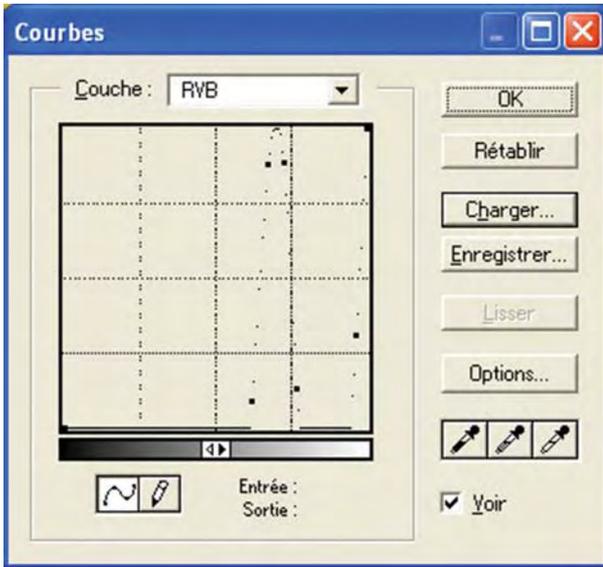


Fig. 6 - http://perso.wanadoo.fr/lempel/CRV_&_MAP/crab1_tiff_T1.CRV

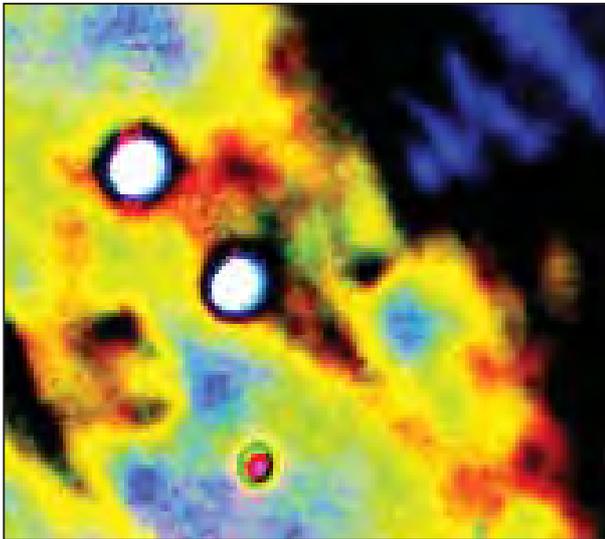


Fig. 7 – Image traitée

http://perso.wanadoo.fr/lempel/pulsar_crab1_noao.jpg

type II). On trouve, dans son spectre, de l'hydrogène et d'autres éléments dont de l'oxygène.

Il existe de nombreuses photographies de M1. Nous en retiendrons une (fig.1), sans doute l'une des meilleures. Réalisée par l'ESO au VLT, elle est remarquable par ses qualités techniques (résolution), mais aussi pour sa beauté.

Il existe un autre document qui présente des caractéristiques étonnantes (fig. 2). Il s'agit de la séquence de 33 images à haute résolution temporelle (1 ms), du pulsar "central" et d'une autre étoile, obtenue par le NOAO, avec la caméra à comptage de photons KPCA².

Ces images sont présentées ici dans l'état où elles ont été publiées par le NOAO. Donc sans aucun traitement personnel.

Examen de la séquence d'images obtenue au NOAO avec la caméra KPCA (fig. 2)

Nous repérons les images de la séquence en adoptant les règles suivantes : de gauche à droite les colonnes A, B, C ; de haut en

bas les lignes 0 à 10. Notons que la séquence temporelle des images est A0,1,2... B0,1,2... C0,1,2...

Si l'on examine attentivement cette séquence, un fait troublant apparaît : dans certaines images, le pulsar semble lié à l'étoile voisine par un "pont lumineux". S'agit-il d'un artefact dû au bruit de la caméra ? Ou bien s'agit-il d'un artefact provoqué par tout autre cause ? Ce pont lumineux n'apparaît qu'à l'état ON du pulsar, c'est-à-dire à son maximum d'éclat, (fig. 3), jamais à l'état OFF (fig. 4). Ce fait semble éliminer la possibilité qu'il s'agisse d'un artefact dû au bruit de la caméra. Mais d'autres causes sont possibles. Pour lever le doute, il faut donc rechercher d'autres documents dans lesquels ce pont serait visible.

Examen d'une image en haute résolution obtenue par le NOAO

Le NOAO a réalisé une autre excellente photographie (fig. 5) de la nébuleuse du Crabe. Dans cette image, la région du pulsar, repérée par un rectangle, a été traitée, dans Photoshop³, à l'aide de la fonction "Image, Réglages, Courbes" (fig. 6).

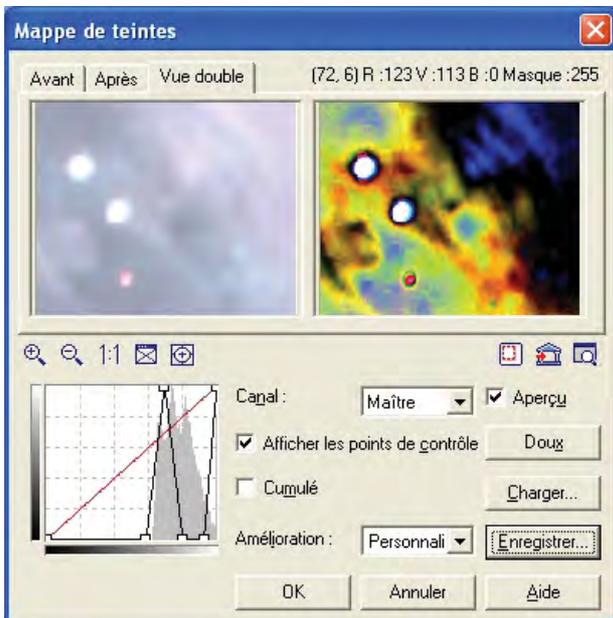


Fig. 8 - http://perso.wanadoo.fr/lempel/CRV_&_MAP/crab1_tiff_T1.MAP

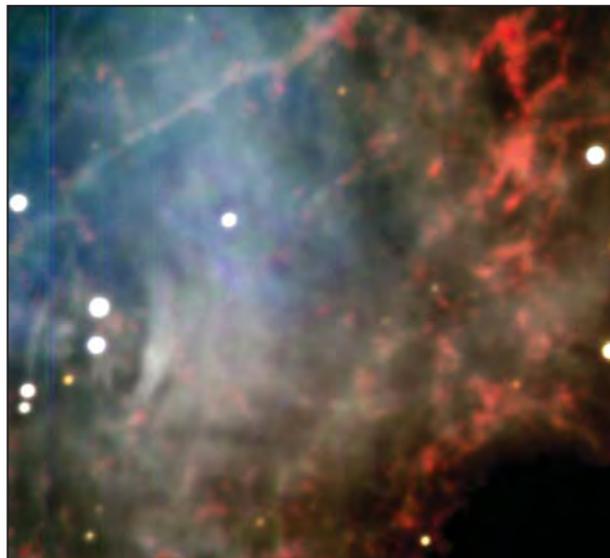


Fig. 9 – ESO (VLT) – <http://www.eso.org/outreach/press-rel/pr-2000/pr-01-00>.

2 – PASP, vol 104, n°674, Avril 1992, p 263-269. Millisecond time resolution with the Kitt 6 – Peak Photon Counting Array (Sharp, N. A.).

3 – <http://www.adobe.com/support/downloads/product.jsp?product=41&platform=win>

Le résultat est clair : un pont de lumière apparaît en rouge entre le pulsar et l'étoile compagne (fig. 7). Notons qu'au-delà du pulsar il se prolonge sous forme d'un jet.

Avec un logiciel de traitement d'images similaire, Ulead PhotoImpact⁴ (Format, Mappe de teintes) on obtient strictement le même résultat (fig. 8). Ceci permet d'exclure un effet lié à un logiciel spécifique.

Examen d'une image obtenue par l'ESO au VLT

Réalisée par L'ESO au VLT, cette image en haute résolution de la région centrale du Crabe (Fig. 9), malgré quelques défauts (stries verticales), est soumise à des traitements similaires à ceux de l'image précédente (fig.10 et 11).

Les deux traitements, par Photoshop (fig. 10) ou par Ulead PhotoImpact (fig.11) donnent le même résultat (fig.12). Le pont apparaît là aussi très clairement. On voit aussi, en bas, l'amorce du jet. Dans l'image (fig.9), (bord gauche), on remarque un deuxième système d'étoiles doubles, réunies par un pont lumineux prolongé par un jet. Il n'est nul besoin de faire un quelconque traitement. Ce système est parfaitement visible dans l'image d'origine. Toutefois, à titre de curiosité, nous en avons effectué un, là aussi. (fig.13)

Conclusions pour M1

1 – Le pont lumineux et le jet ne semblent pas liés à une spécificité de traitement.

2 – Le pont lumineux et le jet sont mis en évidence par des logiciels différents, dans trois documents issus de sources et d'instruments différents. Ce n'est donc pas un artefact.

3 – Bien que la périodicité du jet ne soit mise en évidence que dans un seul document (KPCA), le fait qu'il n'apparaisse qu'à l'état ON du pulsar et jamais à l'état OFF, permet de penser qu'il s'agit d'un phénomène bien réel.

4 – Ce pont lumineux serait périodique et synchrone du pulsar. Il s'agirait donc d'un mécanisme différent de celui qui est généralement invoqué pour expliquer le phénomène des pulsars et des jets qui leur sont associés.

5 – Par extension, existerait-il des jets issus de systèmes doubles d'objets massifs, tels que des trous noirs, comme il semble en exister dans certains noyaux de galaxies ?

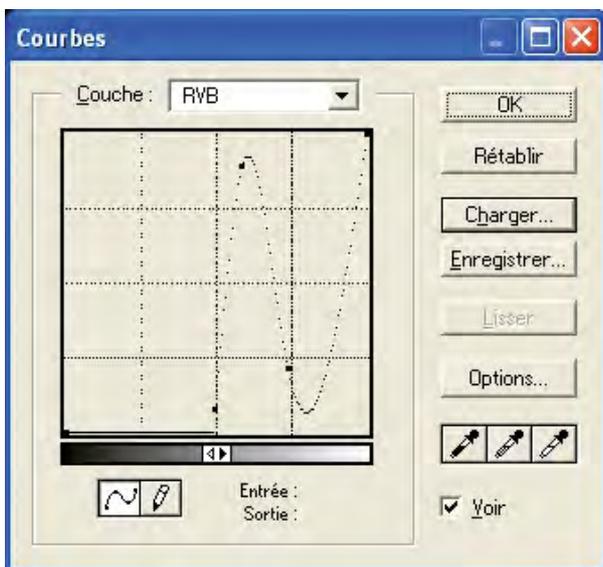


Fig. 10 – http://perso.wanadoo.fr/lempel/CRV_&_MAP/Crab_01.CRV

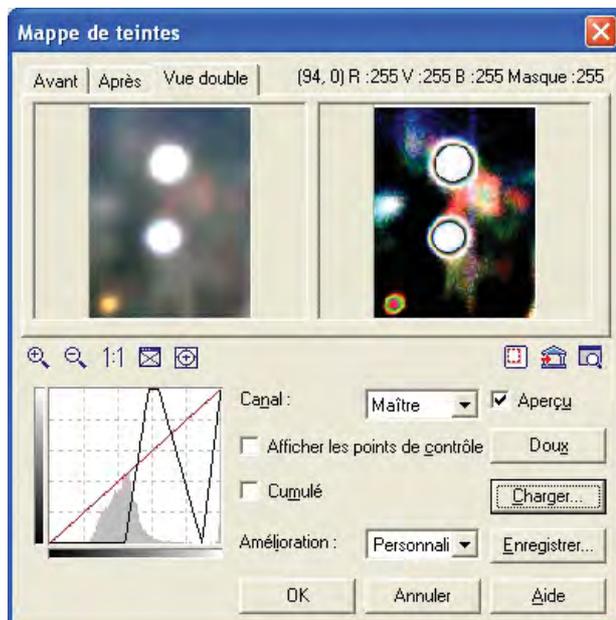


Fig. 11 – http://perso.wanadoo.fr/lempel/CRV_&_MAP/phot-04b-00b_jpg_01.MAP

M87 (La galaxie et son noyau)

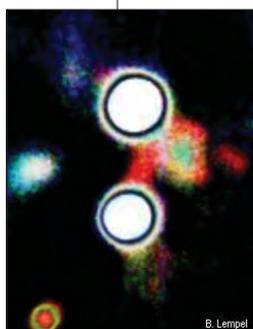


Fig. 12 http://perso.wanadoo.fr/lempel/phot-04b-00_Pulsar_T_01s2.jpg

M87 (Fig.14) est une galaxie elliptique géante située à 60 millions d'années de lumière environ dans l'amas de galaxies Virgo (Vierge). Son diamètre apparent est de 120 000 années de lumière, sa masse de 10^{12} masses solaires, sa magnitude absolue de -22 . Elle présente deux particularités exceptionnelles : un système de plus de 4 000 amas globulaires, et surtout un jet rectiligne spectaculaire ultra relativiste de plus de 5 000 années de lumière découvert en 1918. Sa lumière, fortement polarisée a les caractéristiques du rayonnement synchrotron. Le jet apparaît en bleu sur les photos à faible temps d'exposition.

C'est un phénomène violent et turbulent. Son aspect apparaît trituré dans les images en haute résolution obtenues notamment par le HST (fig.15). Les observations récentes ont mis en évidence la violente activité du noyau de cette galaxie, révélant la présence d'un objet massif d'environ 2,5 milliards de masses solaires, concentrées dans la sphère la plus intérieure avec un rayon de 60 années de lumière. Pendant le premier trimestre de 1998, l'ESO publie sur Internet les premières images faites avec le VLT. Parmi celles-ci figure celle du jet issu du cœur de la galaxie M87 (Fig.16).

Dans le commentaire qui accompagne cette photo l'ESO donne les informations suivantes : VLT UT1 First Light Photo No. 7. « ... This image is a colour composite of three images taken in ultra-violet, blue, and visible light (U, B and V filters) during the night of May 25 - 26, 1998. In reality, the bright blue colour of

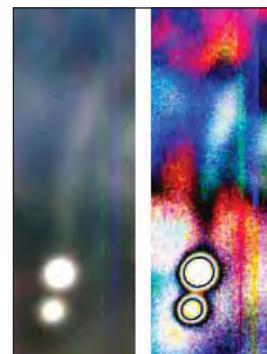


Fig. 13 http://perso.wanadoo.fr/lempel/phot-04b-00_frag_&_T_01jpg.jpg

4 – <http://www.ulead.co.uk/fr/>



Fig. 14 - <http://www.aao.gov.au/images/captions/aat053.html>

the jet corresponds to ultraviolet radiation. The atmospheric conditions were less than optimal during this exposure ». On n'en sait rien de plus et la première impression que l'on ressent serait qu'il s'agit d'une photo ratée, surtout si on la compare à celle du HST. En fait entre ces deux photographies, il n'y a pas de comparaison possible. Les échelles sont trop différentes. Celle du HST couvre un carré de l'ordre de 10 000 a.l. sur chaque côté, alors que celle du VLT couvre un rectangle d'environ 150 x 250 a.l.. Comme pour M1, un traitement effectué indifféremment avec Photoshop (fig.17) ou avec PhotoImpact, permet d'obtenir la même image surprenante (fig.18). Une



Fig. 15 - <http://hubblesite.org/newscenter/archive/2000/20/>



Fig. 16 - <http://www.eso.org/outreach/info-events/ut1fl/pr-pictures/ut1fl-03-07-hires.jpg>

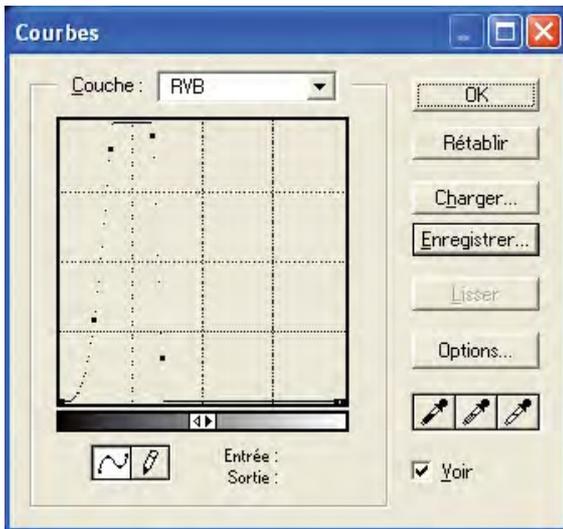


Fig. 17 - http://perso.wanadoo.fr/lempel/CRV_&_MAP/M87_04.CRV

analyse complémentaire²³, réalisée dans l'image de l'ESO, permet d'éliminer la possibilité d'un artefact de traitement. On remarque les faits suivants :

- un anneau bleu (tore) entoure un objet central (vert) ;
- de ce tore, et dans son plan, est issu le jet qui se propage vers un deuxième objet (vert) ;
- après avoir contourné ce deuxième objet le jet se propage au-delà.

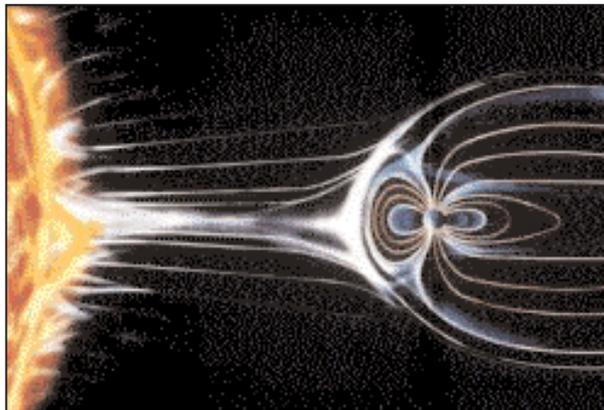


Fig. 19 - http://science.msfc.nasa.gov/newhome/headlines/ast28oct98_1.htm

Conclusions pour M87

Nous n'avons pas pour le moment d'autre document permettant de valider ce résultat. Mais si ce n'est pas un artefact, alors dans le cœur de M87, existeraient deux objets massifs reliés par un jet. La similitude avec les mécanismes du vent solaire en interaction avec la magnétosphère terrestre (fig. 19) est si grande, qu'il est difficile de ne pas faire le rapprochement.

Conclusion générale

Nous disposons de trois documents qui montrent l'existence, dans M1, d'une étoile et d'un pulsar, reliés par un jet, et d'un document qui montre l'existence dans M87 de deux objets massifs reliés par un jet. Il s'agirait apparemment d'un phénomène asymétrique

dont l'explication pourrait se trouver dans la présence de paires d'objets massifs fortement magnétisés, dans un environnement de plasmas fortement ionisés. Dans les deux cas des idées nouvelles sont à mettre en œuvre pour expliquer la structure et la physique de ces phénomènes.

Remerciements

À tous ceux qui, à des titres divers, ont apportés leur aide à ce travail. Et tout particulièrement à Monsieur Jean-Claude Pecker, Monsieur Claude Picard et l'équipe de rédaction. Sans oublier Arlette, ma femme, pour sa patience et ses encouragements. ■

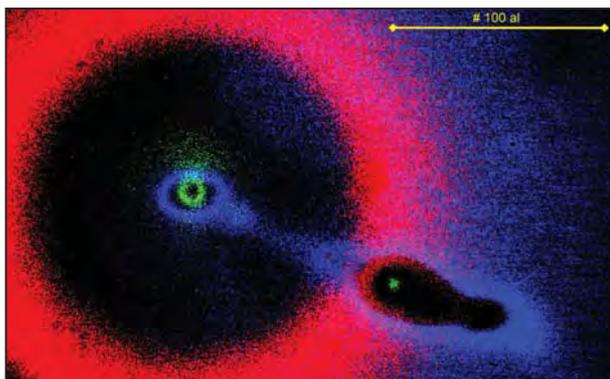


Fig. 18 - http://perso.wanadoo.fr/lempel/m87_vlt_2.jpg



COUPOLES OBSERVATOIRES

En composite polyester et fibres de verre, teinté dans la masse, inoxydable, thermiquement neutre (n'accumule pas la chaleur)

Brevet international

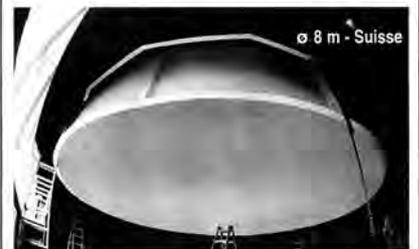
ø 2.40 - 3.50 - 5.00 - 7.00 - 8.40 m
Toutes configurations climatiques possibles
motorisations et adaptations sur demande

Observatoire
ø 2,40 m



COUPOLES PLANETARIUMS

Tous diamètres - toutes configurations



Depuis près de 20 ans,
notre savoir faire est au service
des astronomes professionnels
et amateurs.

INACO

Rue Cugnot - ZI Grézan - 30034 NIMES

Tél. (33) (0) 466 263 575

Fax (33) (0) 466 263 146

- Conseils gratuits pour la conception du projet
- Livraison en éléments prêts à assembler
- Assistance technique au montage ou montage par nos soins en options