

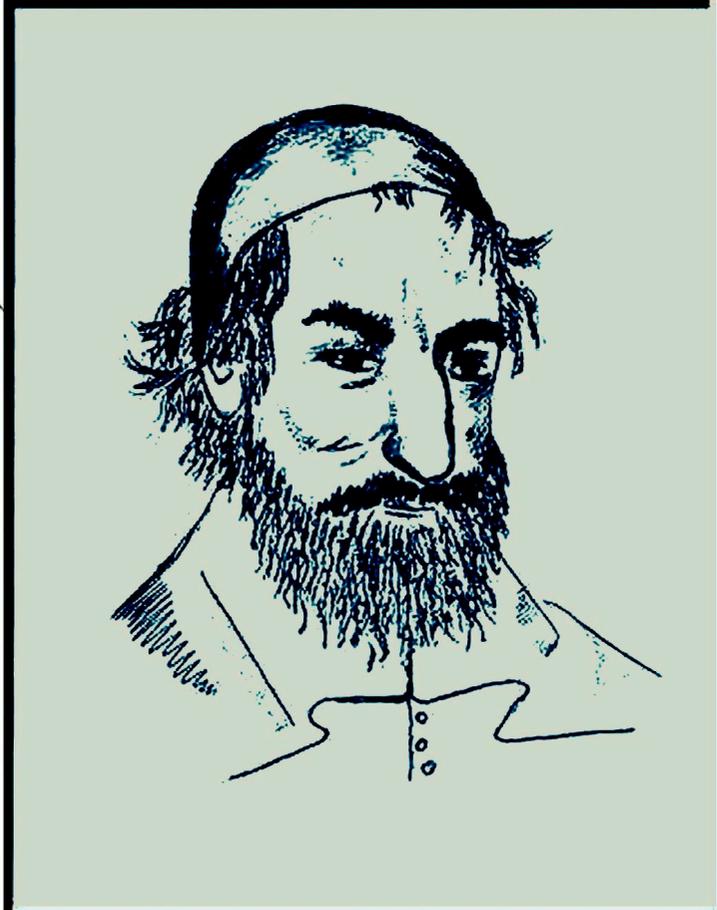
Septembre 2013



Peiresc

numéro 17

Les Cahiers



ISSN 1775-0458

**CYCLE DE CONFÉRENCES PEIRESC**  
**4<sup>e</sup> trimestre 2013**  
**Centre d'Astronomie Clair-Matin**  
**166, av. Jean Monnet 13090 Aix**  
*Entrée libre*

\* \* \*

- ☐ **Samedi 21 septembre\*** à **18h30**, après l'inauguration à 16h30 de la nouvelle salle de conférence du Centre d'Astronomie Clair-Matin :  
« **Wegener : de la dérive des continents à la tectonique des plaques** »  
par Daniel BRACHET, professeur honoraire de SVT.
  
- ☐ **Samedi 12 octobre\*** à partir de **17h**, dans le cadre de la Fête de la Science :  
« **Le boson de Higgs** » par Elias METRAL (CERN), Richard JACOBSSON (CERN) et Stéphane BASA (LAM).
  
- ☐ Jeudi 14 novembre à 19h :  
« **Lettres du camp des Milles** » par Guy MARCHOT, auteur, historien.
  
- ☐ Jeudi 12 décembre à 19h :  
« **Histoire des chiffres et des nombres** » par Max MICHELARD, ingénieur A&M, président de l'Académie d'Aix.

\* \* \*

---

*\* Les conférences Peiresc sont programmées habituellement le deuxième jeudi de chaque mois à 19h. Certaines dates peuvent être décalées en raison d'événements exceptionnels. Vérifier l'information sur le site du planétarium ou dans la presse.*

*– Il y a plus de choses dans le  
ciel et sur la terre, Horatio, que  
dans les rêves de ta philosophie.*

William Shakespeare  
Hamlet

## OUVERT À TOUS

**A**vec ce numéro 17 des Cahiers Peiresc, nous tentons – autant que faire se peut – de rattrapper notre retard !

Mais, déjà, nous demandons votre indulgence : la seconde partie de l'article de Véronique Receveur-Bréchet, perdu dans l'abîme de nos mémoires pour le numéro 16, est présent cette fois-ci. Que Véronique veuille bien accepter nos excuses pour cet oubli, certes involontaire.

Cette livraison des Cahiers Peiresc propose entre autres, le texte de la conférence faite au planétarium par notre ami André Turcat à l'occasion du quarantième anniversaire du vol historique de Concorde à la poursuite de l'éclipse totale de soleil du 30 juin 1973.

Ces deux articles sont emblématiques des propos que le Planétarium Peiresc souhaite développer à partir du centre astronomique Clair Matin qui va devenir sous peu le lieu incontournable de la diffusion de la culture scientifique à Aix-en-Provence : **tout ce qui est en relation avec la science et la culture est nôtre**. Et ce sera avec plaisir que nous accueillerons toute manifestation allant dans ce sens.

\*\*\*

Autre symbole : cette parution est faite à l'occasion de l'inauguration d'une nouvelle salle de conférence qui permettra désormais de recevoir un public plus nombreux, dans un confort d'écoute plus grand, avec des moyens vidéo plus performants.

Un moyen corrélatif de nous renforcer est aussi la mise en place, par l'APAP, d'un Comité Scientifique qui aura pour tâche d'épauler nos réflexions et de nous indiquer la bonne direction dans laquelle engager nos actions. Signalons à ce propos que nous entendons faire jouer au Planétarium Peiresc un rôle social exemplaire : **ouvert à tous**, le planétarium est aussi, avec les activités qu'il propose, un lieu de **mixité sociale** nécessaire dans notre société de plus en plus inégalitaire. Cette démarche sera caractéristique de notre action à venir. La culture scientifique, généralement omise comme branche à part entière de la culture, y prendra toute sa part à Aix grâce notamment au Planétarium Peiresc et au soutien de la Ville.

Philippe MALBURET  
Août 2013

# SOMMAIRE

CYCLE DE CONFÉRENCES PEIRESC	2
ÉDITO	4
OÙ EN SOMMES-NOUS DU PROJET AIXOIS DE PLANÉTARIUM ?	6
LE CONSEIL SCIENTIFIQUE	9
LA VIE SUR TERRE ET DANS L'UNIVERS SOMMES-NOUS VRAIMENT SEULS ?	10
UN MYTHE ÉCLIPSÉ	16
ACTUALITÉ ASTRONOMIQUE NOVA DELPHINI 2013, UNE NOUVELLE ÉTOILE ?	28

## OÙ EN SOMMES-NOUS DU PROJET AIXOIS DE PLANÉTIARIUM ?

*Après avoir fait construire le nouveau bâtiment qui abritera sous peu le plus grand planétarium de la Région PACA, la Ville d'Aix-en-Provence a répondu présent à notre souhait de créer à Clair-Matin un centre moderne de culture scientifique autour du planétarium.*



Le nouveau planétarium n'est cependant pas encore opérationnel : il faut pour qu'il en soit ainsi que la Ville ait fait les acquisitions nécessaires. Les procédures administratives ne sont pas simples, les délais de réalisation sont longs, les synergies souvent difficiles à mettre en œuvre. Tous ceux qui ont eu à traverser ce genre d'expérience en savent quelque chose ! L'essentiel est la volonté d'y arriver : présente depuis 1989 au sein de l'APAP, cette volonté est aussi au rendez-vous de la Municipalité. Commencé avec le maire Jean-François Picheral (dès 1995), le projet aixois de planétarium voit son achèvement avec Maryse Joissains Masini – à un niveau que personne n'aurait osé espérer au départ.

### UN SECOND PLANÉTIARIUM MOBILE

Si les échéances envisagées au tout début de l'été 2013 et au plus haut niveau se réalisent, le nouveau planétarium devrait ouvrir au public début 2014, autour d'un simulateur numérique qui sera par la suite l'élément central d'un équipement mobile de grandes dimensions, en attendant la construction, par son fabricant (qui n'a pas encore été désigné), du simulateur *optomécanique*<sup>1</sup> qui permettra au Planétarium Peiresec de proposer au public le plus beau ciel de planétarium du sud-est. C'est la Communauté du Pays d'Aix (CPA) qui devrait nous aider à financer ce projet de second planétarium mobile de grandes dimensions : avec un dôme gonflable de 7 m de diamètre nous serons à même de répondre aux besoins souvent exprimés par les acteurs de la CPA d'offrir, notamment aux écoles du territoire, des séances pédagogiques pour tous les enfants d'un même groupe scolaire (notre venue leur permettra ainsi

d'économiser des frais de transport hors de prix). De plus, le public y trouvera son compte : il sera, non plus assis à même le sol, mais sur de véritables sièges répartis sous la coupole.

## DE NOUVEAUX BÂTIMENTS

La Ville d'Aix, a récemment pris la décision de faire construire, dans l'ensemble Clair Matin, de nouveaux locaux dont certains seront utilisés par le planétarium (les autres étant destinés à accueillir le Muséum d'Histoire Naturelle). Dès lors nous disposerons d'un équipement très complet : planétarium fixe (le plus grand de PACA), salles de conférence, d'exposition, d'ateliers pédagogiques, de cours, de réunion, sans oublier naturellement nos deux équipements mobiles.

La nouvelle salle de conférence, dans sa configuration actuelle, permettra d'accueillir près de 90 personnes (contre 40 jusqu'à présent). Un projecteur vidéo de qualité projettera les diaporamas des conférenciers sur un écran de grandes dimensions ; un système de sonorisation (micros, enceintes et table de mixage) complètera l'ensemble. Cette salle abritera, lorsque, au printemps 2014, nous quitterons définitivement l'actuel bâtiment du parc St-Mitre, les ateliers pédagogiques et une grande salle de conférence plus fonctionnelle encore permettant de recevoir plus de 100 auditeurs, sera construite à côté.



### *Salle de conférence en cours d'aménagement et vue extérieure du bâtiment.*

*On distingue sur le cliché de gauche le projecteur vidéo (placé au plafond) et les enceintes acoustiques, l'écran étant placé entre les enceintes.*

*Cette salle sera, à terme, destinée à accueillir les ateliers pédagogiques, alors qu'une nouvelle salle de conférence, de plus grande dimension et plus fonctionnelle, sera construite sur la droite de ce bâtiment.*

## LE FONCTIONNEMENT

Une dernière grande question, à laquelle il faudra consacrer une sérieuse réflexion, est celle de notre mode de fonctionnement. Le projet a été initié et réalisé par la volonté de l'APAP (depuis 1989). Une partie du matériel du planétarium est la propriété de l'APAP. Les bâtiments sont municipaux et les

nouveaux équipements le seront aussi. Il conviendra de mettre en place un mode de fonctionnement qui tienne compte de ces particularités : l'association ne peut, à elle seule, supporter tout le poids du fonctionnement (salaires du personnel, autres charges de fonctionnement) sans qu'un cadre légal lui en définisse les limites et lui en donne les moyens. Le rôle historique de l'association devra ainsi pouvoir se perpétuer.

Philippe MALBURET



---

<sup>1</sup> Il est rappelé ici qu'il existe, à l'heure actuelle, deux grandes familles de simulateurs de ciel :

- Les simulateurs dits *optomécaniques*, les plus anciens, qui produisent un ciel grâce à des optiques de très grande qualité, mues par des mouvements mécaniques ultra précis, le tout piloté par un ordinateur. Les technologies les plus récentes équipent désormais ces simulateurs : fibres optiques et LED. Les étoiles ainsi générées sont ponctuelles et colorées ; l'obscurité sous le dôme est totale, comme dans une nuit sans Lune ni éclairages publics. Le premier simulateur dont était équipé (jusqu'en 2012) le Planétarium Peiresc était de ce type (Goto E-5), dans une configuration technologique simplifiée.

- Les simulateurs *numériques* qui fonctionnent grâce à un ordinateur (qui calcule en permanence le ciel à projeter) et à un projecteur vidéo muni d'un fish-eye, ou à plusieurs, dont les images recouvrent l'ensemble de la voûte écran. Ces derniers modèles ont encore des défauts de jeunesse qui seront certainement corrigés : le ciel est pixellisé et l'obscurité à l'intérieur de la salle n'est pas totale (le projecteur vidéo possède actuellement une luminescence propre qui diffuse une faible clarté). L'actuel planétarium mobile ainsi que le fixe (à partir de 2012) sont équipés d'un simulateur numérique de type LSS.

L'avenir (auquel travaillent tous les constructeurs, tout autour de la planète, et que souhaitent les responsables et animateurs de planétariums) résidera dans une formule appelée « hybride » qui réalisera la synthèse des deux familles avec, à la fois, un ciel de qualité et les options d'animation permises par l'informatique. C'est un équipement tendant vers cet idéal qui équipera le Planétarium Peiresc dans ses nouveaux locaux.

## LE CONSEIL SCIENTIFIQUE

Au cours des phases de recherche de partenariats institutionnels, il est apparu nécessaire que le Planétarium Peiresc soit épaulé par un comité composé de personnalités reconnues – tant au plan national, international que local.

Très rapidement, en moins de deux semaines, les personnes sollicitées ont répondu favorablement à notre demande. Ce Conseil Scientifique, dont la vocation est d'aider le Planétarium Peiresc à toujours trouver la meilleure voie dans ses actions de culture scientifique réunit, de propos délibéré, des personnalités issues de disciplines non toutes scientifiques. En voici la liste :

Nom Prénom	discipline	qualités
ACKER Agnès	astrophysique	Fondatrice APLF, professeur émérite Université de Strasbourg
BOUREL de la RONCIERE Charles	histoire	Académie d'Aix ; professeur émérite Université d'Aix
BOUT Roger	droit	Académie d'Aix ; professeur émérite Université d'Aix
CHARRIERE Jean-Louis	lettres	Association archéologique Entremont
COIFFAIT Philippe-Emmanuel	géologie	Directeur retraité de l'INPS (Marseille)
COUTAGNE Denis	patrimoine	Académie d'Aix ; Conservateur des musées nationaux..
DHOMBRES Jean	mathématiques	Directeur d'Etudes émérite à l'EHESS
GROUSSIN Olivier	astrophysique	Astronome adjoint (LAM) <sup>i</sup>
JORDA Laurent	astrophysique	Astronome adjoint (LAM)
KIEFFER Jean-Luc	histoire	Secrétaire perpétuel Académie d'Aix
LAMY Philippe	astrophysique	Directeur de recherches émérite au LAM
LUMINET Jean-Pierre	astrophysique	Directeur de recherche à l'Observatoire Paris-Meudon
MARCELIN Michel	astrophysique	Directeur de recherche au CNRS (LAM)
MATHIEU Didier	astrophysique	Président APLF
MAUREL Marie-Christine	biologie	Professeur à Paris 7 ; Directrice du laboratoire ANbioPhy
METRAL Elias	physique	Ingénieur Physicien au CERN (Genève)
MICHELARD Max	ingénieur a&m	Président Académie d'Aix
MOUTOU Claire	astrophysique	Directeur de recherche (LAM)
PECKER Jean-Claude	astrophysique	Professeur honoraire au Collège de France
PELLETIER Philippe	géographie	Professeur Université Lyon 2
RECEVEUR-BRÉCHOT Véronique	biologie	Directrice de recherche (CNRS Marseille)
SIVAN Jean-Pierre	astrophysique	Directeur de recherche émérite (LAM) ; ancien directeur de l'OAMP
TURCAT André	aéronautique	Ancien pilote d'essai de Concorde ; Académie d'Aix
VIVIEN Frédéric	mathématiques	Directeur de recherche à l'INRIA

<sup>i</sup> Académie des Sciences, Agriculture, Arts et Belles Lettres d'Aix.

<sup>ii</sup> LAM = Laboratoire d'Astrophysique de Marseille (CNRS).

# LA VIE SUR TERRE ET DANS L'UNIVERS

## SOMMES-NOUS VRAIMENT SEULS ?

### Deuxième partie<sup>1</sup>

**Véronique RECEVEUR-BRÉCHOT**

Directrice de Recherche au CNRS à Marseille

*Nous publions ici la suite du texte que Véronique RECEVEUR-BRÉCHOT a présenté au Planétarium le 17 novembre 2011 dans le cadre des Conférences Peiresc. Après une première partie relative à l'apparition de la Vie sur Terre, l'auteur aborde la question de la recherche de la Vie dans l'Univers.*

### ET DANS L'UNIVERS ?

Si les hasards de la chimie et les soubresauts de l'histoire de la Terre ont abouti à la vie foisonnante que l'on connaît actuellement, qu'en est-il du reste de l'Univers ? La Vie aurait-elle pu apparaître également ailleurs que sur Terre ? Aurait-elle pu même ensemençer la Terre, comme le propose la théorie de la panspermie ? Survivre à un voyage dans l'univers paraît en effet faisable, malgré les conditions particulièrement hostiles du milieu interstellaire. Il a été montré que certaines bactéries avaient survécu à une exposition de plusieurs centaines de jours au vide spatial, à l'extérieur de la Station Spatiale Internationale. De même, les tardigrades, ces tout petits animaux proches des arthropodes, capables de soutenir des conditions extrêmes incroyables, ont très bien supporté une sortie d'une dizaine de jours en dehors de la fusée Soyouz. Cela veut-il dire pour autant que la vie a pu apparaître ou se développer ailleurs dans l'Univers ?

La recherche de vie dans l'univers commence par chercher quels sont les endroits qui présentent des conditions favorables à son apparition ou son développement. Nous avons vu plus haut de quoi la Vie avait besoin : d'une source de matière organique, d'une source d'énergie, et d'eau à l'état liquide. Plusieurs planètes, en premier lieu dans notre système solaire, sont de bonnes candidates pour éventuellement pouvoir ou avoir pu abriter de la vie :

#### - LA PLANÈTE MARS

À l'époque où la vie est apparue sur Terre, Mars présentait des conditions environnementales similaires à celles de la Terre. La 4<sup>e</sup> planète du système solaire, deux fois plus petite que la Terre, n'a en revanche pas pu retenir son atmosphère,

---

<sup>1</sup> La première partie a été publiée dans *Les Cahiers Peiresc*, bulletin N° 15

qui s'est évaporée petit à petit. Il y règne aujourd'hui une pression atmosphérique de 0,007 bars, et des températures oscillant entre -140°C et +20°C environ : des conditions où l'eau, effectivement présente à la surface de la planète, n'existe jamais à l'état liquide, mais uniquement sous forme de glace ou à l'état gazeux, et se sublime pour passer de l'un à l'autre. De nombreuses missions ont été envoyées sur Mars ces dix dernières années, afin de savoir notamment si de l'eau liquide y a été présente ou non. Aujourd'hui, on sait que de l'eau a coulé abondamment autrefois sur la planète ! Si la Vie était apparue sur Mars en même temps que sur la Terre, il y a près de 4 milliards d'années, aurait-elle depuis disparu, ou se serait-elle enfouie dans le sous-sol, à l'abri des ultraviolets, dans des poches d'eau encore peut-être présentes ? Après tout, certaines formes de vie ont été découvertes sous plusieurs kilomètres de roches, sur Terre ! Pour tenter de répondre à ces questions, la mission *Mars Science Laboratory* a été développée afin de rechercher, grâce au rover *Curiosity* qui arpentera certains sites précis à la surface de Mars, d'éventuelles traces de molécules organiques ou de molécules prébiotiques, qui seraient des indices d'une vie possible présente ou passée. La sonde, envoyée en novembre 2011, devrait atteindre Mars en juin 2012<sup>2</sup>.

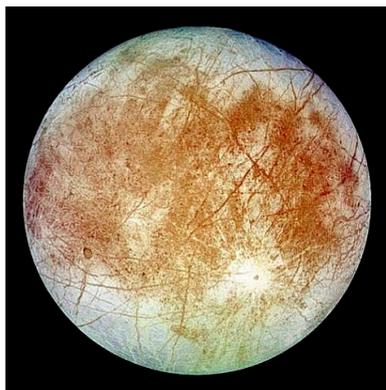


**Mars et la sonde Mars Express**

*La sonde, lancée en 2003, a obtenu une foison de données sur la surface de Mars, et sur la présence d'eau ou de glace. Encore en fonctionnement, sa mission a été prolongée jusqu'en 2014.*

**- EUROPE, SATELLITE DE JUPITER**

Europe, le plus petit des satellites galiléens de Jupiter, est entièrement recouverte par plusieurs kilomètres de glace. Des images prises par la sonde Galilée en 1997 ont montré que la surface de la glace était remaniée en permanence : l'épaisse calotte glaciaire flotterait sur un gigantesque océan d'eau salée. Or, un biotope similaire a été découvert sur Terre : le lac Vostok, un lac caché sous une épaisseur de 4 km de glace en Antarctique, et profond de 1 200 m. Une expédition scientifique russe y a débuté un forage il y a plusieurs années pour en ramener des carottes de glace. Alors que la surface liquide du lac a été atteinte pour la première fois cet hiver, des analyses des carottes de glace de la surface du lac ont déjà



**Le satellite Europe de Jupiter**

*Recouvert d'une épaisse couche de Glace dissimulant un vaste océan d'eau liquide, Europe abrite peut-être des habitats similaires au Lac Vostok.*

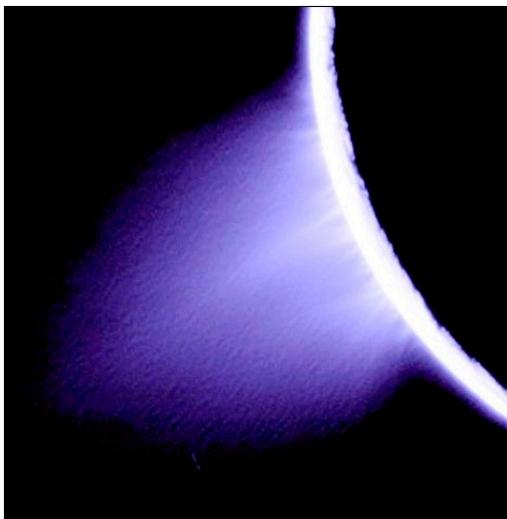
<sup>2</sup> La sonde Curiosity s'est posée sur Mars et a commencé sa mission en août 2012. (Note de l'éditeur)

révélé la présence d'ADN, d'organismes semblables à ceux que l'on trouve autour des cheminées hydrothermales sous-marines. De la vie se développerait dans ce lac, à l'abri de la lumière et de la surface de la Terre, depuis plusieurs millions d'années ! Pourrait-il en être de même sur Europe, où des conditions similaires semblent régner ? Des forces de marée importantes assureraient une énergie thermique à Europe. Même si les découvertes surprenantes réalisées sur le lac Vostok laissent imaginer que des formes de vie pourraient effectivement s'être développées sur Europe, il n'en demeure pas moins qu'envoyer une mission pour explorer les profondeurs sous-glaciaires d'Europe à la recherche de vie s'avèrera particulièrement difficile à concevoir et à mettre en œuvre...

#### - TITAN, SATELLITE DE SATURNE

Titan, le plus gros satellite de Saturne, est très riche en composés organiques complexes. Il possède une atmosphère dense composée majoritairement d'azote et d'hydrocarbures. On y trouve des lacs de méthane, et de la glace d'eau, mais la présence d'eau liquide semble y faire défaut. En revanche, Titan reste un modèle d'étude très intéressant pour les exobiologistes, et des expériences simulant les conditions y régnant ont ainsi montré que des molécules prébiotiques, comme certains acides aminés, étaient susceptibles de se former sur Titan.

#### - ENCELADE, SATELLITE DE SATURNE



##### ***Geysers au-dessus du pôle Sud d'Encelade***

*Des geysers ont été observés par la sonde Cassini survolant le satellite de Saturne. Ces geysers témoignent de la présence d'eau liquide sous la surface d'Encelade. L'analyse de leur composition a également montré qu'ils contenaient de la matière organique. Depuis ces découvertes, Encelade est devenu l'un des candidats les plus sérieux à la possibilité de Vie dans le système solaire.*

En 2006, la sonde Cassini dévoilait l'existence de grands geysers d'eau liquide expulsés régulièrement à la surface d'Encelade. Une analyse de la composition de ces geysers en 2008 révélait en outre qu'ils contiennent de nombreux composés organiques. Les forces de marées provoquées par Saturne seraient en partie à l'origine de l'échauffement et de la formidable énergie interne qui provoqueraient ces immenses jets d'eau. Depuis ces découvertes, Encelade est alors devenue le centre de l'attention de beaucoup d'exobiologistes : avec une source d'énergie, de la matière organique, et de l'eau liquide, Encelade contient tous les ingrédients favorables à l'éclosion de la Vie !

## - ET LES PLANÈTES EXTRASOLAIRES ?

Depuis la découverte en 1995 de la première planète extrasolaire, autour de l'étoile 51 Pégase, par Michel Mayor et Didier Queloz à l'Observatoire de Haute-Provence, la liste des planètes gravitant autour d'autres soleils que le nôtre ne cesse de s'allonger. Aujourd'hui, on en recense près de 800. Plusieurs exoplanètes rocheuses, qualifiées de super-Terre, ont même été détectées. Certaines d'entre elles seraient-elles susceptibles d'abriter de la vie ? Les astronomes ont défini une zone habitable, correspondant à une distance de l'étoile où l'énergie lumineuse reçue permettrait des températures sur la planète compatibles avec de l'eau liquide. C'est ainsi que la planète Gliese 581d, orbitant autour de la naine rouge Gliese 581, située à 20,5 années-lumière de nous, est une excellente candidate potentiellement habitable compte tenu de la distance à son Soleil. Bien sûr, la notion de zone d'habitabilité est imparfaite, car elle ne prend pas en compte la densité ou la composition de l'atmosphère de la planète, ni la présence éventuelle de gaz à effet de serre. En outre, elle suppose que la source d'énergie permettant à l'eau d'être liquide provienne uniquement de la lumière du soleil. Or, on a vu qu'il pouvait y avoir d'autres sources d'énergie, comme sur Europe ou Encelade. Et justement, ces deux planètes se trouvent en dehors de la zone d'habitabilité du système solaire ! D'autre part, sur Terre, certains écosystèmes très riches sont complètement coupés de la lumière, comme les cheminées hydrothermales du fond des océans, ou certainement le lac Vostok. La possibilité de présence d'eau liquide sur d'autres planètes, et potentiellement de nouveaux biotopes extrasolaires, est donc peut-être plus grande qu'on ne l'imagine.

## COMMUNIQUER ?

Toutefois, à l'heure d'aujourd'hui, aucune forme de vie n'a jamais été découverte ailleurs que sur Terre. Et on peut s'attendre à ce qu'il en soit ainsi pour encore un long moment. Un des obstacles majeurs à la recherche de Vie dans l'univers est la distance qui nous sépare de ces habitats potentiels, et l'impossibilité d'envoyer des sondes explorer de nouvelles régions de l'univers, dans un temps compatible avec une vie humaine. Pour combler cette frustration, des scientifiques ont imaginé des solutions pour essayer d'entrer en communication directement avec une éventuelle intelligence extra-terrestre. Plusieurs messages ont ainsi été envoyés dans l'espace, comme la fameuse plaque gravée sur deux sondes spatiales Pioneer, ou le disque *Voyager Golden Record*, embarqué à bord de deux sondes Voyager. Ces sondes spatiales continuent leur



***Voyager Golden Record***

*Le Voyager Golden Record est un disque embarqué à bord des deux sondes spatiales Voyager, lancées en 1977.*

route encore aujourd'hui, en dehors de notre système solaire. Le message radio d'Arecibo, a été émis en 1974 depuis un radiotélescope sur l'île de Porto Rico, en direction de l'amas globulaire M13, situé à 25 000 années-lumière, ce qui suppose qu'une éventuelle réponse ne nous parviendrait pas avant... 50 000 ans. En parallèle, le programme SETI (*Search for Extra-Terrestrial Intelligence*), soutenu à sa mise en place par Carl Sagan, a pour but de rester à « l'écoute » de l'univers, afin de détecter des signaux émis volontairement ou non, par une



#### *Programme SETI*

*Pour l'analyse des signaux captés par le radiotélescope d'Arecibo, le programme SETI utilise la puissance cumulée de millions d'ordinateurs personnels connectés via Internet.*

intelligence extraterrestre. Toutes ces bouteilles à la mer interstellaires supposent toutefois que la Vie sur d'autres planètes serait capable de déchiffrer ces messages. Pourtant, ces mêmes messages, très complexes, s'ils

étaient envoyés sur Terre, ne seraient compris que d'une seule espèce parmi toutes celles peuplant notre planète, et encore, certainement par une minorité seulement de ses individus !

## **LA VIE DANS L'UNIVERS : SI OUI, QUELLE VIE ?**

Alors, si la Vie existe en dehors de la Terre, quelle Vie cela pourrait-il être ? Quand on imagine des extraterrestres, on pense immédiatement à des êtres dotés d'yeux leur conférant la vision, capables de se déplacer avec des membres inférieurs, possédant des membres supérieurs leur permettant la préhension, et évidemment dotés d'un cerveau plus ou moins développé, organe indispensable pour qu'ils puissent être parvenus jusqu'à nous, ou pour qu'ils puissent communiquer avec nous. En général, ils sont soit de même taille, soit plus grands et menaçants que nous. Cette vision de l'extraterrestre est particulièrement réductrice et anthropocentrique. Quand on regarde toutes les formes de vie existant sur Terre aujourd'hui, seule une minorité possède ces caractéristiques. Elles sont en plus extrêmement récentes dans l'évolution, et n'ont peuplé la Terre que sur une courte période à l'échelle de la Terre, pour l'instant. Serions-nous déçus si la vie sur d'autres planètes n'était constituée que de plantes vertes (ou d'une autre couleur, si une autre molécule que la chlorophylle a été inventée à la place) ? Ou beaucoup plus probablement uniquement d'êtres unicellulaires ?

Les questions que se posent les scientifiques sont d'un autre ordre : les molécules porteuses de l'information génétique seraient-elles les mêmes ? Nous avons déjà l'ARN (Acide RiboNucléique) qui a évolué en ADN (Acide DésoxyriboNucléique) sur Terre, mais nous savons que d'autres auraient pu être utilisées, comme l'ANG (Acide Nucléique à Glycol), l'APN (Acide PeptidoNucléique) ou l'ATN (Acide ThréoNucléique). Leurs protéines seraient-

elles composées des 20 mêmes acides aminés que les nôtres, ou en utiliseraient-elles d'autres, sachant que plus de 70 acides aminés différents ont été trouvés sur la météorite de Murchinson ? Et cette Vie extraterrestre aurait-elle choisi la même chiralité que sur Terre ? Quel serait le métabolisme de ces formes de Vie ? Basé sur la lumière de leur soleil, dans le spectre de longueurs d'onde d'émission de leur étoile ? Basé sur la chimie des composés organiques et minéraux disponibles en surface ou plus en profondeur ? Toutes ces découvertes récentes dans le domaine de l'exobiologie nous invitent donc à repenser l'existence d'une vie possible ailleurs dans l'univers, y compris en dehors de notre système solaire. Le défi des prochaines années va être de traquer tous les indices possibles d'une Vie, qui se serait développée en dehors de la Terre, à côté de chez nous, ou plus loin encore... Notre Ciel, n'est peut-être pas si désespérément vide.

**Véronique RECEVEUR-BRÉCHOT**



***Deux fragments de la météorite de Murchinson***

*Les analyses de cette météorite tombée le 28 septembre 1969 près du village de Murchison en Australie ont révélé la présence de nombreux composés organiques, ainsi que des acides aminés qui sont à la base du vivant.*

© New England Meteoritical Services

# UN MYTHE ÉCLIPSÉ

PAR ANDRÉ TURCAT

Ancien pilote d'essai de Concorde

*Le 30 juin 1973, près de Batavia en Guyane hollandaise, au lever du jour, un zoologue du laboratoire Arago de Banyuls, Jean Lescure posté sur les rives du Wayombo, observa deux phénomènes inattendus. Les reinettes de l'espèce *Hyla calcaratta* se mirent à chanter en chœur malgré l'heure inaccoutumée ; un peu plus tard, quelques femmes munies d'argile blanche se jetèrent d'abord sur les enfants puis sur tous les habitants du village, le savant compris, pour les en barbouiller. Elles finissaient quand, à quelques milliers de kilomètres, dans le sud de l'Éthiopie chez la tribu des Nyangatom, un autre ethnologue, Serge Tornay, voyait les paysans s'asperger ou cracher vers le ciel des feuilles d'aloès ou du mil cru mâché, ou encore du lait. Il était 15h.49. À 16h.07, tous se mirent à frapper sur des gourdes jusqu'à 16h.14.*

À cette même heure au Tchad, Concorde se posait à Fort-Lamy après une mission réussie. Car si le fracas de ses réacteurs avait suffi sans doute à suppléer celui des gourdes pour faire réapparaître le soleil, un équipage et quelques astronomes avaient vécu pour une expérience unique 74 minutes à l'ombre totale de la Lune pendant l'une des plus belles éclipses du siècle, celle qui venait de semer le trouble chez tant d'espèces et de populations.

Trouble inégal d'ailleurs puisqu'à Takamola, sur le cours supérieur du Chari, un ancien de la tribu des Sara vint simplement demander à Gérard Francillon, maître assistant à Nanterre : « pourquoi nous avoir choisi nous à Takamola et avoir fait l'éclipse ici et non pas chez vous, ce qui eût été bien plus commode ? »

Et là-haut la seule mission de l'observatoire supersonique était de suivre entre Atar et Fort-Lamy une trajectoire exactement fixée à la plus grande vitesse possible, de courir après l'ombre pour toute proie.

Car si une éclipse est en somme un jeu de cache-cache entre les astres, chacun en cachant d'autres devant tel autre, nous allions nous glisser dans ce jeu.

Observer l'éclipse depuis un avion n'était pas idée nouvelle, puisque le premier vol dans ce but fut réalisé au-dessus de Paris en 1912 ! (voir l'article de Bob

---

<sup>1</sup> Nous remercions André Turcat qui nous a très aimablement autorisés à publier le texte de la conférence qu'il a présentée au Planétarium le 6 juin 2013 sur cette aventure extraordinaire.



**André Turcat, le 6 juin 2013, pendant sa conférence au planétarium**

*On peut voir à l'écran la trajectoire du Concorde de Las Palmas à Fort-Lamy (N'Djamena), s'inscrivant pendant plus de 74 minutes dans la bande de totalité de l'éclipse.* © Photo S. Thomas

Morris). Peu après, le 10 Septembre 1923, en Californie, l'US Navy avait fait voler 16 avions pour déterminer avec précision l'axe du parcours de l'ombre lunaire lors d'une éclipse totale du Soleil. Après ces premiers vols, les expéditions se multiplient et les astronomes, qui observent majoritairement depuis le sol terrestre, sont désormais survolés par des avions équipés de télescopes et de matériel photographique. En 1937, le major A W Stevens, monte à 9 000 m au-dessus des Andes péruviennes pour observer l'éclipse du 8 Juin 1937, il décrit le premier, une auréole s'étendant loin du Soleil, cette couronne F qui est la partie interne du nuage de poussières zodiacales. Le 30 Juin 1954, un cycle de saros avant l'éclipse du Concorde, le britannique D E Blackwell, sur un bombardier Lincoln à hélices, travaille à 9000 m porte de l'avion ouverte, observant ainsi sans diffusion aucune. Un astronome français, Raymond Michard, observe avec succès en Indochine, à bord d'un avion militaire Nord 2501 aménagé, la couronne solaire lors de l'éclipse du 20 Juin 1955. En 1963, la signature du traité international prohibant les essais nucléaires atmosphériques libère pour un usage scientifique plusieurs avions quadriréacteurs (NC-135) de l'US Air Force qui sont utilisés pour observer avec succès les éclipses, partout sur Terre. Les avantages sont évidents : probabilité de nuages fortement réduite, transmission atmosphérique meilleure aux longueurs d'onde infrarouge, voile réduit de lumière diffusée par l'atmosphère terrestre, durée de l'éclipse légèrement augmentée du fait de la vitesse propre de l'avion poursuivant l'ombre. Les inconvénients existent aussi, puisque la lumière doit traverser un hublot et que les vibrations et mouvements de l'avion peuvent perturber la stabilité du télescope. Ces vols font progresser des connaissances, encore bien rudimentaires, sur la couronne et ses mécanismes physiques.



Or dès 1972, le Groupe infrarouge spatial de l'Observatoire de Paris développait, avec l'aide du CNRS (l'INSU s'appelait alors INAG) et du CNES, un programme d'observatoire astronomique sur avion, aussi bien sur ceux de la NASA que sur des avions français. Ses chercheurs et ingénieurs possédaient donc l'expertise nécessaire pour envisager une observation d'éclipse aéroportée. On savait alors vaguement que des collègues américains avaient tenté en vain de persuader le Department of Defense des Etats-Unis d'équiper l'avion de reconnaissance ultra-secret Blackbird SR-71 de Lockheed, mis en service en 1968, pour observer l'éclipse du 7 Mars 1970. Capable de voler jusqu'à 26 000 m à plus de 3 500 km/h, mais extrêmement limité en place disponible, il aurait sans doute ravi notre record de durée, mais avec une maigre moisson scientifique.

Puisque les premiers calculs prévoient une durée possible de totalité de 80 minutes, en volant à plus de 16 000 m d'altitude, les programmes scientifiques se devaient d'exploiter ces deux avantages : possibilité d'observation longue de phénomènes lents inobservables du sol terrestre ; exceptionnelle transparence infrarouge et submillimétrique du ciel. Observation incomparable de la couronne solaire, constituée de microscopiques poussières interplanétaires, résidus du disque de débris qui accompagna la formation du système solaire mais également

déposés par l'évaporation des noyaux cométaires s'approchant du Soleil.

Mais situons-nous d'abord à l'automne précédent. Sur sa table à l'Observatoire de Meudon, un jeune astronome, Pierre Léna, a marqué sur une grande carte un point aux coordonnées 20°53 de latitude Nord et 9°06 de longitude Ouest, et de là un pantographe trace comme un grand arc de cercle vers l'Est. Le point est un rendez-vous au cœur de la Mauritanie ou plutôt au-dessus à 16/17 000 m d'altitude. Qui donc doit s'y rencontrer ? D'une part, comme on vient de l'évoquer, l'ombre de la Lune qui traversera ce jour-là l'Afrique, et d'autre part une demi-douzaine d'astronomes à bord de Concorde pour observer longuement cette éclipse totale de soleil la plus belle du siècle.



Carte postale du vol Concorde 001 lors de l'éclipse du 30 juin 1973

Pourquoi à bord de Concorde, l'avion mythique ? Il se trouve que lors de l'éclipse de ce 30 juin l'ombre de la Lune projetée par le soleil presque au zénith, portée sur la Terre dans la zone du Sahel, se déplacera donc, en sens inverse, à peine un peu plus vite que Concorde, quelque 2 200 km/h ; et c'est ce que vient de noter

Pierre Léna. En suivant cette ombre Concorde pourrait alors prolonger pour ses passagers l'éclipse totale et leur permettre de l'observer plus longtemps en continu, une durée que jamais aucun astronome n'a pu accumuler.

Un rendez-vous encore théorique peut être même fixé pour le 30 juin suivant à 10:23 au point de la carte 20°53 N, 9°06 W. Pour la bonne observation, il serait impropre d'arriver en avance ni avec plus de 15 secondes de retard. Un vrai défi. Cela ressemble à du Jules Verne. Faut-il encore trouver l'avion disponible, et le rendre apte à cette mission singulière. Voilà le mythe de mon titre.

Notre prototype, le fameux 001, est à la veille de la retraite. Il a boulingué déjà en Afrique et en Amérique du Sud. Aux mains de ses équipages, il a depuis quatre ans non seulement défriché, mais profondément labouré, retourné, mis en culture méthodique un domaine nouveau, celui du transport supersonique.

En mars 1969 il émouvait le monde entier pour son premier vol quand le brouillard se leva enfin sur l'aérodrome de Toulouse ; le monde entier moins quatre hommes, ceux de son équipage qui avaient autre chose à faire que d'être émus et gardaient leur émotion pour « après ».

Il avait commis bien des manœuvres plus périlleuses pour montrer ce qu'il

pouvait faire des plus basses aux plus grandes vitesses. Le 26 janvier 1971 au cours de son vol numéro 122 à Mach 2+ un de ses moteurs avait craché puis ravalé un solide panneau, un gros mètre carré de son entrée d'air. Au vol numéro..., prenant son élan à partir d'une croisière à 16 000 m il avait fait un saut jusqu'à 21 000 m. Il avait reçu la foudre, percé les nuages, la pluie battante et la grêle. Il avait été visité par des princes et des présidents, et emprunté un jour pour un vol solennel par un Président de la République, un peu impressionné mais ensuite enthousiaste, qui s'était ensuite de nouveau confié à lui pour aller rejoindre et un peu pour narguer le Président des États-Unis aux Açores ; l'atterrissage s'y était fait sous une tornade et sur une piste plus inondée encore qu'un jour à Buenos Aires où personne n'attendait plus tel avion sous telle cataracte.



Mais enfin des successeurs lui étaient nés, appelés de pré-série ; et même un appareil de série s'apprêtait au début de 1973 à Toulouse à prendre l'air, à lui prendre son air. Et l'on n'avait plus rien à faire d'un vieux prototype, vieux de quatre ans, si ce n'est d'être convoyé à cet automne-là au Musée de l'Air. Il se trouva donc alors que le jeune astronome de l'Institut d'Astrophysique de Paris, Pierre Léna, remarqua vite que la trace de l'éclipse totale du 30 juin à venir, ce pinceau d'ombre balaierait l'Afrique à la vitesse du vieux bourlingueur supersonique. Il ne toucherait certes chaque observateur fixe et bien placé dans le désert de Mauritanie que six ou sept minutes, ce qui était déjà très rare ; encore si le vent de sable ou quelque nuage même ténu ne venait pas rendre inutile toute cette obscurité autour de la brillance solaire en la masquant pour la malheureuse équipe au sol qui aurait amené péniblement ses instruments et sa logistique, préparés des mois à l'avance, en ces contrées peu propices à la villégiature.

Mais qu'un observatoire volant, et même survolant tout nuage ou brume pût justement poursuivre le pinceau d'ombre presque à sa vitesse et pendant plus d'une heure selon le calcul, voici la circonstance unique qui pouvait permettre de faire plus que décupler la « totalité » pour l'astronome embarqué et même allonger aussi les secondes ténues d'entrée et de sortie en éclipse lorsque les derniers puis les premiers rayons de la banlieue solaire apparaissent hors de cette lune postée en masque providentiel. Encore fallait-il y penser. Ce fut le cas de Pierre Léna.

Une tignasse noire en ordre relatif, un œil noir aussi et brillant derrière les lunettes de cet astronome venaient de s'attabler, si l'on peut dire, devant le responsable des essais en vol de Concorde, et d'exposer tout cela longuement. Il « n'y avait qu'à » disposer d'un avion, un peu couteux bien sûr, ménager plusieurs trous dans le plafond, y disposer des hublots en matériaux spéciaux, alimenter en électricité une série de matériels d'observation astronomique, programmer des vols de précision au-dessus de la Mauritanie et du Tchad, ignorer les orages du front intertropical, tous problèmes négligés par un jeune astro-

nome. La fin de son discours fut brève : « Alors, on y va ? »

Voire !

J'étais conquis, et mon enthousiasme répondait à celui du professeur Léna. Mais dans ma tête tournaient déjà un à un les problèmes à résoudre :

À midi sous les tropiques l'observation devait donc se faire au zénith : hublots à percer dans le plafond du fuselage. « Bien sûr, dit Léna ; il faut même faire plusieurs trous et y poser des hublots taillés dans des matières spéciales ». Ah ! Résistance des hublots, et leur surface maximale à fixer pour qu'en cas d'explosion nous ayons le temps d'une descente rapide.



*Ouverture au plafond pour l'instrument IAP*  
Photo © Xavier M. Jubier

Altitude ? Pas de problème. Concorde monte haut dans le froid, et en zone tropicale, curieusement, la stratosphère est froide, -80 probablement contre -50 le plus fréquemment sous nos climats.

Vitesse ? Il faudrait dit Léna 2 200 km/h. Là, s'il fait froid la vitesse du son est plus faible (elle varie comme la racine de la température absolue) et notre Mach 2 est plus lent aussi de ce fait. 2 000 ? Un peu jeune dit Léna. Bien, nous forcerons à Mach 2,05. Ça ira.

Précision de l'horaire ? On pense vous donner 30 secondes de battement. C'est mieux que ce qu'on appelle l'exactitude en aviation, mais nos centrales à inertie, plates-formes gyroscopiques doublées de calculateurs de navigation de précision nous le permettront. Alors quinze secondes, ce serait mieux...

Autonomie ? Quelle devrait être la trajectoire ? Elle est à préciser. Mais il faut attraper l'éclipse du côté d'Atar et la suivre aussi longtemps que possible, au moins du côté de Fort-Lamy (N'Djamena), en suivant sensiblement un grand cercle. Bien ! Dakar-Fort-Lamy ça devrait aller, on étudiera. Mais je réfléchis qu'au 30 juin les orages du fameux front intertropical doivent atteindre Fort-Lamy. Météo et moyens radio d'atterrissage à étudier de plus près encore, car il n'y aurait guère de détournements. Sur ce point-là je ne donne pas ma réponse : il nous faudra d'abord réunir tous les renseignements et méditer les chances de réussir, et le risque de se retrouver à bout de pétrole devant un gros orage tropical sur le terrain.

Alimentation électrique ? Les instruments des astronomes modernes, ce n'est pas un œil au bout d'un télescope, c'est une mécanique et électronique. Léna annonce tant de kilowatts. Ça devrait aller mais je me méfie de ces savants qui en rajoutent toujours. Sans compter leur propre nombre et le fuselage est encombré déjà de bien des choses. À voir de près.

Logistique. Pour ne pas manquer l'affaire il faudra pouvoir dépanner jus-

qu'au dernier moment donc emmener tout le personnel et le matériel utiles y compris un moteur de rechange et travailler jour et nuit s'il le faut, donc fréter un avion de convoyage pour ces moyens. On trouvera mais cela coûtera cher. Qui paiera ? Nous avons un peu d'argent dit encore Léna, et nous pourrions préserver sur les crédits de l'Institut. Mais le chiffre qu'il me donne est certainement insuffisant. On sera loin d'un compte, qui est d'ailleurs à faire. C'est en tout cas une question pour notre Président. Et celui-ci qui est un opérationnel mis au courant se montre aussi enthousiaste que nous, s'en remettant à nous pour la faisabilité.



Le premier problème, hublots à créer, alimentation électrique, c'est pour le bureau d'études que Léna ira trouver. Autonomie, trajet précis, pétrole et masse au décollage, je vais aussitôt confier cette préparation à Henri Perrier, le chef ingénieur navigant, le fidèle du premier vol. À moi il reste d'abord la question préalable : la décision de principe de l'atterrissage à Fort-Lamy le 30 juin vers

2 heures de l'après-midi, un mauvais moment météorologique. Avec quelle réserve de pétrole y arriverais-je s'il faut attendre qu'un orage ait passé ? Ainsi, dans la trame de nos travaux tout orientés vers les essais allions-nous inclure et préparer notre éclipse, chacun avec à la fois le souci d'être sérieux et le vif désir d'être conclusif et de ne pas manquer cette occasion extraordinaire. Mais on ne va pas s'enthousiasmer pour l'impossible n'est-ce pas ?

Et d'abord quel terrain de départ choisir ?

Dakar ? Perrier en avait vite éliminé l'hypothèse : piste pas très longue mais bien dégagée d'obstacle ; surtout il y fait chaud à la date et à l'heure du décollage, ce qui diminuerait la masse maximale de décollage c'est-à-dire la quantité de pétrole ; la météo peut y être médiocre en cas d'harmattan et brume de sable.

Je propose Sal, une île du Cap-Vert où nous avons déjà fait escale en route vers l'Amérique du Sud. Bon terrain, météo très régulière toujours au nord du front intertropical, mais l'hébergement d'une troupe un peu importante y est problématique : pas d'eau sur l'île, un gîte mais pas d'hôtel, pas de ligne régulière de liaison.

Perrier rétorque Las Palmas des Canaries. Aucun des inconvénients de Sal. Météo moins régulière mais jamais mauvaise, température un peu plus élevée mais pas au-dessus de 26°. Cependant Las Palmas est un peu plus loin du lieu de rendez-vous et décollage en mauvaise direction (face aux alizés). Perrier me démontre que c'est plutôt un avantage en évitant un coûteux demi-tour en cours de montée. Nous discutons. C'est le calcul plus précis de l'étape qui tranchera et

nous envoyons les éléments au bureau de calcul ; le résultat revient le lendemain : deux ou trois tonnes d'avantage pour Las Palmas. Perrier a raison comme d'habitude. Et sous réserve de modifications de détail de la trajectoire par les astronomes j'aurai 10 t en arrivant à Fort-Lamy, 40 minutes d'attente et droit à une approche manquée : c'est raisonnable, mais un orage peut durer une heure, et imagine-t-on ce qu'est une approche par très mauvais temps si l'on est au bout de son carburant ? La lecture d'un fascicule de la météo me dit heureusement qu'à cette période de début des pluies, l'orage ne survient pas habituellement avant 16 ou 17:00 locales. En outre un coup de fil à des camarades de l'UTA, familiers de la zone, me confirme le renseignement et en ajoute un autre de prix : il est exceptionnel que Lamy et Kano au Nigéria soient bouchés en même temps, Kano bonne piste où je me suis posé autrefois en Dakota militaire. Cela me laisserait la possibilité d'une décision de déroutement jusqu'avant la descente.

Après cette longue méditation, je juge donc le risque très acceptable et la mission possible et je préviens A. Joatton, ingénieur de coordination avec la Direction technique à Paris, qui va prévenir l'Institut d'Astrophysique de préparer le dossier à l'approbation du Président. Il a reçu entre-temps du bureau d'études les précisions sur l'établissement des hublots et de l'installation, transmises à la Fabrication pour estimer prix et délais. L'Institut réfléchit de son côté et estime qu'un premier vol avec tous les instruments en fonctionnement sera nécessaire au moins deux mois à l'avance, donc fin avril, un premier essai au sol ayant eu lieu un mois plus tôt encore pour avoir le temps de mettre au point une installation aussi nouvelle, et de remédier aux défauts. La décision est donc à prendre fin février, ce qui sera obtenu. Et le Président accepte de prendre à la charge de la Société les travaux sur avion et les vols. En outre, il est apparu que le budget d'exécution serait trop lourd pour le seul Institut et le programme un peu égoïste si les capacités d'observation n'étaient pas offertes aussi à d'autres instituts internationaux. Il y en aura trois, en se serrant les coudes, et les câbles.

Dès lors tout un mouvement s'accélère, et le compte à rebours est commencé ; l'avion est mis en chantier non sans qu'il ait effectué déjà quelques vols scientifiques pour étudier en stratosphère des mesures de concentration infinitésimale d'oxydes d'azote produits par les bactéries du sous-sol dans ce complexe et admirable équilibre de la Création.

Entre nous les contacts se multiplient avec les astronomes pour étudier en détail leurs installations dans le fuselage et déjà la manière de travailler à bord.



Ces agréables compagnons d'expédition ont des exigences sur les variations d'assiettes en vol : en tangage moins de 1° autour du plan de croisière et en incli-

naison moins de 5°. Ils sous-estiment la stabilité de Concorde, qui s'en tiendra au dixième de ces valeurs ! De notre côté cela suppose qu'ils ne nous demandent pas de virage pendant l'expérience et qu'on laisse notre pilote automatique naviguer tout droit, tout droit pour nos centrales cela veut dire pas à cap constant mais selon un arc de grand cercle de la Terre ; et la balle repart dans le camp des astronomes pour définir un arc qui les satisfasse tous, et sur ce trajet un tableau de marche dans les cordes de notre prototype. C'est Don Liebenberg, l'Américain du Laboratoire de Los Alamos au Nouveau-Mexique, charmant compagnon d'ailleurs, qui est chargé de ce calcul de trajectoire.

Ajoutons à cette équipe Pierre Charvin, astronome spécialiste du Soleil et alors directeur-adjoint du CNRS, à qui incombait la coordination globale de la mission, ainsi que Jean-Pierre Aubertin, le seul photographe cameraman dont j'acceptai l'embarquement et qui nous fournit les magnifiques images du film *Éclipse 73*.



Quant à moi, comme nous allons traverser en supersonique Sahara espagnol, Mauritanie, Mali, Nigéria, Tchad, j'ai fait lancer les demandes officielles de survol de ces pays. Pour l'avoir mesuré avec précision, nous savons combien le bang supersonique de Concorde, malgré le battage de nos détracteurs intéressés, est faible et peu gênant pour les populations survolées, de plus si dispersées. Mais il est tout de même courtois de demander une autorisation qui ne saurait être refusée. En effet avec les délais de la diplomatie tous répondent ou répondront oui ; tous sauf un, essentiel, la Mauritanie. Pas du tout à cause du bang, mais justement parce que le gouvernement mauritanien s'est engagé vis-à-vis des missions d'observation internationales à interdire le survol de tous les observatoires temporaires à tous avions. Mesure bien compréhensible car on imagine la fureur de l'astronome photographiant l'éclipse du siècle et éprouvant sur son cliché un magnifique avion ou sa traînée de condensation. Nos savants y avaient d'autant plus pensé que l'Institut français en particulier envoyait en Mauritanie une forte équipe au sol : mais l'agrément officiel nécessaire vint à interdire précisément son point d'implantation, et Liebenberg qui était parvenu à une belle trajectoire put retoucher ses calculs.

Passons sur le travail de préparation opérationnelle, pour indiquer seulement que le trajet fut vite fixé : décollage de Las Palmas aux Canaries, atterrissage à Fort-Lamy (qui ne s'appelait pas encore N'Djamena) sans déroutement en bout. Une Caravelle de servitude nous accompagnerait avec une équipe de débrouillards et les rechanges, un moteur compris.

Nous partîmes de Toulouse avec trois jours d'avance pour Las Palmas. De là nous fîmes le 29 juin un vol de répétition jusqu'au point de rendez-vous avec l'éclipse du lendemain, afin d'établir un *tableau de marche* : décollage face aux alizés, procédures de rentrée du train, extinction des réchauffes, demi-tour vers le Sud, montée sub puis supersonique, stabilisation Mach 2+, virage vers l'Est et re-

jointe de l'orthodromie au point et au quart de minute notés, une demi-heure découpée en sections chiffrées en secondes. Nous avions déjà décidé de décoller le lendemain avec 20 secondes d'avance pour parer aux irrégularités atmosphériques, et je mis au point, lors de cette répétition, une procédure capable de nous faire reperdre quelques secondes avec précision : ce fut l'usage des petits aérofreins déployables à Mach 2 dont le proto avait été doté dès sa naissance à ma demande expresse, et 10 secondes de déploiement pour perdre une seconde sans toucher au régime des moteurs pour ne pas compliquer la tâche. Retour tranquille, rien à changer à bord : il n'y avait plus qu'à attendre le lendemain.

Quelques péripéties mirent du piquant au vrai décollage, alors que le disque lunaire grignotait déjà le Soleil : panne d'une centrale de navigation, mais j'avais pris la précaution de mettre en route avec une demi-heure d'avance, ce qui permit de la changer ; petit avion autorisé à se poser tout lentement devant notre nez, alors que nous attendions à l'entrée de piste à une minute du top. Bref, la procédure au décollage fut respectée si exactement qu'au travers piste après le demi-tour initial, la différence avec le tableau de marche de la veille ne dépassait pas la seconde. L'atmosphère était moins fidèle et nous fit perdre 8 secondes sur la montée ; il n'y avait plus qu'à appliquer la manœuvre prévue pour perdre les 12 secondes d'avance restante. Trois minutes avant le rendez-vous, notre navigation accusait 4 secondes de retard par rapport au temps idéal, ce qui était bien inférieur à la tolérance, d'ailleurs ambitieuse, fixée donc par les astronomes à 15 secondes. Mais un pari est un pari, et n'étant pas dans un vol commercial qui eût limité rigoureusement le domaine d'emploi, je décidai d'augmenter le Mach de quelques points au-delà du *MMO* (le maximum autorisé) et donc plus près du



risque de *pompage* des entrées d'air : il suffisait de surveiller la vitesse sans un instant d'inattention, mais cela, nous savons le faire dans les Essais. Et nous fûmes finalement à la seconde et au mille près au rendez-vous astral, non loin d'Atar, cap à l'Est à Mach 2,04, dans la parfaite stabilité de la croisière caractéristique de Concorde.

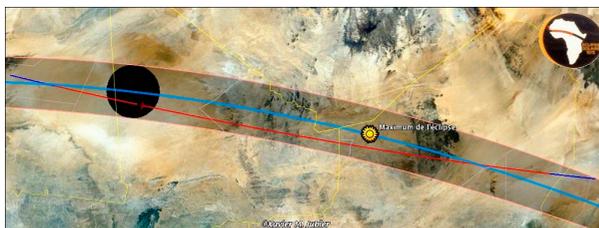
Au long du fuselage, les savants s'affairaient autour de leurs instruments ; mais l'ambiance était un peu différente pour l'équipage de conduite, qui en fit aussitôt après le vol le récit comme il suit :

« Le Soleil était bientôt caché par la Lune... et les deux ensemble par le plafond. La nuit était noire dans le tunnel. Aucun combat de nègres n'était entendu. Tel était le spectacle offert à l'équipage du couple 27 au couple 5. Un peu mieux placés étaient les pilotes. Non que la tôle, improprement dénommée visière, laissât transpercer autre chose que de bons infra-rouges, mais les glaces latérales nous permettaient de voir avec de grands yeux ce spectacle réellement unique de

l'immense cercle d'ombre – quelque deux cents kilomètres de diamètre – traversant avec nous la terre d'Afrique, elle-même d'ailleurs sous un voile de sable, nous rattrapant pour aller y masquer un temps à l'horizon les grands cumulonimbus d'orages tropicaux, nous accompagnant longtemps, puis nous battant de vitesse et fuyant à l'Est-sud-est se noyer dans l'Océan indien. »

Cela, les trois hommes de l'avant auront été les seuls au monde à l'avoir contemplé. Et nul ne doute que nous pourrions inscrire ces 74 minutes d'éclipse totale à midi, sous le tropique, en vol de nuit sur nos carnets de vol ! Mais nous n'avions pas qu'à contempler le spectacle :

- Sur l'Afrique jaune de sécheresse, l'ombre lunaire dessine une immense tâche noire, bordée au loin de la pénombre. Difficile de croire que cette tache se



*Vol Concorde 001 lors de l'éclipse totale de soleil du 30 juin 1973.  
Trajectoire dans Google Earth.*

© Xavier M. Jubier

déplace à plus de 2 000 km/h ! Plus loin encore se dessine l'horizon éclairé et marqué de la courbure terrestre. Au-dessus, la troposphère, poussiéreuse à cause du vent, diffuse une lumière blanche, tandis que la stratosphère est bleutée,

puis très sombre. Sur l'une des photos, prise par un hublot latéral, figure dans cette stratosphère une mystérieuse lentille lumineuse. À notre retour, la presse à sensation s'en emparera pour crier à l'OVNI et le très sérieux GEPAN du CNES, comme le CNRS, devront faire enquête pour rassurer l'opinion. L'astronome Serge Koutchmy démontrera aisément qu'il s'agit de l'impact vers 50 km d'altitude, vu pour la première fois depuis la stratosphère, d'un météore de la famille des  $\beta$ -Taurides, dont le maximum annuel est justement le 30 Juin.

- Henri Perrier notre premier ingénieur navigant d'essais suivait le tableau de marche établi la veille et la consommation de pétrole ; Jean Conche du motoriste à ses côtés surveillait le comportement des réacteurs dont la consommation d'huile, lors de vols récents, nous avait obligés à abrégé.

- Hubert Guyonnet, le factotum de la radio-navigation, grâce à l'inertie de ses plates-formes, répondait à toutes les questions : « *Notre vitesse-sol ? 1 102 nœuds ; l'heure prévue à 23°36' Nord ? 10h.27 ; la distance à Niamey (le seul détournement en route) ? 480 milles. Attention pour longi 12° Est..top ! Le vent ? 46 nœuds du 087* ».

- Michel Rétif, notre mécanicien d'essais, eh bien ! comme d'habitude il surveillait tout : centrage, conditionnement, pressurisation (songeant aux hublots postiches !), entrées d'air, températures, et se trouvait heureux depuis que les pilotes ne touchaient plus à ses manettes, bien installées à la pleine puissance.

- Jean Dabos, mon collègue en place droite, tentait d'établir un contact avec les centres de contrôle aérien, toujours un peu éberlués de nos éléments de vol,

56 000 pieds, quelque 16 500 mètres (seulement ! c'était le proto) et 1 100 nœuds = 2 150 km/h, mais difficiles à saisir sur la modulation des ondes H.F., honte de notre système de communication pendant longtemps. Je lui réclamais surtout les météo de nos déroutements éventuels : Niamey, Tamanrasset, Kano, avant qu'ils ne fussent plus atteignables et pour prendre à temps les décisions d'après les renseignements de progression annoncés par Perrier et Guyonnet. Mais il faisait finalement partout beau, trop beau sans doute pour tous ces pays altérés.

- Mais beau surtout pour le pilote, en virage vers Fort-Lamy.

Après l'atterrissage, Pierre Léna souriait aux astres, et à nous.

Ainsi avons-nous touché ensemble à la précision de l'astronomie pour un vol sans exemple ni probable successeur.

**André TURCAT**



*Les participants au vol « Concorde 001 Éclipse 30 juin 1973 »  
à l'exposition du 40<sup>e</sup> anniversaire au Musée de l'air et de l'espace le 29 juin 2013  
De gauche à droite: Michel Rétif, John E. Beckman, Donald Liebenberg, André Turcat, Alain Soufflot, Paul Wraight, Pierre Léna, Donald Hall. Il manque à l'appel :  
Jean Bégot (IAP) et Pierre Charvin (INAG). Photo © Xavier M. Jubier*

Crédit photos et illustrations :

- Pages 15, 17, 22, 23 : Xavier M. Jubier ([http://xjubier.free.fr/site\\_pages/solar\\_eclipses/TSE\\_19730630\\_Concorde001.html](http://xjubier.free.fr/site_pages/solar_eclipses/TSE_19730630_Concorde001.html))
- Pages 14, 16 : Logo de l'exposition « ÉCLIPSE 73 » présentée au Musée de l'Air et de l'Espace pour le 40<sup>e</sup> anniversaire du vol.
- Pages 13, 18, 19, 21 : Stéphane Thomas/APAP (Photos d'André Turcat pendant sa conférence au Planétarium)
- Page 20 : Pierre Fernandez/APAP (illustration pour l'affiche de la conférence)

# ACTUALITÉ ASTRONOMIQUE

## NOVA DELPHINI 2013, UNE NOUVELLE ÉTOILE ?

*Le 14 août, une nouvelle étoile, d'abord repérée par un astronome amateur japonais, est apparue dans le ciel de l'hémisphère nord, au bord de la petite constellation du Dauphin. La nouvelle fit rapidement le tour du monde et de la planète internet. L'étoile a atteint la magnitude\* 4,4 le 14 août, puis 4,2 le 15 août, donc bien visible à l'œil nu, avant de s'éteindre. Baptisé Nova par les astronomes, le phénomène n'a rien à voir avec l'apparition ou la naissance instantanée d'une étoile.*

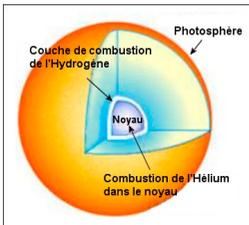
### LA NOVA

Comme son nom ne l'indique pas : il ne s'agit pas d'une nouvelle étoile. En réalité, le phénomène est provoqué par une *naine blanche* en interaction gravitationnelle avec une *géante rouge*.

### Définitions (très simplifiées)

**Naine blanche** : c'est le résidu d'une étoile modeste (ne dépassant pas 8 masses solaires) qui a épuisé son carburant nucléaire et éjecté ses couches supérieures sous forme de nébuleuse planétaire. À ce stade, l'étoile résiduelle possède un rayon de 5 000 à 8 000 km et sa matière très compacte (dite dégénérée) atteint une densité d'une tonne par  $\text{cm}^3$ . C'est donc un astre incroyablement dense (la totalité de la masse du Soleil dans le volume de la Terre !). Se refroidissant très lentement, la naine blanche est plutôt inerte mais, lorsqu'elle fait partie d'un système binaire, elle peut, en fonction de sa masse et de sa distance à l'autre étoile, donner lieu à ce phénomène bref et spectaculaire appelé *nova*.

**Géante rouge** : c'est une étoile en fin de vie. Au cœur de l'étoile, les réactions de fusion s'éteignent par épuisement successif de combustible (l'hydrogène, puis l'hélium, le carbone, etc.), jusqu'à ce qu'elle ne fournissent plus l'énergie nécessaire à l'étoile pour lutter contre son effondrement. Le gaz de l'étoile est alors comprimé vers le centre. La température augmente dans le noyau et les réactions dans la coquille s'accroissent, entraînant une expansion des couches externes de l'étoile : la couleur va donc tendre vers le rouge et le diamètre de l'étoile peut être multiplié par un facteur 200. Pour les étoiles dont la masse du cœur est inférieure à 1,4 fois celle du Soleil, le processus s'arrête lorsque tout l'hélium est épuisé : en effet, la nouvelle contraction du cœur ne permettra pas d'atteindre une température suffisante pour amorcer la fusion du carbone.

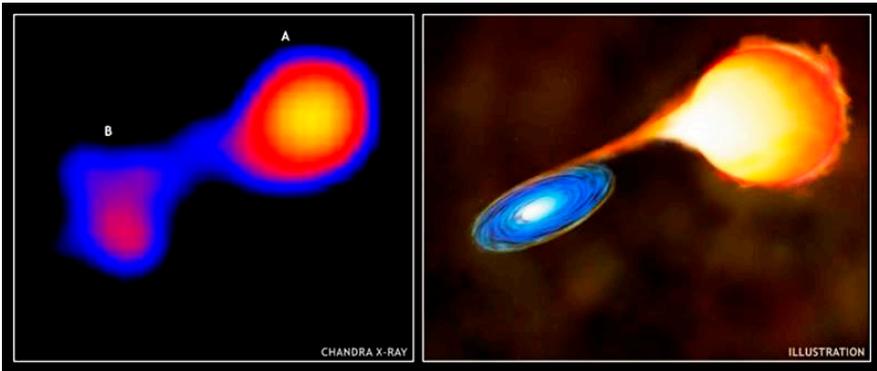


*Géante rouge*

\* *magnitude*. Pour la définition des termes utilisés en astronomie, le lecteur pourra consulter le glossaire sur le site du planétarium : [www.aix-planetarium.fr/francais/glossaire.html](http://www.aix-planetarium.fr/francais/glossaire.html).

## L'« EXPLOSION »

Le phénomène de nova peut se produire quand, dans un système binaire, une naine blanche très massive est couplée à une étoile qui a atteint le stade de géante rouge. Si le couple est très serré, les couches externes de la géante rouge sont suffisamment proches de la naine blanche pour être attirées par celle-ci. Un transfert de masse se met en place et une partie de l'hydrogène de la géante rouge vient former un disque de matière autour de la naine blanche (appelé *disque d'accrétion*).



*Le télescope spatial à rayons X Chandra a photographié l'interaction gravitationnelle avec transfert de gaz entre une géante rouge (A) et une naine blanche (B). Il s'agit ici de l'étoile double Omicron ceti (Mira) dans la constellation de la Baleine.*

*Mira A, « la Merveille de la Baleine », est connue comme étoile variable à pulsation de période 330 jours. C'est une géante rouge en phase avancée, dont le diamètre a atteint 600 fois celui du Soleil. L'étoile approche du stade où ses provisions en carburant nucléaire seront épuisées, elle va alors s'effondrer pour devenir une naine blanche.*

*Mira B a déjà atteint le stade de naine blanche, elle a la taille de la Terre, mais elle est presque un million de fois plus massive. Crédit NASA / Chandra*

Le gaz de la géante rouge s'échappe peu à peu vers le disque entourant la naine blanche et finit par tomber sur celle-ci. Quand suffisamment de gaz s'est accumulé et que la température atteint la dizaine de millions de degrés, la fusion de l'hydrogène se déclenche, produisant une « explosion » intense à la surface de l'étoile. Il ne s'agit pas, à proprement parler, d'une véritable explosion, mais d'un phénomène d'expansion très rapide des couches superficielles de l'étoile accompagnée d'un accroissement considérable de la luminosité de celle-ci. Les couches d'hydrogène sont expulsées violemment à des vitesses de plusieurs milliers de kilomètres par seconde et la luminosité de l'étoile est multipliée en quelques jours par un facteur compris entre 10 000 et un million, en fonction de la quantité d'hydrogène accumulée.

Il faut ensuite plusieurs jours ou mois pour que la situation redevienne normale. Malgré la violence de l'explosion, la naine blanche n'est pas trop affectée et le processus d'accumulation d'hydrogène peut reprendre jusqu'à une nouvelle

explosion, après une période comprise entre un siècle et plusieurs dizaines de milliers d'années.

### NOVA DELPHINI 2013

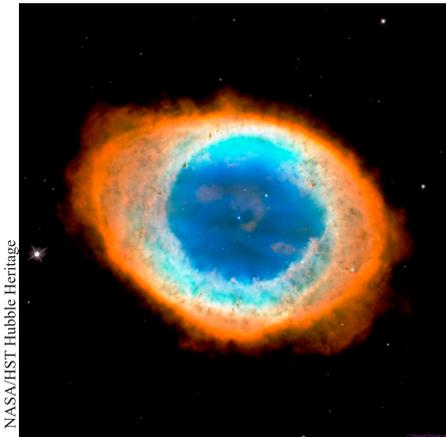
La nova observée ce 14 août dans la constellation du Dauphin est typique de ce processus. Avant l'explosion, la magnitude du couple d'étoiles était de 17, ce qui correspond à une faible luminosité observable uniquement au télescope. En une journée, elle est passée à 6, la limite pour l'observation à l'œil nu, puis à 4,2, soit une intensité 150 000 fois plus puissante !

La naine blanche, responsable de cette spectaculaire déflagration, n'a cependant pas fini de faire parler d'elle : elle poursuivra son cycle une fois l'explosion achevée, en continuant d'aspirer sa voisine jusqu'à la prochaine explosion.

### NOVA ET SUPERNOVA

Attention à ne pas confondre *nova* et *supernova*. Le phénomène de supernova ne concerne que les étoiles de plus de 8 masses solaires. Le processus est totalement différent, il aboutit à une explosion cataclysmique qui détruit l'étoile en profondeur. Une onde de choc de très grande énergie traverse toutes les couches de l'étoile, créant une série de fusions entre les éléments qui y sont présents. C'est de cette façon que sont créés dans l'univers les éléments plus lourds que le fer comme le nickel, le cobalt, etc., jusqu'à l'uranium.

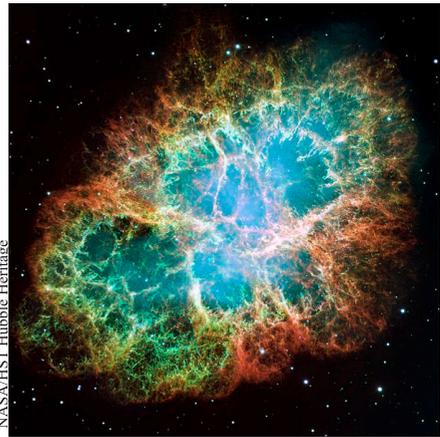
Pierre FERNANDEZ



**Nébuluse de la Lyre (M57)**

*Nébuluse planétaire formée par les gaz éjectés lors de l'effondrement de l'étoile centrale devenue une naine blanche. Le rayonnement émis par l'étoile ionise et éclaire le gaz de la nébuluse.*

*Le terme « planétaire » est utilisé pour décrire son aspect, mais n'a rien à voir avec un vrai système planétaire.*



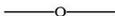
**Nébuluse du Crabe (M1)**

*Cette nébuluse est un rémanent de supernova.*

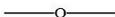
*L'explosion de la supernova fut observée par des astronomes chinois en 1054. Pendant 23 jours, elle resta suffisamment lumineuse pour être visible en plein jour ! Pour cette raison, les Chinois appelèrent les supernovae des « étoiles invitées ».*

L'association des Amis du Planétarium d'Aix en Provence,  
(A.P.A.P.),  
a été fondée en novembre 1989 avec pour objectif :

**« la diffusion, en milieu scolaire et auprès du public en général,  
des théories scientifiques qui constituent  
l'Astronomie, l'Astrophysique et les sciences de la Terre,  
en utilisant comme outil pédagogique privilégié  
un planétarium fixe. »**  
*(article 2 des statuts)*



*Informations : <http://www.aix-planetarium.fr>  
Contacts, réservations : 04 42 20 43 66 ou 06 88 46 29 99  
E-mail : [contact@aix-planetarium.fr](mailto:contact@aix-planetarium.fr)*



L'A.P.A.P. est membre de

***L'Association des Planétariums de Langue Française,  
(A.P.L.F.),***

dont le siège est :  
MJC La Belle Étoile  
rue Dom de Pothier  
88000 ÉPINAL  
Tél : 03 29 35 08 02

*<http://www.aplf-planetarium.org>*



Association des Planétariums  
de Langue Française

Le planétarium Peiresc est une réalisation de  
l'association des Amis du Planétarium  
d'Aix-en-Provence,

*avec le soutien de :*



*et la participation de :*



*Le planétarium Peiresc est partenaire de :*



Directeur de la publication : Philippe Malburet  
Planétarium Peiresc Parc Saint-Mitre 7, rue des Robiniers 13090 Aix-en-Provence  
Entrée du public : avenue Jean-Monnet  
Tél. 04 42 20 43 66 - 06 88 46 29 99 E-mail : [contact@aix-planetarium.fr](mailto:contact@aix-planetarium.fr)  
<http://www.aix-planetarium.fr>