

**Association pour le
Développement International de l'Observatoire de Nice**

Association reconnue d'utilité publique par décret du 15 septembre 1966

BULLETIN N°30

Année 1996

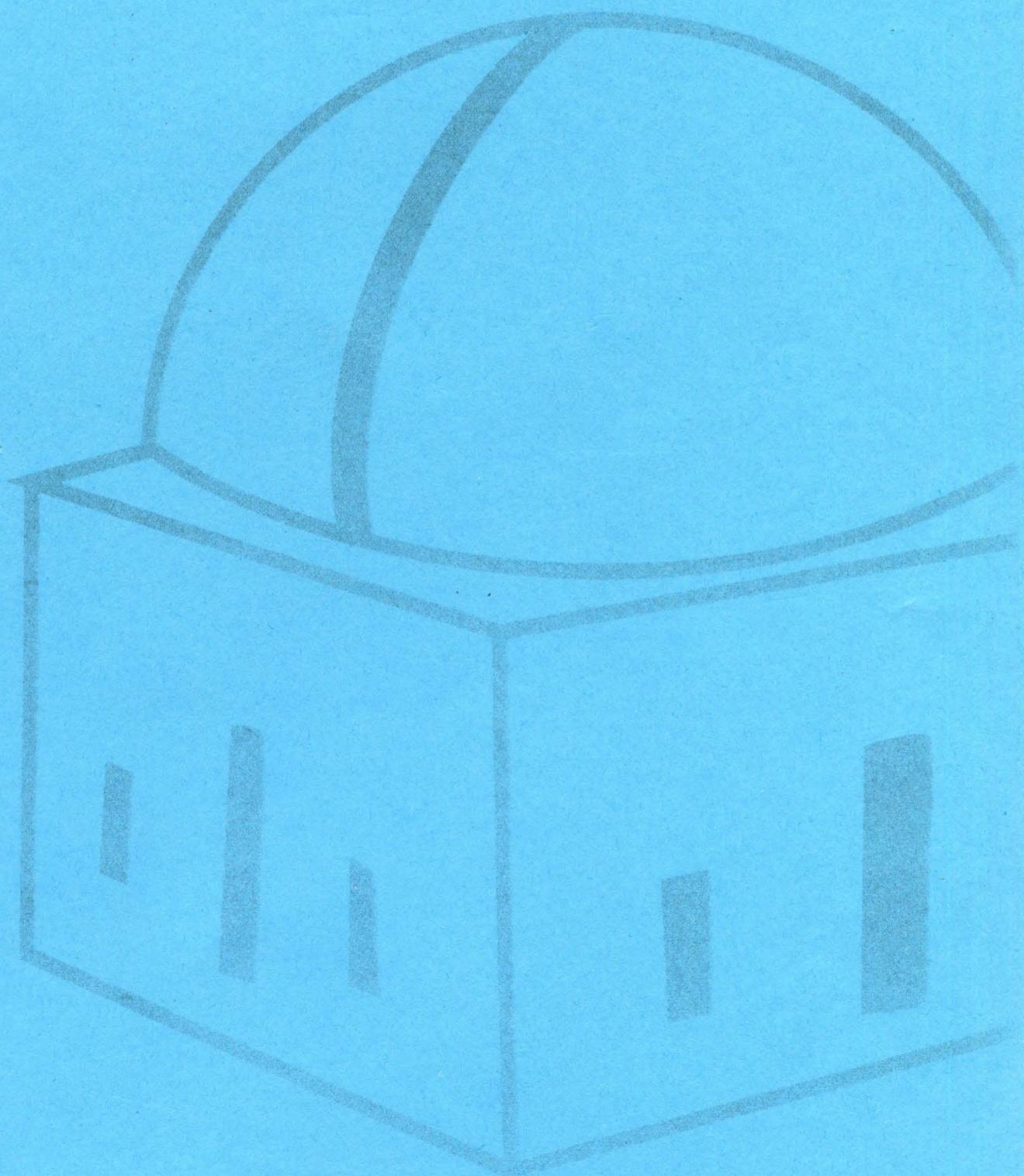


TABLE DES MATIERES

	PAGES
Editorial	3
Présentation de l'ADION	5
Adresses utiles	6
Echos d'activités à l'Observatoire de la Côte d'Azur (OCA)	7
Héliosismologie observationnelle à l'OCA:	
L'expérience GOLF sur SOHO (G. Grec & C. Renaud)	9
La télémétrie-laser sur satellite et la station ultra-mobile (F. Pierron)	15
Les astéroïdes dont les orbites croisent celle de la Terre (C. Froeschlé & P. Michel)	21
Les chercheurs étrangers à l'OCA en 1996	26
Bourses Henri Poincaré de l'OCA (1996-1997)	29
Une année à s'enivrer de la musique solaire (M. Lazrek)	31
Où en est le projet muséal? (J.-P. Scheidecker)	33
Activités de l'ADION	38
Programme OCA-ADION	41
Compte-rendu de l'assemblée générale du 19 avril 1996	42
Procès verbaux des conseils	52
Médaille de l'ADION	59
Remise de la médaille de l'ADION 1995 à Vladimir ARNOLD	61
Hommage à Vladimir ARNOLD (Cl. Froeschlé)	62
Personnalités auxquelles la médaille a été attribuée	64
Le coin de l'amateur	65
La gestion du grand équatorial Coudé par l'association NOVAE (Y. Bresson, Daniel Gaffé & Y. Roudier)	67
Bulletin d'adhésion	75

Editorial

Comme chaque année, ce bulletin veut être un reflet des nombreuses activités de l'Observatoire de la Côte d'Azur (OCA). Parmi les productions d'excellence réalisées en 1996, nous en avons retenu trois, choisies dans des domaines très différents, afin de vous faire découvrir diverses facettes de la recherche développée à l'OCA.

Depuis que Jean-Claude Pecker a fait revivre l'Observatoire en 1962, le Soleil a toujours été un sujet d'étude privilégié. Mais notre astre nous livre difficilement tous ses secrets. Pour résoudre certaines grandes énigmes, la NASA a lancé, le 2 décembre 1995, la station orbitale solaire SOHO, construite par l'Agence Spatiale Européenne, l'ESA. Gérard Grec, directeur de recherche au CNRS, est "Scientific Project" pour GOLF, un des 12 instruments embarqués sur le satellite. Il nous décrit comment cet instrument va sonder l'intérieur du soleil ... jusqu'au cœur.

Au Plateau de Calern, la géodésie spatiale est un volet majeur des recherches qui y sont développées depuis la création du site en 1974. Un savoir-faire de tout premier ordre y est acquis dans la télémétrie laser. Pour mesurer avec une précision de l'ordre du centimètre, la distance d'un satellite à un point quelconque du globe, l'OCA vient de réaliser la première station-laser ultra-mobile. Francis Pierron, ingénieur de recherche au CNRS, un des concepteurs du projet, nous fait revivre le cheminement de cette réalisation.

Les recherches théoriques développées à l'OCA s'appuient beaucoup sur les simulations numériques rendues de plus en plus réalistes par le développement rapide de l'informatique. Les "Gaulois que nous sommes" ayant toujours peur que le ciel leur tombe sur la tête, l'équipe de planétologie dynamique intègre "numériquement" les orbites de tous ces corps gros et petits qui tournent autour du Soleil. Parmi ces corps, les "Terriens" redoutent plus particulièrement les NEAs, ces "Near-Earth-Asteroids" dont la trajectoire peut venir frôler celle de notre Terre. Christiane Fräeschlé, astronome à l'OCA et son élève, Patrick Michel, nous expliquent tout sur ces petits objets dangereux ... et nous rassurent.

Cette dynamique scientifique entraîne, chaque année, un flux croissant de chercheurs étrangers qui effectuent à l'OCA des séjours de durée supérieure à un mois : 28 en 1994, 32 en 1995, 48 en 1996. Parmi eux, beaucoup de "post-doc" font des séjours d'un an, et, de plus en plus, des jeunes viennent y préparer leur thèse. Pour cet accueil, notre établissement bénéficie, en particulier, de deux bourses post-doctorales co-financées par le CNRS et le Conseil Général des Alpes-Maritimes. On pourra voir dans la rubrique accordée à ces bourses que leur attribution pose parfois des problèmes.

En 1992, l'ADION mettait en place le comité Charles Garnier pour la préservation et la mise en valeur du patrimoine du Mont Gros. En 1993, l'OCA le suppléait par le service du patrimoine. Le bulletin n° 27 faisait un large écho de ses premiers travaux. Les atouts du projet muséal sont maintenant bien définis et les nouvelles structures mises en place sont présentées par Jean-Paul Scheidecker, directeur-adjoint de l'OCA.

Mais l'ADION conserve aussi ses activités propres avec, en particulier, l'édition de son bulletin et l'attribution de la médaille. La médaille 1995 a été attribuée à Vladimir Arnold, Professeur à l'Université de Paris-Dauphine et à l'Université de Moscou, le plus grand expert au monde de la théorie des systèmes dynamiques. La médaille lui a été remise le 26 avril 1996.

Les astronomes amateurs font de plus en plus revivre les instruments d'observation du Mont Gros. Depuis 1991, l'association NOVAE constituée de jeunes astronomes amateurs, a signé une convention avec l'OCA sur l'utilisation du Coudé. Trois de ses membres nous font part des difficultés qu'ils ont dû surmonter pour remettre en fonctionnement l'appareil et ils nous donnent aussi un aperçu des nouvelles performances observationnelles grâce aux améliorations techniques apportées. Je vous souhaite une agréable lecture de ce nouveau bulletin.


Paul FAUCHER
Secrétaire Général de l'ADION

PRESENTATION DE L'ADION

L'ADION a été créée en 1962 :

“... L'Association dite ASSOCIATION POUR LE DEVELOPPEMENT INTERNATIONAL DE L'OBSERVATOIRE DE NICE a pour but de favoriser les activités internationales de l'Observatoire de Nice ... d'attribuer à des chercheurs français et étrangers des bourses d'études ou des subventions ... d'organiser régulièrement des colloques et symposiums sur l'Astrophysique ...”

Extrait des Statuts - conformes à la Loi sur les Associations dite “LOI 1901”

L'ADION a été reconnue d'Utilité Publique en 1966.

SIEGE SOCIAL

OBSERVATOIRE DE LA CÔTE D'AZUR
BOITE POSTALE n°4229
Boulevard de l'Observatoire
06304 NICE CEDEX 4
FRANCE

Composition du Conseil (1996-2000)

Président	Hélène FRISCH
Vice-Président	Hans SCHOLL
Trésorière	Gabrielle BERTHOMIEU
Trésorier adjoint	Alexandre MORBIDELLI
Secrétaire Général	Paul FAUCHER
Secrétaire adjoint	Bruno LOPEZ

Membres	Danièle BENOTTO Jean-Louis ONETO Francis PIERRON
---------	--

Adjoint au Secrétaire Général	Francine MUGNIER
-------------------------------	------------------

Membres d'honneur de l'ADION

Monsieur le Préfet des Alpes-Maritimes
Monsieur le Maire de la Ville de Nice
Monsieur le Directeur des Enseignements Supérieurs
Monsieur le Recteur de l'Académie de Paris
Monsieur le Recteur de l'Académie de Nice
Monsieur le Président de l'Université de Nice-Sophia-Antipolis

Adresses utiles

OBSERVATOIRE DE LA CÔTE D'AZUR

OBSERVATOIRE DE NICE
Boulevard de l'Observatoire
BOITE POSTALE n°4229
06304 NICE CEDEX 4

Téléphone : 04 92 00 30 11
Télécopie : 04 92 00 30 33

OBSERVATOIRE DE CALERN
2130, Route de l'Observatoire
CAUSSOLS
06460 SAINT VALLIER de Thiey

Téléphone : 04 93 40 54 54
Télécopie : 04 93 40 54 33

CERGA
Avenue Copernic
ROQUEVIGNON
06130 GRASSE

Téléphone : 04 93 40 53 53
Télécopie : 04 93 40 53 33

A.D.I.O.N.
OBSERVATOIRE DE LA CÔTE D'AZUR
Boulevard de l'Observatoire
BP N°4229
F - 06304 NICE CEDEX 4
FRANCE

.....

•

• Jacques MARCHAL nous a quittés •

•

Avec beaucoup de tristesse et d'émotion, l'ADION vous fait part du décès de Jacques MARCHAL, survenu le 30 Janvier 1996, à l'âge de 56 ans. Ingénieur de Recherches au CNRS, il travaillait à l'Observatoire de Nice depuis 1967, participant plus particulièrement au développement de l'outil informatique pour le dépouillement des observations. Il a été Secrétaire Général de l'ADION de 1988 à 1991.

L'Observatoire vient de perdre un collègue qui avait au plus haut point le sens de l'amitié et du partage.

•

.....

ECHOS D'ACTIVITES

à

L'OBSERVATOIRE DE LA CÔTE D'AZUR (OCA)

Héliosismologie observationnelle à l'OCA :

L'expérience GOLF sur SOHO

par

Gérard Grec & Catherine Renaud

Département Cassini de l'OCA

Il y a près de 20 ans, une nouvelle méthode d'étude du Soleil est née : l'héliosismologie, qui établit les paramètres physiques de la sphère solaire à partir des oscillations visibles à la surface. L'Observatoire de Nice est un des laboratoires où est né ce nouveau chapitre de l'astrophysique, et continue à jouer un rôle éminent. Ainsi, des astronomes de l'OCA participent aux expériences de la sonde SOHO : lancé en décembre dernier, ce satellite artificiel du Soleil emportait 3 instruments consacrés à l'héliosismologie.

Voyons comment l'analyse de la lumière reçue du Soleil permet d'étudier les propriétés de la matière cachée, loin de la surface visible.

1 Le rayonnement que nous recevons du Soleil

Limitons notre domaine à l'optique visible, la lumière du Soleil. Pourquoi le Soleil est-il lumineux? Tout d'abord, au cœur du Soleil, la température de plusieurs millions de degrés est telle que les noyaux d'hydrogène fusionnent. L'énergie ainsi produite s'évacue lentement vers la surface, d'abord transportée par radiation, puis, plus près de la surface par le mouvement convectif de la matière : comme de l'eau qui bout, une partie de la sphère solaire contient une part importante d'énergie mécanique. Enfin, après un voyage qui dure près d'un million d'années, l'énergie thermique arrive à la surface visible du Soleil et est rayonnée dans l'espace. La température d'équilibre est alors de quelques milliers de degrés, et le Soleil rayonne comme un corps incandescent, disons comme une lampe à filament.

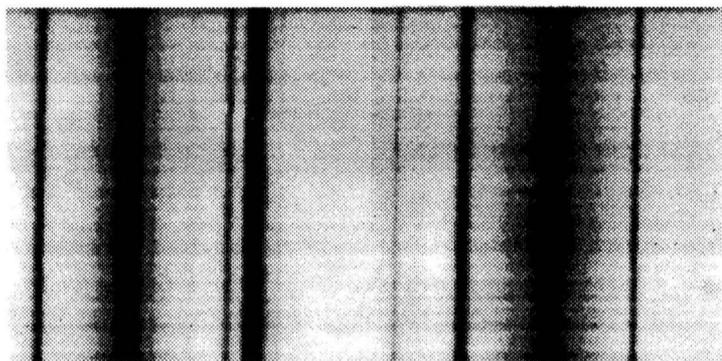
Le Soleil est une sphère de gaz, une couche externe émet cette lumière visible, et cache la matière sous-jacente. Au-dessus, la densité du gaz décroît : c'est "l'atmosphère" du Soleil, que la lumière traverse avant d'être finalement rayonnée dans l'espace; la composition chimique reste inchangée, mais la température diminue. Les atomes de ce gaz résiduel sont alors responsables de l'absorption d'une partie de la lumière qui le traverse pour être émise vers l'espace, et nous pouvons observer des bandes sombres dans le spectre que nous recevons du Soleil : les raies de Fraunhofer. Notre atmosphère est bleue par un phénomène analogue dû aux molécules d'oxygène de l'air et, bas sur l'horizon, le Soleil est plus rouge parce que l'épaisseur d'air traversée augmente. Pour compléter cette description du Soleil, il faut mentionner que la température augmente jusqu'à plusieurs millions de degrés dans la très haute atmosphère, la couronne solaire, qui émet son propre rayonnement; le gaz est alors très ténu, la couronne est donc relativement peu lumineuse.

Les raies de Fraunhofer ont des longueurs d'onde caractéristiques des éléments qui les produisent : l'hydrogène, et les métaux les plus abondants dans l'atmosphère so-

laire, et parmi eux, le sodium. Lorsqu'il est sous la forme de vapeur mono-atomique, ce métal possède des résonances optiques, qui correspondent aux transitions entre les niveaux d'énergie de l'électron externe : la couleur jaune de ces résonances est bien connue, c'est celle des lampes d'éclairage routier. Cette couleur est définie par la physique de l'atome du métal, et est intrinsèquement parfaitement stable. Cependant pour l'observateur il reste deux causes de variations possibles :

- le champ magnétique ambiant de la source,
- la vitesse radiale de l'observateur par rapport à la source : c'est l'effet Doppler, qui traduit les variations de la vitesse en variations de longueur d'onde lumineuse. Reproduisons le phénomène qui produit un arc-en-ciel, c'est-à-dire, dispersons la lumière du Soleil avec un réseau : nous pouvons alors mesurer la variation de l'intensité lumineuse pour des longueurs d'onde particulières, et calculer les variations de vitesse de la source.

Fig.1 : Fragment du spectre de Fraunhofer au voisinage de 5170 Å avec d'intenses raies d'absorption dues au magnésium, au fer, au titane, etc ... Ces raies présentent des irrégularités dues à la structure hétérogène de la photosphère.



2 Les oscillations solaires

Regardée en ses détails, la surface du Soleil est très complexe. C'est en étudiant la granulation - les cellules convectives visibles à la surface - que Evans et Michard ont décelé l'existence d'oscillations à "5 minutes". C'était en 1962, et notre propos n'est pas d'écrire toute l'histoire de l'analyse de ce phénomène, ni de citer tous les acteurs : il a fallu plusieurs années pour comprendre l'origine de ces oscillations. Nous avons contribué à ce travail : avec Eric Fossat, nous avons recherché au pôle sud la possibilité d'observations continues, pendant le jour polaire. En décembre 79 et janvier 80, 10 jours de mesure sans interruption nous ont permis de déterminer la structure géométrique des modes d'oscillation radiaux, $l = 0$ et quasi-radiaux, $l = 1, 2$ et 3 .

Que sont ces modes d'oscillation? Tout corps physique relativement rigide vibre quand il reçoit une excitation mécanique : une cloche, une corde de violon, l'air dans un tuyau d'orgue peuvent vibrer. Dans tous les cas, il faut qu'une force de rappel existe, et que l'amortissement soit faible (la force de rappel vient de la rigidité de l'airain de la cloche, de la tension de la corde que fait vibrer l'archet, de la gravité dans le cas d'un pendule qui oscille ou des vagues de la mer...) Chaque instrument possède un timbre, c'est à dire une distribution d'harmoniques qui dépend de sa forme et de sa structure physique : une cloche fêlée rend un son particulier.

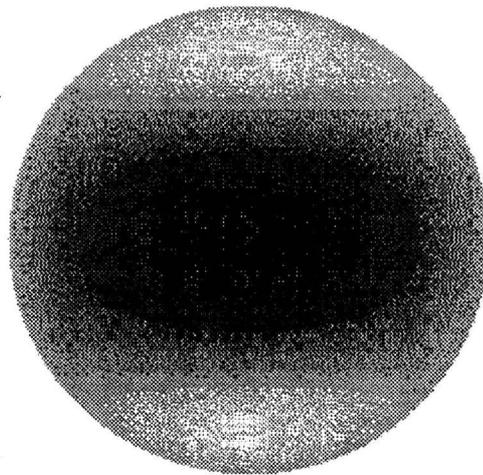
Comme un instrument de musique, le Soleil vibre selon des modes bien définis : on sait déjà que le transport de l'énergie est fait localement par l'énergie mécanique de convection: une partie de la matière est en mouvement. Bien que la pression varie dans de très larges limites du centre à la surface, la matière garde les propriétés d'un gaz. Ce gaz est soumis à la gravitation engendrée par la masse globale du Soleil : nous avons donc deux forces de rappel possibles, la pression et la poussée d'Archimède. Enfin, le Soleil est une sphère, ce qui détermine la géométrie des oscillations. Disons que l'on peut calculer une série de

modes "élémentaires", et que toutes les oscillations possibles résultent d'une combinaison linéaire de ces modes. Enfin, un mode peut être soit polaire, soit équatorial. Ces derniers sont les seuls observables de notre terre qui orbite au voisinage de l'équateur du Soleil. De nombreux modes sont excités, et nous mesurons les battements qui en résultent.

Dernière remarque : le Soleil tourne sur lui-même. Un mode d'oscillation se traduit en une série de "vagues" à l'équateur, qui se propagent autour de la sphère, selon les cas dans le sens de la rotation solaire ou à contresens. Pour un observateur terrestre, les fréquences observées seront différentes.

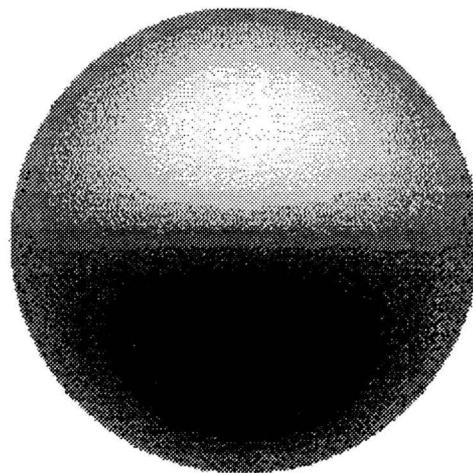
a. Le mode $l = 2, m = 0$.

Le cercle représente le disque solaire, vu de la Terre. La répartition de gris est fonction de la vitesse radiale, le gris moyen correspond à la zone nodale. Pour le mode représenté, la partie équatoriale est prépondérante, la tâche sombre visible au centre montre la composante radiale de la vitesse d'oscillation pour cette zone : la surface monte et descend alternativement par rapport au rayon moyen. Ce mode est parmi les modes observés par GOLF.



b. Le mode $l = 2, m = 1$.

Pour ce couple de valeurs de l et de m , la vitesse est positive ou négative sur des régions symétriques par rapport à l'équateur : la vitesse moyenne est nulle.



c. Le mode $l = 20, m = 18$.

Le degré l correspond au nombre de lignes neutres. Pour la valeur choisie de l'ordre tesseral m , la géométrie est surtout équatoriale. Bien entendu, la moyenne de la vitesse sur le disque est pratiquement nulle : ce mode n'est détectable que sur une image, qui montre les variations de la vitesse radiale sur le disque.

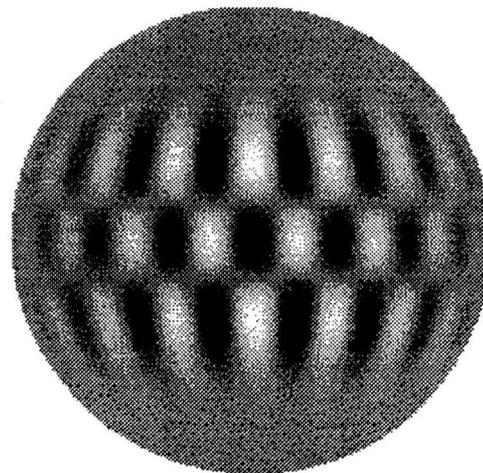


Fig. 2 : Exemple de modes propres d'oscillation sphériques, la vitesse radiale des déformations de la surface est projetée sur le disque perpendiculaire à l'axe de visée.

Pourquoi étudier ces oscillations? Ce sont des oscillations visibles à la surface, mais elles parcourent la matière de la sphère entière. Autrement dit, nous avons directement

accès aux grandeurs physiques qui décrivent l'intérieur du Soleil. En particulier les modes acoustiques radiaux permettent de déterminer la vitesse du son jusqu'au centre du Soleil, qu'ils parcourent en environ 40 minutes. De l'étude de ces mêmes modes, nous avons pu déterminer la profondeur de la zone convective (environ 30 % du rayon) et nous perçons maintenant le mystère de la rotation du cœur solaire (les derniers résultats indiquent que la vitesse du cœur est très proche de celle des couches externes, alors que l'on pouvait s'attendre à trouver un cœur en rotation rapide).

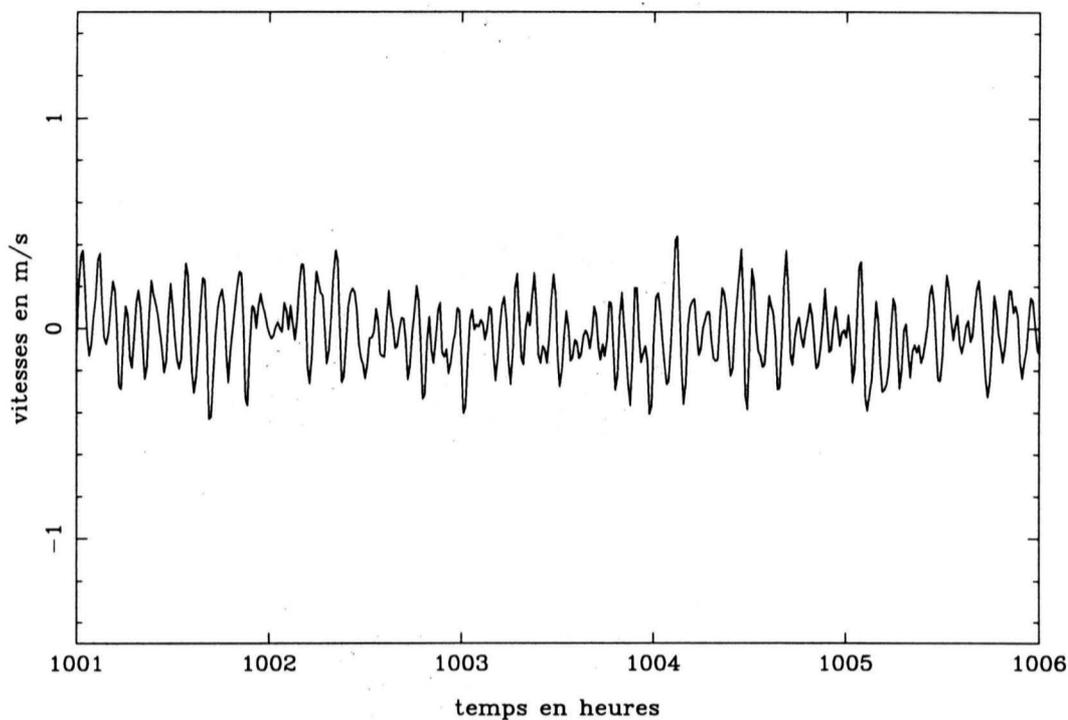


Fig.3 : Les oscillations solaires observées à partir de SOHO, grâce à GOLF. Un grand nombre d'oscillations produisent des battements visibles à des périodes proches de 5 minutes.

3 Le principe de la mesure

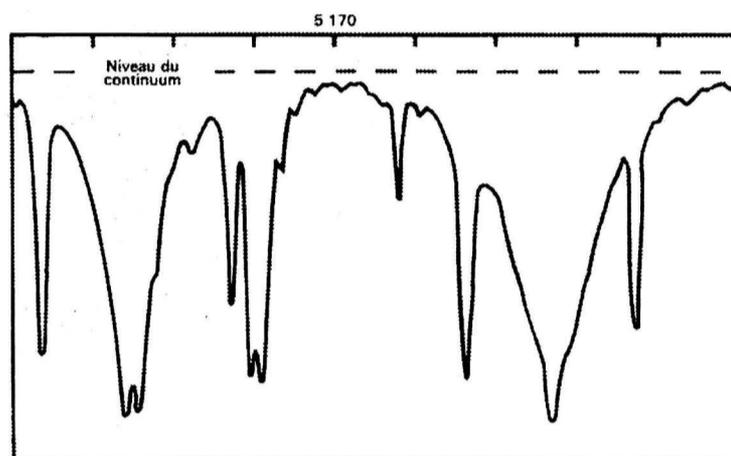
Le phénomène d'oscillation est relativement complexe, et peut se mesurer en tant que variations (infimes) du rayon apparent, de la température, ou de la vitesse radiale. Ces variations peuvent être mesurées point par point sur le disque solaire, ou globalement. Dans ce dernier cas, le Soleil est observé comme une étoile, et l'on mesure une valeur moyenne sur tout le disque. Cette dernière technique est la mieux adaptée à la mesure des modes de faible degré (voir fig. 2). Les oscillations solaires se traduisent en changements de vitesse radiale. La vitesse mesurée pour chaque mode est faible : quelques cm/s au plus. Lorsque la vitesse radiale de la source change, tout le spectre lumineux va se déplacer, vers le rouge si la source s'éloigne, le bleu dans le cas contraire. Il suffit alors de comparer les intensités mesurées pour des longueurs d'onde fixes bien choisies pour détecter les déplacements d'une raie : on peut mesurer l'intensité sur les flancs de la raie, où la sensibilité à la vitesse est la plus forte. Pour cela nous devons construire deux filtres "colorés" parfaitement stables et très sélectifs.

Parmi toutes les techniques possibles, la plus précise est celle de la résonance optique : certains métaux se vaporisent à basse pression sous forme d'un gaz monoatomique. Comme dans l'atmosphère solaire, cette vapeur absorbe sélectivement la lumière, et la réémet dans toutes les directions, comme le fait le brouillard de la lumière des phares. Si on se place perpendiculairement au faisceau lumineux, on ne voit que la lumière diffuse, dans ce cas uniquement la couleur spécifique du gaz. Le sodium, le potassium, le strontium ont été

utilisés par divers auteurs. Nous utilisons la résonance optique du sodium. L'élément résonnant est une petite ampoule de verre, qui contient quelques grammes de sodium. La température de la vapeur est d'environ 160 degrés, et un aimant permet de dédoubler la raie de résonance (c'est l'effet Zeeman, effet du champ magnétique sur les niveaux d'énergie de l'électron externe des atomes de sodium) : nous avons les deux filtres requis, bien placés pour mesurer la vitesse du sodium de l'atmosphère solaire. Les intensités lumineuses transmises par ces filtres sont mesurables avec un dispositif photoélectrique. (Le sodium produit en réalité un doublet de raies très rapprochées, mais cela ne change rien au principe de la mesure : chaque raie du doublet a des propriétés homologues).

Les principales difficultés de réalisation de l'instrument sont liées au taux de lumière parasite et à la stabilité thermique. Un micro ordinateur suffit pour contrôler l'instrument et enregistrer les mesures.

Fig. 4 : La lumière solaire : Enregistrement photométrique de la région spectrale déjà montrée fig.1. La comparaison des intensités mesurées sur les deux ailes d'une raie permet de mesurer le déplacement global de la raie qui est dû à l'effet Doppler.



4 La mission spatiale SOHO et l'expérience GOLF

SOHO est une mission spatiale d'observation du Soleil, résultat d'un travail coordonné des agences spatiales de l'Europe et des USA. C'est un satellite du Soleil, à 1,5 million de km de la Terre, il évolue sur une trajectoire où les attractions de la Terre et du Soleil se compensent, et il suit la Terre dans son mouvement annuel. Ce satellite a été lancé de Cap Canaveral le 2 décembre 95, les mesures sont reçues grâce au réseau de grandes antennes des missions interplanétaires. Nous disposons ainsi de mesures solaires continues.

Un des objectifs majeurs de cette mission est l'observation des oscillations solaires. En effet, à partir du sol de notre planète, la précision de ces observations reste limitée. D'abord, par l'alternance jour-nuit, ensuite par les défauts de transparence de l'atmosphère. Bien sûr des solutions ont été recherchées : réseaux intercontinentaux de stations, essais d'observations au pôle sud. Les chercheurs de notre établissement ont joué un rôle prépondérant dans ces travaux. La connaissance des modes acoustiques (les oscillations à "5 minutes") a ainsi bien progressé, mais il ne restait pas d'espoir d'observer les modes de gravité (ceux dus à la poussée d'Archimède, qui ont des périodes de quelques heures). Comblers cette lacune donnera les informations les plus précises sur le cœur solaire. C'est un des objectifs de l'expérience GOLF (Global Oscillations at Low Frequency). A nouveau, c'est la résonance optique du sodium qui a été mise en œuvre dans cet instrument destiné à mesurer la vitesse moyenne sur le disque solaire.

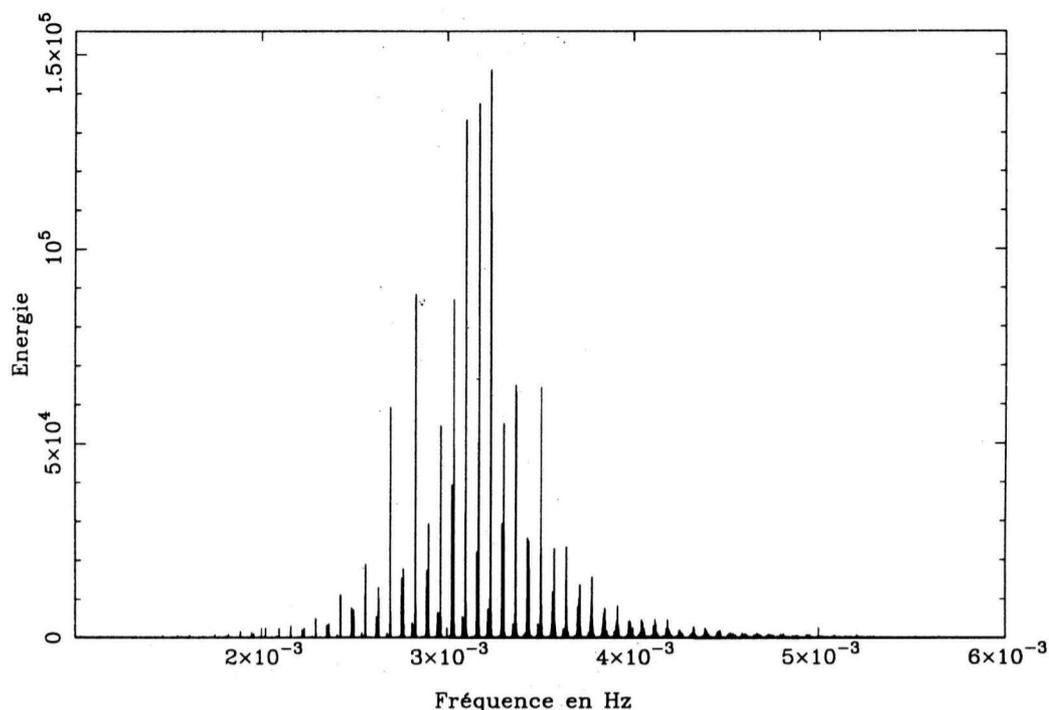


Fig.5 : Le spectre temporel des oscillations solaires. La fréquence 3,3 milliHertz correspond à une période d'oscillation de 300 secondes; l'énergie est mesurée en $(\text{mètre/seconde})^2$ par Hertz. Les modes acoustiques les plus fortement excités sont visibles ici. Les raies du spectre correspondent aux degrés $l = 0$ (modes radiaux) $l = 1, 2$ et 3 . Pour chaque degré, la fréquence dépend aussi de l'ordre radial (le nombre de surfaces nodales jusqu'au centre), qui varie de 10 à 32. L'essentiel des informations solaires se traduit dans la non-périodicité de ce spectre.

5 Les observations à l'OCA, aujourd'hui et demain...

La technique de résonance optique est utilisée à l'Observatoire depuis le début de l'héliosismologie, en 1971.

L'instrument GOLF a été pour l'essentiel réalisé par les laboratoires français d'Orsay et de Saclay, c'est un projet commun du CNES, du CNRS et du CEA. Mais ce projet est en grande partie né à l'Observatoire de la Côte d'Azur, qui a ensuite participé à sa réalisation : G. Grec a eu la responsabilité de suivre pas à pas la conception de l'instrument, d'aider à résoudre les petits problèmes aux frontières de la technique et de la science, et de vérifier le niveau des performances obtenues; C. Renaud assure le lien informatique avec l'expérience. L'OCA, maintenant, est un point clé de la gestion de la télémétrie, en liaison avec la NASA, et effectue la préparation des fichiers des mesures de GOLF pour la distribution aux autres instituts. L'analyse scientifique des données et l'étude des modes solaires sont maintenant indissociables de notre établissement, qui se trouve à la convergence des mesures spatiales et des observations au sol, qui se poursuivent.

L'OCA est aussi associé à l'exploitation d'autres instruments de SOHO : VIRGO et MDI pour l'intérieur du Soleil, SUMMER, CDS et EIT pour l'étude de l'atmosphère solaire. Et enfin, les projets de mesure pour la sismologie stellaire ne se feront pas sans nous.

Le Soleil est une étoile naine assez commune, et on s'attend à de grandes variations avec les masses. L'obstacle vient de la faible quantité de lumière que nous recevons des étoiles, mais les modes acoustiques révéleront les secrets de leur sphère interne...

La Télémétrie Laser sur satellite et la Station Ultra-mobile

par
Francis Pierron

Département CERGA de l'OCA

1. Contexte scientifique :

La Technique de Télémétrie laser sur satellites est basée sur la mesure ultra précise du temps aller retour d'une impulsion laser de la Terre à un satellite artificiel.

Les satellites utilisés doivent être équipés de réflecteurs laser, dispositifs optiques simples réfléchissant la lumière dans la direction incidente.



La station fixe de télémétrie laser sur satellite de l'observatoire du Calern.

Historique

Le lancement de Spoutnik 1, le 4 octobre 1957 par l'URSS fut le départ de cette technique qui allait révolutionner la géodésie classique pour créer cette nouvelle branche : **la Géodésie Spatiale.**

Cette science a pour but d'étudier la forme de la Terre, son champ de gravité et son évolution ainsi que la position des continents à partir de techniques spatiales.

La puissance de cet outil est telle qu'aujourd'hui, les scientifiques sont en mesure de détecter des déplacements de plaques tectoniques subcentimétriques au cours des années, ou des variations du niveau moyen de la mer du même ordre de grandeur à l'échelle de bassins comme la Méditerranée.

Dès le début de cette ère spatiale, la communauté scientifique française se mobilisa rapidement et **la première station laser française obtint des échos sur le satellite Géos en 1965 avec une précision de quelques mètres.**

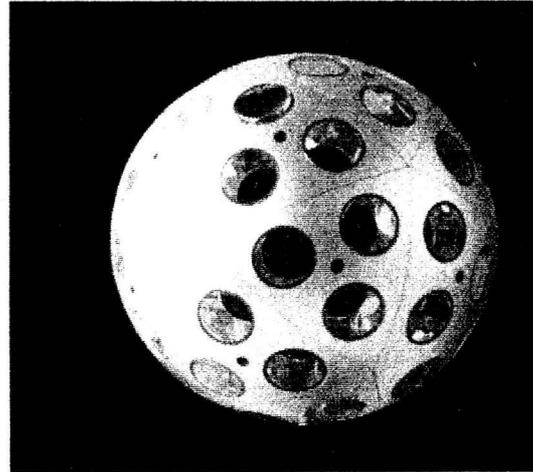
Devant l'essor de ces techniques et face à la potentialité et à la diversité des programmes scientifiques envisageables, différentes personnalités et instituts décidèrent de former un groupe et d'y mettre en commun certains moyens financiers et de personnels afin d'organiser les activités de recherche tout en créant des communications privilégiées sur ces thèmes entre organismes et scientifiques. Le **Groupe de Recherche en Géodésie Spatiale** était né et allait s'avérer par la suite un formidable outil de travail.

Les programmes de recherche aujourd'hui

Cette technique, qui est certainement l'une des plus précises aujourd'hui (<1 cm), offre l'avantage d'être à la fois très simple au niveau du concept, et de fournir des mesures par rapport au centre de masse de la Terre. Elle permet ainsi de définir **un système de référence terrestre absolu** au centimètre près.

Parmi les principales applications scientifiques, qui ont toutes trait à l'étude de la Terre et de son environnement proche (géodésie, physique du globe, océanographie, etc.), on peut citer :

- **Le positionnement absolu** des stations déterminé à partir de la connaissance d'orbites. Cette localisation faite dans un référentiel lié au centre de masse de la Terre atteint une précision de l'ordre du centimètre. L'application principale en est l'étude de la tectonique globale (dérive des continents, rebond postglaciaire) à la précision de quelques millimètres par an, et la sismogénèse.
- **L'orbitographie de haute précision** pour la mesure de l'orbite et la calibration des altimètres radar des satellites océanographiques Ers-1, Ers-2 et Topex-Poséidon. Ces programmes, qui ont débuté il y a quelques années seulement, ont pris un essor très important, en raison de l'intérêt porté aux résultats de la recherche océanographique (courants océaniques, climats, niveaux des océans et des calottes polaires, cartographie des fonds marins, etc.) voir en dernière page l'annexe sur la surface moyenne en Méditerranée.
- **L'étude des forces** qui perturbent les trajectoires des satellites (**satellites géodésiques** tels que Starlette, Stella, Gfz1, ...) permet, par exemple, de mesurer le **champ de gravité terrestre** et son évolution, d'affiner le **géoïde** ou encore de modéliser les **marées**.



*Le satellite géodésique Français Stella tiré en 1975 par le CNES
Diamètre 20 cm, poids 48 kg, orbite circulaire à 800 km de la terre, inclinaison: 98 degrés.
Application: champ de gravité.*

2. Les performances et le réseau de stations aujourd'hui

Le nombre de satellites munis de réflecteurs laser observés régulièrement aujourd'hui est supérieur à 10 à des distances s'échelonnant de 20 000 km (GPS pour aider à leur restitution d'orbite et donc améliorer la performance du réseau GPS) jusqu'à 350 km pour le plus proche (GFZ1 pour contribuer à l'établissement de modèles de champ de gravité), et à des inclinaisons très diverses liées à la mission.

De nouveaux satellites munis de rétro réflecteurs sont mis en place régulièrement et les mesures sont effectuées en permanence lorsque le ciel est dégagé, de jour comme de nuit afin d'avoir la meilleure couverture possible des orbites.

La fréquence de tir du laser vers les satellites est aujourd'hui de 10 impulsions par seconde dès l'apparition sur l'horizon jusqu'au coucher (de cinq minutes à quelques heures), la mesure de distance est alors effectuée avec une précision centimétrique pour chaque retour (exactitude de quelques dizaines de picosecondes sur le temps aller-retour et 100 nanosecondes sur l'heure de tir).

Le nombre de données obtenues au cours d'un passage étant considérable, il est donc calculé à partir de ces échantillons des moyennes permettant de condenser l'information pour des périodes de 15 secondes à quelques minutes avec **une précision de quelques millimètres**.

Toutes les données des stations, après avoir été filtrées du bruit puis mises au format international sont envoyées quotidiennement via Internet dans les bases de données (European Data Center à Munich pour les stations européennes et une à Washington pour la NASA). C'est à partir de ces bases que tous les groupes scientifiques impliqués dans les projets peuvent élaborer et ajuster des nouveaux modèles dans de nombreux domaines allant de la géophysique à l'océanographie sans oublier bien sûr le champ de gravité terrestre, les forces non gravitationnelles appliquées sur les véhicules spatiaux, etc ...

Il existe actuellement un quarantaine de stations de télémétrie laser sur satellites réparties de façon plus ou moins uniforme à la surface de la planète. La plupart d'entre elles sont fixes et implantées en général dans des observatoires astronomiques, géophysiques ou dans des sites spatiaux (NASA près de Washington), le poids et l'encombrement sont du même ordre que pour un télescope de 1m à 60 cm avec beaucoup d'appareillages annexes tels que le laser qui, à lui seul, pèse souvent quelques centaines de kilogrammes.

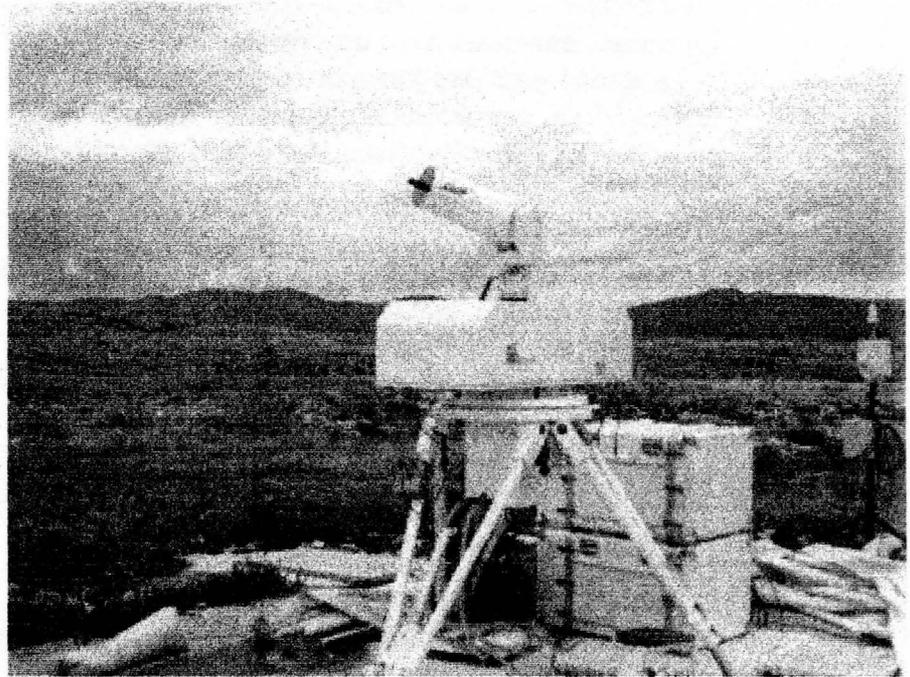
3. Le projet « Station Ultra-Mobile »

L'un des points faibles de ce réseau vient de la mauvaise répartition des stations à la surface du globe engendrant une réelle difficulté à reconstituer les orbites des satellites dans les zones non couvertes par de tels dispositifs.

Devant cette carence, quelques stations transportables ou mobiles ont été développées au cours des années 80 par les Etats-Unis au sein de la NASA ainsi que par deux organismes européens dans le cadre du programme Wegener d'étude des déplacements tectoniques sur le pourtour méditerranéen.

Ces stations restaient toutefois très coûteuses et extrêmement lourdes à déplacer (implantées dans un petit camion) et au début des années 1990, l'idée de développer une station réellement Ultra-Mobile Française prit naissance au sein du Groupe de Recherche en Géodésie Spatiale.

Ce projet était à l'époque, et reste toujours, un réel défi technologique par rapport à tout ce qui existe aujourd'hui en raison du niveau de miniaturisation recherché et des moyens relativement modestes engagés comparativement aux stations mobiles précédemment développées à l'étranger.



La station de télémétrie laser Ultra Mobile

3.1 Financement et équipe projet

Divers organismes étaient intéressés par ce projet :

- **Le Centre National d'Etudes Spatiales à Toulouse était engagé en 1990 avec la NASA dans le programme de satellite océanographique Topex/Poséidon.** Le but de cette mission spatiale est la mesure par écho radar de la distance océan-satellite sur des traces répétitives de façon à cartographier de façon systématique la surface des mers. Afin d'en tirer des mesures exploitables, il est nécessaire d'avoir accès à des mesures absolues (depuis le sol et dans un référentiel fiable) de l'orbite de ce satellite ; ces mesures peuvent être faites par laser et en particulier, il est tout à fait fondamental de pouvoir placer à certains endroits très précis une station laser pour calibrer l'altimètre radar du satellite.
- **L'Institut Géographique National au titre** de l'établissement et du maintien d'un réseau géodésique de référence, de la surveillance de points fondamentaux est bien sûr intéressé par une telle opération de recherche technologique liée à la métrologie de très haute précision.
- **L'Observatoire de la Côte d'Azur** au sein duquel se trouvent depuis de longues années aussi bien des équipes d'ingénieurs engagées dans des opérations laser de longue durée (station fixe de télémétrie laser sur satellite, station de télémétrie laser sur la lune) que des équipes de recherche en dynamique spatiale, océanographie spatiale, ...

Au niveau budgétaire, un plan de cofinancement CNES/IGN/INSU fut négocié, l'OCA prenant à sa charge une très grosse partie d'ingénierie en mettant à la disposition du projet des ingénieurs pour une grande part de leur temps et fournissant ultérieurement une partie de l'assistance pour les opérations.

La maîtrise d'oeuvre ainsi que de nombreux modules furent réalisés à l'Observatoire de la Côte d'Azur :

- Ecriture de tous les logiciels de contrôle temps réel, interfaces utilisateurs, calcul d'orbites pour assurer la poursuite, acquisition et prétraitement des données.
- Réalisation de cartes électroniques spécifiques VME, celles-ci étant introuvables sur le marché.
- Intégration générale, essais, mise au point, ...

Un ingénieur du CNES assura la réalisation très délicate et minutieuse de l'optique associée au télescope. Le développement et les financements se sont répartis sur plusieurs années et malgré quelques difficultés avec le sous-traitant chargé de la motorisation et du guidage du télescope, les premières mesures sur satellite furent obtenues en 1994.

3.2 Caractéristiques et performances:

La performance en précision est celle d'une station standard du réseau, **soit meilleure que le centimètre pour les points normaux avec une capacité d'observation typique de plus de 1000 passages de satellites par an.**

La station peut être transportée dans huit containers, pour un poids total de 300 kg environ, le plus lourd faisant 55 kg, permettant d'une part un transport aisé et bon marché en avion ou en voiture et d'autre part la mise en station rapide et l'utilisation par deux personnes.

L'optique

L'émission et la réception du laser infrarouge sont faites à partir d'un télescope afocal du type Cassegrain de 13 cm de diamètre, allégé grâce à sa structure en fibre de carbone (2 kg). Il comporte un hublot de fermeture. La détection de l'écho de retour est basée sur l'utilisation d'une photodiode à avalanche au silicium fonctionnant en mode Geiger et refroidie par effet Pelletier pour diminuer le bruit interne. Cette photodiode offre les avantages d'une extrême compacité, d'un très bon rendement quantique et d'une sensibilité au simple photo-électron. L'équipage mobile est en outre doté d'une caméra CCD qui permet entre autres une visée sur les étoiles afin d'obtenir un calage absolu du télescope à quelques secondes d'arc près.

Le laser Nd-YAG

Réalisé en partie par la société Quantel et adapté par l'équipe projet, il se compose de trois modules : le banc laser, l'alimentation électronique et le refroidisseur. Il délivre des impulsions de 100 picosecondes de durée (3 cm) à 10 Hertz avec une énergie de 100 millijoules par impulsions en infrarouge (1064 nm). Son comportement vis-à-vis des vibrations et des chocs est tout à fait satisfaisant, grâce en partie au banc en fibre de carbone nid d'abeille. On peut voir sur l'illustration ce banc situé sur le trépied et servant de support à la monture du télescope.

Le temps-fréquence

Un oscillateur haute stabilité Rubidium synchronisé par le réseau de satellites GPS permet d'avoir en permanence l'heure TU à mieux que 100 nanosecondes et fournit une base de temps très précise pour piloter la chaîne de chronométrie.

L'informatique, l'électronique

Les logiciels de contrôle et de pilotage ont entièrement été réalisés à l'Observatoire par le groupe projet laser mobile avec le concours temporaire d'un ingénieur d'une société de service informatique.

L'architecture générale du système de contrôle se compose :

- ⇒ d'une part d'un ordinateur « temps réel » intégré dans un des deux containers électroniques pour la supervision des différents modules (chronométrie et détection, laser, contrôle du télescope, régulation de température des containers électroniques, station météo..)
- ⇒ d'autre part d'un PC standard situé à proximité et relié par une ligne série en charge de réaliser l'interface utilisateur, les calculs d'orbite, les filtrages de données et gérer la communication avec le monde extérieur par modem. Toutes les fonctionnalités de la station peuvent être utilisées par l'intermédiaire de ce PC qui est en fait un interface de pilotage à distance de la station.

3.3 L'opération de calibration à Ajaccio

Après avoir mis au point l'ensemble de l'appareillage et « validé » la production des mesures en qualité et quantité sur le site de l'observatoire de Calern il restait à effectuer une première mission exploratoire dans un nouveau site avec toutes les difficultés qui peuvent se présenter lors d'une telle opération.

Le groupe de géodynamique spatiale de Grasse est impliqué depuis plusieurs années déjà dans des recherches conduisant à déterminer le niveau moyen de la Méditerranée et son évolution à partir de données altimétriques (Topex-Poséidon) et de données laser pour la reconstitution d'orbite.

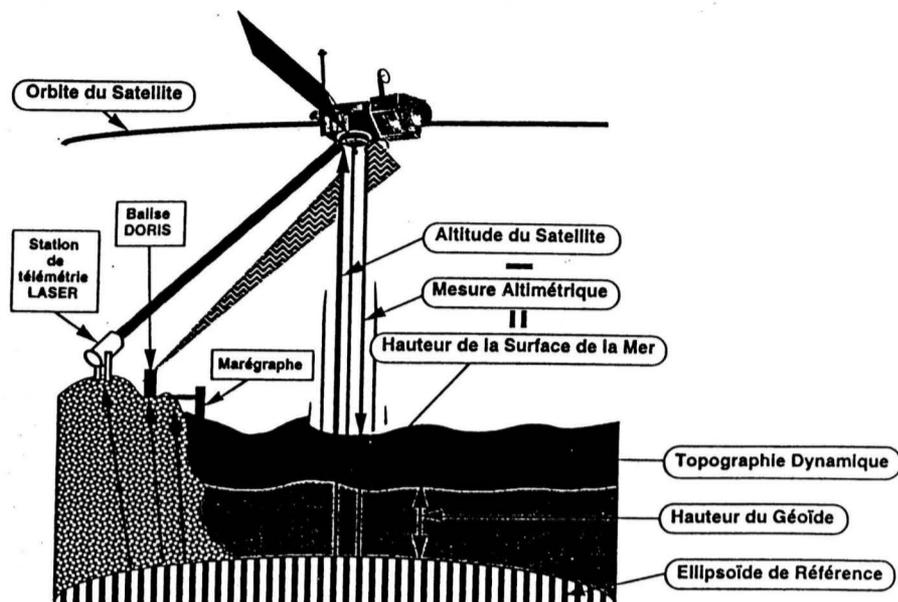
Lors de ces études, les performances atteintes se situent au niveau du centimètre et il est bien clair qu'un étalonnage très précis de l'altimètre du satellite doit être effectué et, afin de pouvoir séparer le signal de variation de niveau des mers d'une éventuelle dérive de l'appareillage de bord du satellite, cette opération de calibration doit être renouvelée périodiquement avec la meilleure résolution possible.

Principe d'une calibration de satellite altimétrique par laser

Le principe de cette calibration est la comparaison de deux mesures quasi-simultanées et indépendantes de la distance mer-satellite en un lieu

- l'une effectuée à partir du satellite avec l'altimètre radar sur l'eau
- l'autre reconstituée à partir de la combinaison des mesures par laser sur le satellite et du niveau de la mer par rapport à la station laser.

Cette calibration devant avoir lieu en un point précis de la surface de la mer, à 10 km ou plus de la côte afin d'éviter toute perturbation de l'altimètre radar par le relief côtier, la station laser devra être installée à proximité du point de calibration afin d'avoir la meilleure précision géométrique possible (en général distance inférieure à 50 km) .



Afin de pouvoir connaître le niveau de la mer à un endroit et à un instant donné il est donc nécessaire de fixer des marégraphes de fond de mer (à quelques mètres de profondeur sur des rochers affleurant) sous la trace du satellite ou le plus proche possible de cette trace ; dans ce cas, il faudra extrapoler pour connaître la hauteur vraie de la mer au point exact de calibration. Il faudra de plus effectuer un rattachement local (détermination des coordonnées différentielles) entre ce marégraphe immergé et la station laser.

Le bilan d'erreur obtenu dans une telle opération se situe au niveau de quelques centimètres en incluant les difficultés inhérentes aux rattachements locaux (en général effectué par GPS) , au bruit de mesure et à l'étalonnage des marégraphes.

Application au Site d'Ajaccio, campagne de mesure

Le site d'Ajaccio, situé sur la côte ouest de la Corse était particulièrement favorable à une telle opération. Il fut donc décidé d'y effectuer une campagne probatoire de la Station Laser Ultra Mobile à partir du 1er Octobre 1996 et pour une durée d'environ 3 mois avec bien évidemment l'idée d'utiliser simultanément les données laser de la station fixe de Grasse située seulement à 200 km au Nord, position privilégiée pour la restitution d'orbite par méthode géométrique d'arcs courts.

Deux marégraphes de fond de mer furent installés, l'un dans la baie d'Ajaccio, l'autre près d'un cap situé à une trentaine de kilomètres au Nord et plus proche de la trace de Topex, un troisième étant déjà implanté près de la petite île de Capraïa au Nord-est du Cap Corse.

Les observations sont assurées en permanence par deux membres de l'équipe déjà en charge de la station fixe de Grasse, et en dépit du supplément de travail très important l'opération se déroule dans des conditions aussi bonnes que possible.

Après deux mois de mesures dans des conditions climatiques pas toujours idéales, plusieurs milliers de points normaux sur plus de 200 passages ont été acquis et avec une maintenance suivie surtout sur le laser, l'ensemble de l'appareillage semble supporter ces conditions nominales d'utilisation.

Conclusion

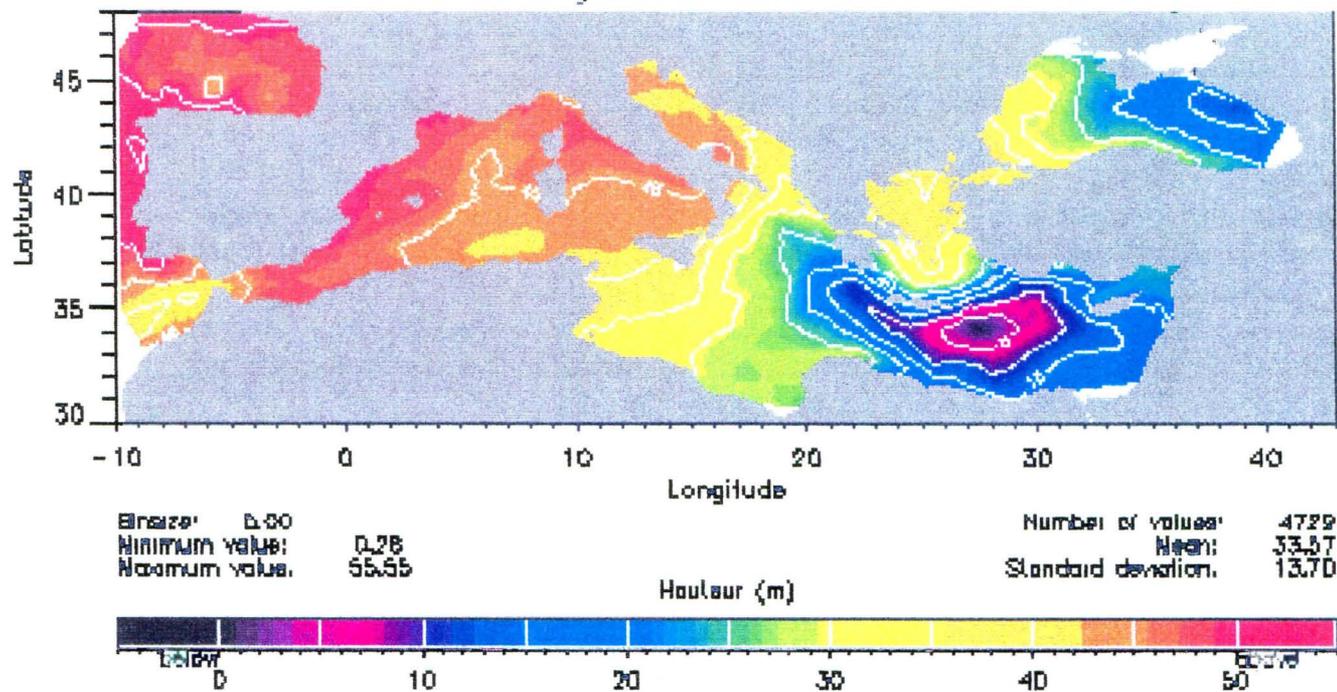
Après cette première mission qui sera dans tous les cas riche en enseignement, la station sera rapatriée à l'Observatoire début 1997 pour des aménagements techniques préparatoires à une mission de transfert de temps à très haute résolution ou d'autres support de programmes scientifiques tels que l'étalonnage d'autres stations laser étrangères ou l'amélioration ponctuelle de la couverture n'importe où sur la planète....

La station Ultramobile de télémétrie Laser sur Satellite



La station Ultra-mobile lors de la mission Corse à Ajaccio en Octobre 1996

Surface Moyenne de la Méditerranée



LES ASTÉROÏDES DONT LES ORBITES CROISENT CELLE DE LA TERRE

Une population intrigante

par

Christiane FROESCHLÉ & Patrick MICHEL

Département Cassini de l'OCA

La collision spectaculaire entre Jupiter et la comète P/Shoemaker-Lévy a redonné une nouvelle impulsion à l'intérêt pour les objets célestes dont les orbites croisent celle de la Terre et qui peuvent éventuellement entrer en collision avec notre planète. En effet, un certain nombre d'astéroïdes et de comètes ont des orbites proches ou croisant l'orbite de la Terre. Ces objets, appelés selon la dénomination anglaise NEOs ou NEAs (near-Earth Objects ou near-Earth Asteroids), ont des orbites dont la distance périhélique (distance minimale par rapport au Soleil $q = a(1 - e)$) est inférieure à 1.3 UA (a est la distance moyenne du corps par rapport au Soleil ou encore le demi-grand axe de l'orbite, e est l'excentricité de l'orbite, UA est l'abréviation d' Unité Astronomique: 1 UA est la distance moyenne de la Terre au Soleil). Ces NEOs évoluent donc sur des orbites proches de celle de la Terre qui peuvent, à la suite de perturbations gravitationnelles avec celle-ci ou tout autre planète, entrer en collision avec elle. Ce phénomène, bien que peu fréquent s'agissant des objets de gros diamètre (Fig.1), est possible. C'est en effet l'impact d'un corps céleste de 10 km qui a détruit il y a 65 millions d'années 60% des espèces animales. Heureusement, la plupart de ces corps célestes sont fragmentés ou pulvérisés lors de leur traversée dans l'atmosphère terrestre et arrivent à la surface de la Terre sous forme de cailloux plus ou moins gros appelés METEORITES. Le nombre de corps constituant la population des NEOs est mal connu (le nombre total de NEOs de diamètre $D > 1$ km est estimé à 2000, mais seules 200 orbites sont bien déterminées). En raison de la grande similitude de composition chimique entre météorites et astéroïdes, il a été établi que la plupart des NEOs sont des fragments d'astéroïdes de la Ceinture Principale (CP), région située entre les orbites de Mars et Jupiter, les comètes ne représentant que 10% de cette population.

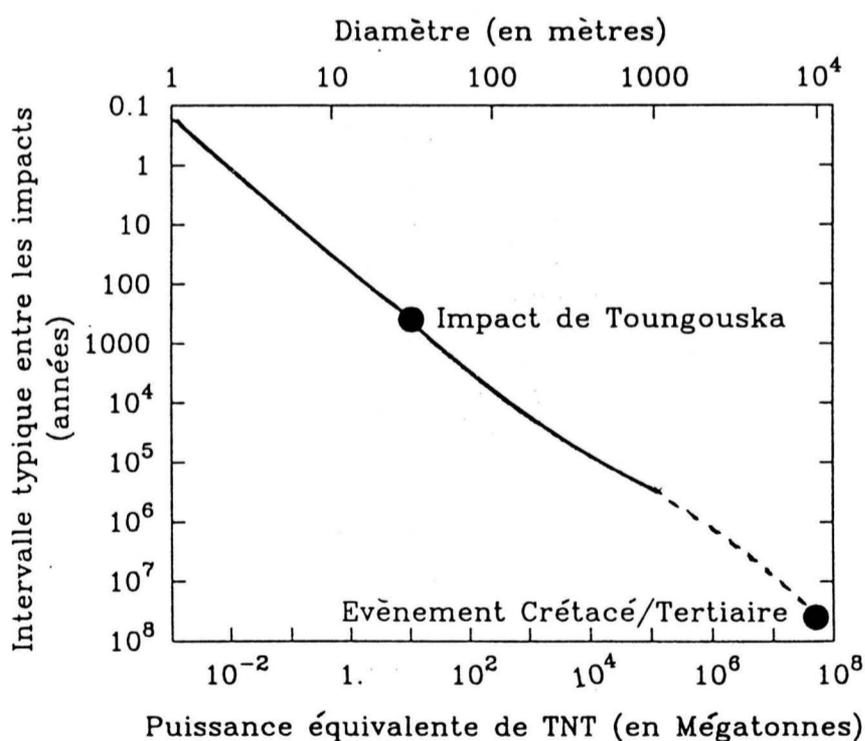


Figure 1. Fréquence des impacts entre la Terre et les corps célestes errants en fonction des dimensions de ces corps et donc de la puissance explosive libérée par l'impact.

Mais quels sont les mécanismes physiques qui permettent de transporter les NEOs vers la Terre? Plus précisément, quels sont les mécanismes qui, pour un demi-grand axe a donné (distance moyenne du Soleil d'où est originaire le petit corps), sont capables d'augmenter l'excentricité de telle sorte que la distance périhélique $q = a(1 - e)$ devienne inférieure à 1.3 UA? Ce sont des mécanismes dynamiques appelés RESONANCES. Trois types de résonances sont efficaces pour transporter des corps célestes sur des orbites voisines de la Terre: les résonances séculaires, la résonances de Kozai et les résonances de moyen mouvement.

La Section 1 présente les différents types de résonances ainsi que leurs effets sur l'évolution orbitale des petits corps. Les programmes spatiaux d'observations de NEOs ainsi que les risques d'impacts de cette population avec la Terre sont exposés dans la Section 2.

1. DES MECANISMES DE TRANSPORT: LES RESONANCES.

1.1 Les résonances séculaires.

Les orbites planétaires, sous les effets de perturbations gravitationnelles mutuelles, sont animées de 2 mouvements très lents (i. e. séculaires). La vitesse de précession g_p du périhélie caractérise le lent mouvement de rotation de l'orbite dans le plan tandis que la vitesse de précession du noeud s_p caractérise la rotation de l'orbite dans l'espace. Tout petit corps en orbite autour du Soleil subit des perturbations séculaires dues aux planètes qui induisent deux mouvements de précession de l'orbite du petit corps dans le plan et dans l'espace, de vitesse g et s , respectivement. Si l'une des vitesses de précession g ou s est égale à une vitesse planétaire g_p ou s_p , l'orbite du petit corps est en résonance séculaire avec celle de la planète p . Les perturbations séculaires sont particulièrement importantes et peuvent provoquer des changements drastiques de l'excentricité ou de l'inclinaison de l'orbite du petit corps. Dans la CP, la résonance g_6 ou ν_6 (6 correspond à Saturne, sixième planète du Système Solaire en partant du Soleil), caractérisée par la relation $g = g_6$ est la plus efficace en tant que mécanisme de transport, puisqu'elle permet d'accroître de manière régulière l'excentricité d'orbites résonnantes de 0 jusqu'à des valeurs telles que l'objet croise l'orbite de la Terre (fig. 2) ou même jusqu'à des valeurs voisines de l'unité, sur des échelles de temps de l'ordre du million d'années. Ainsi des expériences numériques ont montré très récemment que des NEAs dont les orbites sont en résonance séculaire avec Saturne peuvent entrer en collision avec le Soleil: leurs excentricités atteignant presque l'unité, leurs distances périhéliques q deviennent alors inférieures au rayon solaire.

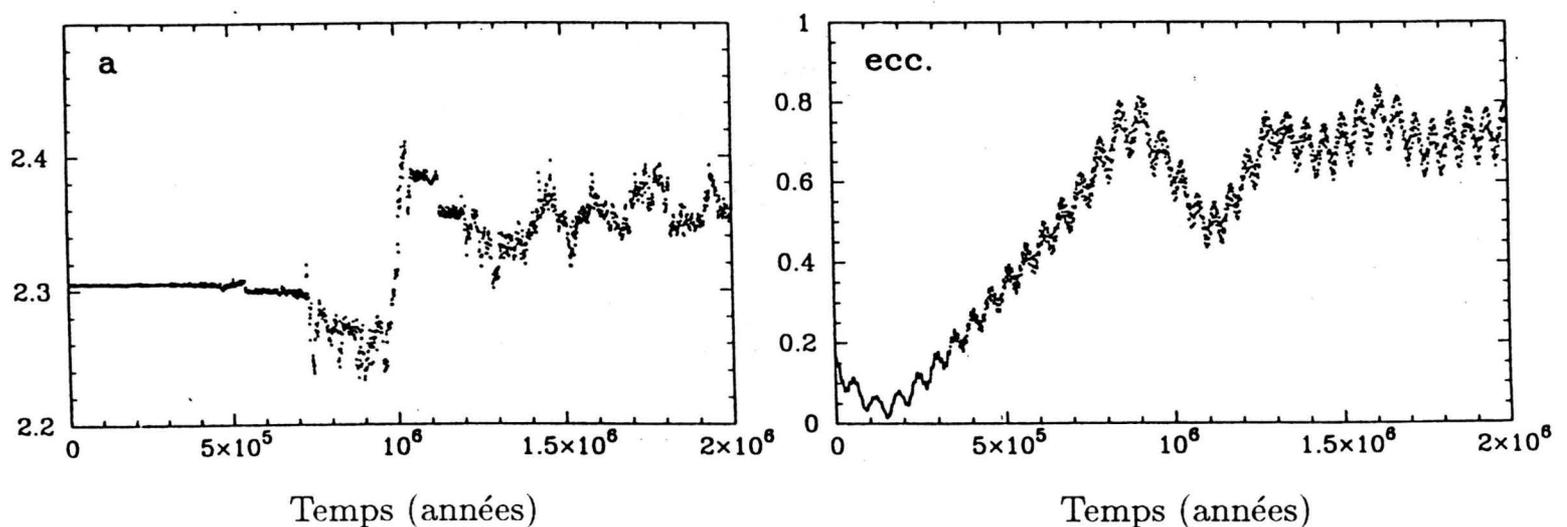


Figure 2. Evolution du demi-grand axe et de l'excentricité d'un fragment possible d'astéroïde dont l'orbite est dans la résonance séculaire ν_6 .

1.2 La résonance de Kozai

Cette résonance porte le nom de l'astronome japonais qui l'a mise en évidence pour la première fois en 1962. C'est une résonance séculaire particulière: elle ne fait pas intervenir les vitesses de précession planétaires. C'est uniquement une résonance entre les 2 vitesses de précession du petit corps: elle a lieu quand $g = s$. Cette résonance a peu d'importance dans la CP où elle apparaît pour des inclinaisons supérieures aux inclinaisons typiques de la population des astéroïdes. En revanche elle joue un rôle très important dans l'évolution des orbites cométaires dont certaines ont des inclinaisons $I > 60^\circ$. De telles orbites en résonance de Kozai peuvent en effet subir des accroissements de leur excentricité tels que certaines comètes frôlent le Soleil ou éventuellement entrent en collision avec celui-ci.

1.3 Les résonances de moyen mouvement.

On sait que pour tout objet en orbite autour du Soleil, la période orbitale T et le demi-grand axe a de l'orbite sont liés par la 3^{ième} loi de Képler: $T^2 a^3 = Constante$; c'est-à-dire que la période de révolution d'un corps autour du Soleil dépend uniquement du demi-grand axe a de son orbite. Un objet est en résonance de moyen mouvement avec une planète si sa période orbitale T est commensurable avec celle d'une planète. Dans le cas de la CP, seules les résonances de moyen mouvement avec Jupiter sont effectives. Prenons, par exemple, la résonance 3/1 avec Jupiter. Cela signifie que le petit corps fait 3 tours autour du Soleil quand Jupiter en fait un. Par conséquent, au bout de l'intervalle de temps correspondant, la position respective de l'objet et de Jupiter se retrouve presque telle qu'elle était à la coïncidence précédente. Donc pour ces orbites résonnantes où les configurations sont répétées presque identiquement, les perturbations gravitationnelles dues à Jupiter s'accumulent et leurs effets peuvent modifier l'orbite initiale du petit corps. Quand les modèles n'incluent que les perturbations dues à Jupiter, les orbites en résonance de moyen mouvement subissent des accroissements de l'excentricité telles qu'elles ne croisent que l'orbite de Mars. En revanche quand les perturbations dues à toutes les planètes sont considérées et que l'on étudie à l'aide d'ordinateurs rapides l'évolution d'orbites d'objets en résonance sur plusieurs millions d'années, le comportement des orbites est alors très chaotique et les valeurs maximales des excentricités deviennent très élevées, pouvant atteindre pratiquement l'unité. Ce comportement chaotique s'explique par la présence de résonances séculaires à l'intérieur des résonances de moyen mouvement. De plus, ces résonances séculaires se recouvrent produisant l'existence de régions fortement chaotiques. La Figure 3 représente une évolution possible du NEA (5731) 1988 VP4 obtenue par intégration numérique de son orbite. Cet objet pourrait être dans la résonance 3/1 dans 450 000 ans jusqu'à la fin de sa vie où il entrerait en collision avec le Soleil, dans 1,47 millions d'années. Le comportement chaotique de ce NEA est dû au recouvrement de résonances. En effet, durant une très grande partie de son évolution, cet objet est dans ou très près de la résonance ν_6 (caractérisée par l'oscillation de l'argument $\varpi - \varpi_s$, où ϖ , longitude du périhélie, définit l'orientation de l'orbite dans l'espace) et traverse la résonance de Kozai (argument du périhélie ω), d'où le fait que l'excentricité de ce NEA varie de manière chaotique et atteint une valeur voisine de 1. La distance périhélique devenant inférieure au rayon solaire, il rentre en collision avec le Soleil.

2. PROJETS SPATIAUX ET RISQUES D'IMPACTS.

Une motivation supplémentaire d'étudier l'évolution dynamique des NEAs est apparue récemment. Deux programmes spatiaux sont en effet consacrés à la visite de deux NEAs et devraient obtenir des données sur une période de temps étendue. La mission *NEAR*, premier satellite d'un nouveau programme scientifique, lancé par la NASA en Février 1996, a pour but un rendez-vous d'un an en 1999 avec (433) Eros, le deuxième plus gros NEA (après (1036) Ganymède), dont le diamètre moyen est de 23 km, pour effectuer des mesures et déterminer ainsi sa composition de

surface, ses propriétés physiques, sa géologie et sa structure interne. Une mission similaire, qui de plus comporte une récolte d'échantillons, est programmée par le Japon pour visiter en 2003 l'astéroïde (4660) Nereus, l'un des NEAs qui subit les rencontres proches avec la Terre les plus fréquentes.

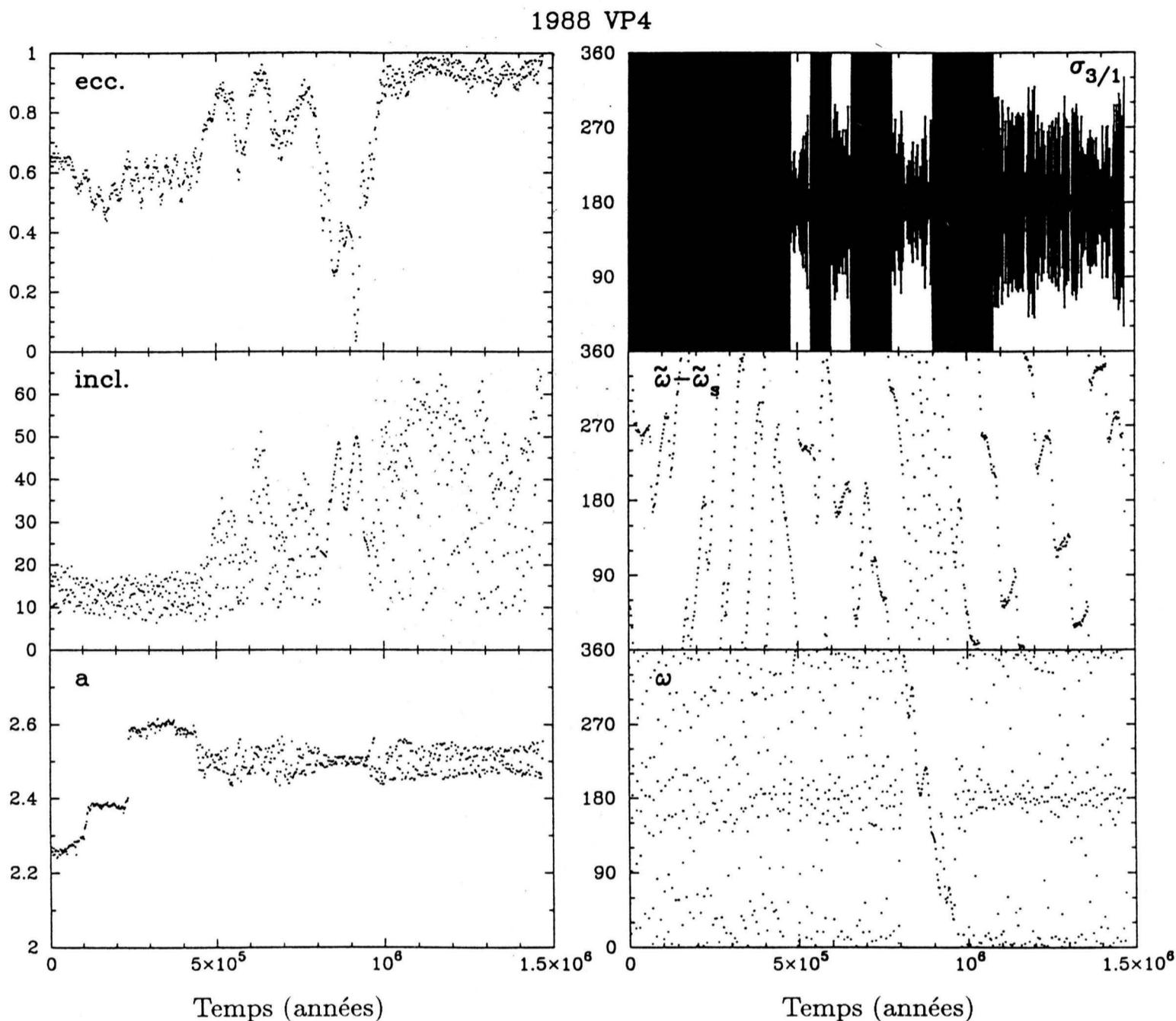


Figure 3. Evolution des éléments de l'orbite du NEA 1988 VP4 à partir de $t = 0$ (valeurs actuelles des éléments) jusqu'à sa chute sur le Soleil à $t + 1,47$ millions d'années. a est le demi-grand axe (UA), i l'inclinaison (degrés) et e l'excentricité. Les arguments caractérisant les résonances de moyen mouvement 3/1, séculaire ν_6 et de Kozai sont également représentés.

La découverte de (433) Eros date de 1898 par G. Witt. C'était le premier astéroïde connu croisant une planète (Mars). Il appartient au groupe Amor, i.e. son demi-grand axe orbital actuel est supérieur à 1 UA et sa distance périhélique est $1.017 < q < 1.3$ UA. Par conséquent, il ne croise pas actuellement la Terre mais peut s'en rapprocher. Des simulations numériques récentes effectuées par une équipe de l'Observatoire de la Côte d'Azur ont montré que l'évolution d'Eros pourrait se terminer par une collision avec la Terre, mais la probabilité que cela se produise avant

quelques centaines de millions d'années reste heureusement très faible. Un tel événement aurait en effet des conséquences désastreuses. Eros est deux fois plus gros que le projectile qui aurait formé le cratère du Chicxulub, il y a 65 millions d'années, et causé l'extinction catastrophique d'espèces vivantes. Par conséquent, étudier l'évolution future de son orbite et estimer la probabilité qu'il croise notre planète et entre en collision avec elle permet d'apporter des informations et des contraintes concernant la production et la fréquence des impacts catastrophiques globaux dans l'histoire de la Terre. Les simulations effectuées ont ainsi montré que des impacts d'astéroïdes pouvant provoquer de telles catastrophes ont pu se produire au cours de l'histoire de notre planète mais que la probabilité d'un tel événement est très faible durant les prochaines centaines de milliers d'années. Notons cependant que l'intervalle de temps séparant deux impacts d'astéroïdes de 1.5 km de diamètre est estimé de l'ordre de 500 000 ans. Ce diamètre correspond au seuil de catastrophe globale, i.e. pouvant provoquer la disparition de 25% de la population de la planète. Le risque annuel par individu a alors été évalué à $1/(1.3 \times 10^6)$ et celui d'exposition à un tel bombardement cosmique sur 65 ans à 1/20000. Cependant, aucun cas de mort suite à un impact n'a été recensé dans les temps modernes et les chances sont très faibles que quelqu'un soit tué par un impact au cours du prochain siècle. Ainsi, notre probabilité personnelle de mourir d'un impact est extrêmement faible, en dépit d'un niveau de risque statistiquement élevé.

Les observations radar effectuées en 1975 lors de la rencontre d'Eros à 0.15 UA de la Terre ont permis une première estimation de ses propriétés physiques: Eros est un astéroïde de type spectral S (pour "Stony", constitué d'olivine et de pyroxène). Sa surface est probablement couverte de régolithe (couche de débris rocheux produite par les impacts) et sa forme globale est fortement non sphérique. Ses propriétés sont similaires à celles de la plupart des astéroïdes de même taille en orbite dans la partie intérieure de la Ceinture Principale. Si Eros est un fragment originaire d'une collision catastrophique, celle-ci devait être très énergétique et a dû se produire à proximité d'une résonance dans l'espace des éléments orbitaux, de telle sorte qu'il a pu directement être éjecté de sa région d'origine. Cependant, des simulations numériques d'évolutions collisionnelles d'astéroïdes montrent que l'envoi de fragments aussi gros depuis la Ceinture Principale doit être rare, et qu'il est peu probable qu'il ait eu lieu il y a moins de 100 millions d'années. Ainsi, la région d'origine des astéroïdes de gros diamètres s'approchant de la Terre ainsi que les mécanismes qui ont permis de les transporter dans notre région restent un sujet d'étude d'actualité, faisant partie des mystères que la Science n'a pas encore élucidés.

Quant à (4660) Nereus, il a été découvert par E. Helin en 1982. Il appartient au groupe Apollo, i.e. son demi-grand axe actuel est supérieur à 1 UA mais sa distance périhélique est inférieure à 1.017 UA. Il est l'un des rares NEAs connus de type C (composé de carbone), son diamètre est de 1 km et ses propriétés physiques sont mal connues. Sa surface sombre et probablement riche en carbone serait en accord avec l'hypothèse qu'il proviendrait d'un fragment d'astéroïde parent de la Ceinture Principale ou d'un noyau cométaire éteint. Son inclinaison orbitale faible lui permet de se rapprocher fréquemment de la Terre et d'être comparativement accessible depuis notre planète. Cependant, son évolution à long-terme reste fortement imprévisible. En effet, des intégrations numériques de son orbite ainsi que d'orbites voisines ont montré que son évolution est fortement chaotique, du fait des passages proches et fréquents avec notre planète, rendant ainsi toute prédiction impossible sur un temps plus long que 50 ans. La mission japonaise, si elle réussit, permettra de récupérer pour la première fois un échantillon de NEA "intact", i.e. dont la composition n'aura pas été altérée par le passage à travers l'atmosphère terrestre, comme cela se produit pour les météorites.

Les Chercheurs Etrangers à l'OCA en 1996

L'OCA est largement ouvert aux chercheurs étrangers. L'ADION essaie de favoriser au maximum l'accueil de ces visiteurs en leur procurant des avances sur salaire lors de leur arrivée à Nice.

L'accueil de nombreux visiteurs étrangers à l'Observatoire de la Côte d'Azur est favorisé par:

- la possibilité de recruter pour un ou plusieurs mois un chercheur étranger sur des postes vacants d'astronome de l'OCA (détachement, retraite, ...).
- l'obtention de postes temporaires au CNRS ou au Ministère de l'Education Nationale.
- le programme Henri Poincaré par lequel deux bourses post-doctorales, cofinancées par le CNRS et le Conseil Général des Alpes Maritimes, sont accordées chaque année à de jeunes chercheurs étrangers.
- de nombreux contrats européens, accords bilatéraux,

Nous publions ci-dessous les chercheurs étrangers accueillis à l'OCA pour un séjour au moins supérieur à un mois, au cours de l'année 1996. Pour chacun des trois départements qui constituent l'OCA, la liste donne à la fois la durée de leur séjour et la recherche qu'ils ont développée.

NOM prénom	Durée du séjour et poste obtenu
Pays	Thème de recherche

Au département CERGA :

ANDREI Alexandre	1 mois - Convention d'échange CNRS - CNPq (Brésil)
Brésil	Automatisation des astrolabes solaires.
BAYUK Dimitri	5 mois (95-96)- Bourse Diderot du gouvernement français
Russie	Histoire des Sciences : Galilée.
BREITER Slawomir	1 mois - Convention avec le gouvernement polonais
Pologne	Intégrateurs symplectiques appliqués aux objets en orbite terrestre.
BRUISMA Sean	3 ans (94-97) - Etudiant en thèse - Bourse OTAN
Pays-Bas	Géodésie spatiale (Projet TOPEX-Poséidon).
DA ROCHA POPE Paulo C.	2 ans (95-97)- Etudiant en thèse - Bourse du gouvernement brésilien
Brésil	Astrométrie solaire.
HELBING Otto	1 mois - Détachement poste d'astronome
Suisse	Histoire des Sciences:les Aristotéliens padouans de la Renaissance.
FADDA Dario	2 mois - Missions de l'Université de Trieste
Italie	Estimations non paramétriques de densités de galaxies.
GUZZO Massimiliano	3 mois (étudiant)
Italie	Mécanique céleste.
INFANTE Leopold	1 mois - Détachement sur poste d'astronome
Chili	Comptage de galaxies dans le super amas de Shapley.
LEISTER Nelson	2 mois - Convention d'échange CNRS - CNPq (Brésil)
Brésil	Automatisation des astrolabes solaires.
MARTIN Vera A.	2 ans (95-97)- Etudiante en thèse
Brésil	Astrométrie stellaire.
SINCEAC Victor	2 mois - Etudiant en thèse - Bourse du gouvernement français
Roumanie	Logiciels pour l'acquisition numérique (CCD) des astrolabes solaires.

VOKROUHLICKY David 2 mois - Détachement poste d'astronome
République Tchèque Mécanique céleste relativiste.
WYTRZYSZCAK Iwona 1 mois - Bourse du gouvernement polonais
Pologne Algorithmes de calcul des fonctions de Hansen pour les fortes excentricités.
XU Jin 1 an (95-96) - Bourse du gouvernement chinois
Chine Etude du potentiel terrestre à partir des satellites géostationnaires.

Au département Cassini.

BALSARA Dinshaw 1 mois - Détachement poste d'astronome
Inde Physique du milieu interstellaire.
BIFERALE Luca 4 mois - Poste Enseignement Supérieur (Professeur associé)
Italie Turbulence développée, intermittence, modèles solubles exactement.
BOON Jean-Pierre 1 Mois - Mission Université de Bruxelles
Belgique Co-rédaction d'une monographie: "Lattice gas hydrodynamics".
BOWMAN Christopher 1 mois - Mission de l'Université de l'Arizona (USA)
Canada Algorithme à base d'ondelettes pour l'analyse de patterns.
CELETTI Alessandra 1 mois - Mission d'université
Italie Détermination analytique des seuils de rupture des tores invariants.
CHIDICHIMO Marita 3 mois - Credits de l'Université de Waterloo (Canada)
Canada Physique atomique des collisions.
GABRIEL Maurice 1 mois - Détachement sur un poste d'astronome
Belgique Etude des oscillations solaires et code d'évolution stellaire.
GIORGILLI Antonio 1 mois - Détachement poste d'astronome
Italie Algorithmes pour la recherche de tores invariants (mécanique céleste).
GLADMAN Brett 1 an (96-97) - Poste Henri Poincaré
Canada Dynamique des petits corps du système solaire.
GOLDHIRSCH Alexandre 1 mois - Poste Enseignement Supérieur (Professeur associé)
Israël Effets d'écrantages pour écoulements multiphasiques.
GONZALO Tancredi 1 mois - Détachement sur poste d'astronome
Uruguay Dynamique cométaire.
GURBATOV Sergei 3 mois - Poste Enseignement Supérieur (Professeur associé)
Russie Equation de Burgers et applications en cosmologie.
IDIART Thaís 1 an (96-97) - Bourse du gouvernement brésilien
Brésil Population stellaire extragalactique.
JOPEK Tadeusz 1 mois - Poste Enseignement Supérieur (Professeur associé)
Pologne Détermination et évolution dynamique des courants de météores.
KAASALAINEN Mikko 1 an (96-97) - Poste Henri Poincaré
Finlande Chaos stable en mécanique céleste.
KOMOROVA Natasha 1 mois - Mission de l'Université d'Arizona (USA)
USA Dynamique des bancs de sable.
LANOTTE Alessandra 3 ans (96-99) - Etudiante en thèse - Bourse CEE
Italie Transport turbulent et magnéto-hydro-dynamique.
LOCATELLI Ugo 2 ans (1995-1997) - Etudiant en thèse - Bourse CEE
Italie Théorie KAM des systèmes dynamiques appliquée aux systèmes planétaires.
LOHINGER Elke 1 an (96-97) - Bourse du gouvernement autrichien
Autriche Systèmes dynamiques.
MAZZINO Andrea 1 mois - Bourse de l'Université de Gênes
Italie Transport turbulent.

MOLTCHAN Guergui Russie	6 mois - Poste Enseignement Supérieur (Professeur associé) Transitions de phase dans les modèles multifractals multiplicatifs.
PAP Judith USA	1 mois - Détachement sur poste d'astronome Connection entre irradiance solaire et variation du diamètre solaire.
PUNOSEVAC Pedrag Serbie	1 mois - bourse du gouvernement serbe Théorie des systèmes hamiltoniens.
RICKMAN Hans Suède	1 mois - Mission de l'Université d'Upsala. Dynamique des comètes.
STOICA Sabine Roumanie	1 an (96-97) - Poste Enseignement Supérieur Photoionisation des atomes.
TROUSSOV Alexander Russie	3 mois - Poste Enseignement Supérieur (Professeur associé) Transformées de Legendre rapides, applications en cosmologie.
VAN DORPE Annick Belgique	6 mois - Etudiante en stage - Bourse ERASMUS Caméra CCD pour l'observation des astéroïdes.
YAKHOT Victor USA	1 mois - Poste Enseignement Supérieur (Professeur associé) Turbulence développée et intermittence.
YOSHIKAWA Makoto Japon	1 an (96-97) - Bourse du gouvernement japonais Analyse des orbites de débris spatiaux (dynamique des petits corps).
ZIENICKE Egbert Pologne	1 an (96-97) - Bourse CEE Turbulence magnéto-hydro-dynamique.

Au département Fresnel.

COSTA Roberto Brésil	2 ans (96-98) - Bourse post-doc du gouvernement brésilien Etude des étoiles symbiotiques (couples géante froide + naine blanche)
HORVATH Jorge Brésil	1 mois - Détachement sur poste d'astronome Etoiles à di-quarks
RIADCHENKO Victor Russie	1 mois - Collaboration scientifique CNRS-Russie (PICS) Caméra à comptage de photons: amélioration des performances.

BOURSES HENRI POINCARÉ

de l'Observatoire de la Côte d'Azur

Les bourses Henri Poincaré de l'Observatoire de la Côte d'Azur (OCA) sont deux bourses post-doctorales co-financées par le CNRS et le Conseil Général des Alpes-Maritimes et attribuées à des chercheurs ayant obtenu leur Ph.D. dans un laboratoire étranger depuis moins de cinq ans. La publicité en est faite auprès des instituts compétents et dans la presse internationale spécialisée (Nature et Physics Today).

Les candidatures sont examinées par le Comité Post-doctoral de l'OCA (CPOCA) qui propose une liste sélectionnée de quatre à cinq noms au Comité Henri Poincaré. Ce comité décide alors du classement définitif. Dans l'analyse des dossiers, il est tenu compte de la production du candidat (en relation avec son âge), de l'avis des personnalités (en relation avec leur notoriété), de l'originalité des recherches menées et de leur insertion dans les activités de l'OCA.

Un avenant à la convention ADION-OCA, adopté en septembre 1992, permet à l'ADION de participer à ce programme post-doctoral Henri Poincaré.

Le programme Henri Poincaré a connu quelques difficultés au cours de l'année 1995-1996, difficultés relatées dans notre précédent bulletin et qui n'avaient permis d'attribuer qu'une seule bourse. La situation s'est améliorée puisque pour la présente année les deux bourses ont pu être attribuées. Cependant, le comité Henri Poincaré souhaite vivement une programmation pluriannuelle de l'opération afin que l'attribution des deux bourses ne soit pas rediscutée chaque année par les autorités de tutelle. Cette possibilité a été vivement plaidée auprès de ces dernières autorités.

Attribution des bourses 1996-1997

Pour l'année 1996-1997, le CPOCA s'est réuni le 26 janvier 1996 pour étudier l'ensemble des dossiers. L'examen des 33 candidatures a fait apparaître, une fois encore, des candidats de très grande valeur en nombre important. Le classement proposé par le CPOCA a été confirmé par le comité Henri Poincaré lors de sa réunion du 6 mars 1996. Par suite des désistements toujours possibles des candidats les mieux placés, ce classement a comporté une liste de six noms:

1) Brett Gladman, de nationalité canadienne, spécialiste de l'évolution dynamique des météorites.

2) Jane Wang, de nationalité chinoise, spécialiste de la turbulence développée pour laquelle elle a réalisé des travaux numériques sur machine massivement parallèle avec la technique des gaz sur réseaux.

3) Andrea Biviano, de nationalité italienne, spécialiste dans les diagnostics observationnels sur la structure et la dynamique des galaxies.

4) Mikko Kaasalainen, de nationalité finlandaise, spécialiste des systèmes dynamiques

avec application aux modèles de dynamique galactique.

5) K. Porsezian, de nationalité indienne, spécialiste des systèmes à solitons, avec application à l'optique non linéaire et aux systèmes magnétiques.

6) Angelos Vourlidas, de nationalité grecque, spécialiste de la polarisation radio des régions actives solaires.

Les deux candidats qui ont pu accepter les deux bourses Henri Poincaré pour l'année 1996-1997 ont été Brett Gladman et Mikko Kaasalainen.

Brett Gladman travaille au sein de l'équipe animée par Christiane Froeschlé sur la dynamique des astéroïdes qui croisent l'orbite de la Terre, en collaboration étroite avec Patrick Michel.

Mikko Kaasalainen travaille au sein de l'équipe de Mécanique céleste en collaboration étroite avec Alessandro Morbidelli sur un sujet très pointu et déjà appliqué avec succès dans plusieurs modèles de dynamique galactique, à savoir : étant donné un système dynamique, il s'agit de trouver une approximation intégrable qui ait les mêmes tores invariants que ce système.

Bourse 1995-1996

Mohammed Lazrek, de nationalité marocaine, a obtenu son Ph.D. en 1993 à l'Université de Liège. Son activité scientifique concerne avant tout les oscillations solaires du point de vue de l'instrumentation, de l'observation et de l'analyse des données. Il a, en particulier, déterminé de façon précise la rotation du coeur solaire. Depuis 1988, il est membre du programme IRIS, système de cinq réseaux répartis sur l'ensemble du globe terrestre et permettant une observation continue du Soleil. Il est responsable du site de l'Oukaïmeden au Maroc.

Cette compétence héliosismologique lui a permis d'obtenir en 1995-1996 l'unique bourse Henri Poincaré. L'OCA est en effet très impliqué dans l'analyse des données obtenues par trois instruments (GOLF, VIRGO et MDI) embarqués sur la station d'observation SOHO, lancée le 2 décembre 1995 par la NASA au point de Lagrange L1 du système Terre-Soleil d'où elle observe continûment le Soleil. Mohammed Lazrek nous présente ci-dessous, les travaux que cette bourse lui ont permis de développer à l'OCA au cours de la présente année.

UNE ANNEE A S'ENIVRER DE LA MUSIQUE SOLAIRE

par

Mohammed Lazrek

Bourse Henri Poincaré 1995-1996

L'Héliosismologie, objet de mes recherches scientifiques actuelles, est l'étude de la structure interne solaire en fonction du rayon à partir des données d'observation de l'activité sismique en surface. Schématiquement, le Soleil est une cavité résonante où sont piégées des ondes stationnaires entre la surface et une couche interne déterminée par la fréquence de l'onde et les caractéristiques du milieu. La détermination des paramètres des modes observés permet d'établir des modèles solaires décrivant les couches successives de la surface jusqu'au cœur.

Le Soleil est une sphère de gaz en équilibre thermodynamique; des perturbations, dont la physique est encore peu connue, peuvent écarté une zone donnée de cette position. Théoriquement, deux forces de rappel tendent à ramener le système vers la position d'équilibre et ainsi produire des oscillations autour de cette position. La première est la pression qui donne lieu à des vibrations acoustiques; la deuxième est la poussée d'Archimède qui donne lieu à des modes de gravité. Des milliers de modes d'oscillation se propagent à l'intérieur du Soleil, mais ne sont pas tous piégés dans la même cavité et n'ont pas tous la même manifestation en surface. Leur fréquence seule, ou leur structure géométrique seule, ne permettraient pas de les identifier sans ambiguïté. Mais la connaissance simultanée des deux permet de lever l'ambiguïté et d'identifier ces milliers de modes propres. Par conséquent, plusieurs stratégies d'observation ont été mises en œuvre selon que l'on s'intéresse aux modes globaux (faibles degrés) ou aux modes de moindre pénétration (degrés intermédiaires et élevés). Les premiers sont analysés par des instruments qui observent le Soleil en disque intégré; les autres en faisant de l'imagerie. La stabilité des instruments devrait permettre de suivre des phénomènes qui varient avec un temps caractéristique de quelques minutes à quelques heures (périodicité des modes de pression et celle supposée des modes de gravité), voire de quelques jours (27 jours pour la rotation du Soleil).

Pour pouvoir étudier ces modes d'oscillation, le dédoublement des fréquences induit par la rotation, et pour suivre l'évolution des paramètres en fonction de l'activité solaire, il est nécessaire de pouvoir effectuer des mesures sans interruption pendant plusieurs fois un mois et poursuivre les mesures pendant un cycle solaire. Pour la continuité des mesures trois stratégies ont été adoptées : mesures au Pôle ; réseau de stations de mesures autour du globe ; mesures dans l'espace en un point où l'attraction de la Terre et du Soleil stabilise le satellite face au Soleil sans interruption (point de Lagrange).

Depuis quelques années, j'ai participé à deux opérations mettant en œuvre les deux dernières stratégies d'observation:

- Le réseau IRIS initié par l'équipe de Sismologie solaire de Nice et dont un des instruments est installé à l'Oukaimeden (2700 m d'altitude dans le Haut Atlas marocain) depuis l'été 1989. Dans ce cadre, j'ai participé aux observations sur le site de l'Oukaimeden et j'ai contribué au développement des logiciels de calibration, raccordement et analyse des données.
- Le lancement en décembre 1995 du satellite SOHO (Solar and Heliospheric Observatory) avec une douzaine d'instruments dédiés à la physique solaire est le début de la

stratégie spatiale de l'observation hélio-sismique. En effet, l'observatoire solaire spatial comprend trois instruments de mesure des oscillations solaires dont GOLF (Global Oscillation at Low Frequency) qui fonctionne selon le même principe que IRIS. Je suis membre associé au groupe de travail de ce projet depuis la mise en service de l'instrument GOLF.

Durant l'année 1996 et dans le cadre de la bourse de recherche Henri Poincaré de l'Observatoire de la Côte d'Azur, j'ai participé (*) d'une part au raccordement des données IRIS avec les données de deux autres instruments dont les techniques utilisées et les performances sont différentes avec le but d'augmenter la couverture temporelle ; et d'autre part, à l'analyse des données GOLF dans deux directions:

- La première concerne la mesure des paramètres d'oscillation des modes acoustiques de degré $\ell = 0, 1, 2$ et 3 . Il est à noter que la qualité des données GOLF nous a permis d'identifier quelques modes $\ell = 4$ et 5 dont quelques uns sont maintenant confirmés par d'autres observateurs. Cette étude est particulièrement intéressante dans les deux régions extrêmes du spectre de puissance, les basses fréquences (< 2 mHz) et les hautes fréquences (> 3.5 mHz). Dans ces deux régions nous avons identifié et mesuré avec une bonne précision les fréquences de quelques modes et nous sommes optimistes quant à l'identification de quelques autres modes au-dessous de 1.4 mHz. Ces modes de basse fréquence sont importants car étant très peu influencés par les turbulences de la surface solaire, ils ont des fréquences très stables, et donc sont des tests très précis des couches plus profondes. Cette remarque est particulièrement importante tant que l'on n'a pas réussi à détecter les modes g . Les premiers résultats de ces mesures ont déjà été annoncés au colloque n°181 de l'UAI (Union Astronomique Internationale) à Nice. J'ai développé également plusieurs méthodes pour la mesure du "splitting" de rotation (mesure très attendue pour son importance dans la détermination de la physique du cœur solaire). La mesure de ce paramètre est effectuée sur une quarantaine de modes (degré $\ell = 1, 2$ et 3 et ordres $n = 8-21$) par spectre, ce qui permet d'améliorer la statistique et d'obtenir une bonne précision. Cependant, la précision de ce paramètre comme tant d'autres en hélio-sismologie reste liée au temps d'intégration.
- La deuxième concerne l'identification des modes de gravité g . Je développe deux méthodes qui recherchent la signature du dédoublement des modes par la rotation pour les identifier. L'application de ces méthodes aux données GOLF est en cours et l'intégration de données sur une plus grande période que les 7 mois disponibles actuellement ainsi que l'optimisme et l'acharnement de toute l'équipe permettra peut-être la détection de ces modes (s'ils ont la bonne volonté d'être excités avec une amplitude au-dessus du seuil du bruit solaire dans cette région du spectre).

Les quelques mois que j'ai passés à l'OCA m'ont permis d'avoir un contact fructueux avec plusieurs chercheurs de l'Observatoire et de l'Université. Dans l'avenir, je compte continuer toutes les analyses en cours dont la plupart sont prometteuses et à un stade bien avancé.

(*) Ce travail a été réalisé en collaboration avec quelques membres de l'équipe de structure interne et de sismologie de l'OCA : Gabrielle Berthomieu, Gérard Grec, Janine Provost et Catherine Renaud

OÙ EN EST LE "PROJET MUSÉAL"(*)

par

Jean-Paul SCHEIDECKER

Directeur-Adjoint de l'OCA

Suite au travail de réflexion et de contacts mené par le Comité Garnier de l'ADION, qui a abouti, en particulier, au classement "Monuments Historiques" des bâtiments de l'Observatoire de Nice, et après deux années de recherche, en particulier, sur les archives, sur la rénovation des petits instruments, sur les conditions de mise en valeur de notre patrimoine, et après approbation du projet par le Conseil d'Administration de l'OCA, en 1995, nous traversons actuellement une phase nouvelle.

Au cours de ces deux dernières années, un travail de recherche a été mené sur les archives, un travail de documentation, de contacts avec des experts et spécialistes de Muséologie, et avec le Ministère de la Culture, qui a abouti en particulier à la récupération, à la sauvegarde et à l'inventaire photographique et informatique selon les normes, des petits instruments; un travail de restauration va pouvoir être mené pour certains d'entre eux, en liaison avec les spécialistes. L'examen de mesures à prendre d'urgence pour la sauvegarde de certaines archives (Garnier et autres), a été mené (moisissures, etc,...)

Pendant le même laps de temps, des dossiers de demandes budgétaires ont été montés auprès des collectivités locales et territoriales (Conseils Régional et Général), ainsi que de la Mission Musées de notre Ministère, dans le cadre du contrat quadriennal, dossiers qui ont commencé à donner des résultats tangibles: des subventions nous ont été notifiées, qui vont permettre à l'OCA de continuer à développer ce projet dans de bonnes conditions. Il est à noter que ces subventions proviennent de canaux spécifiques, et que le Projet n'est en aucune façon consommateur de crédits de recherche de l'Etablissement; au contraire, certaines de ces subventions pourront permettre des économies sur le budget de l'OCA en ce qui concerne certaines dépenses liées à l'aménagement et à l'entretien des sites.

Nous avons pu entreprendre des opérations sur le site de Nice sur ces budgets : rénovation des statues de part et d'autre du portail d'entrée, sauvegarde du cadran solaire Picard en vue d'une installation à l'abri des intempéries, réfection du portail d'entrée, suppression de poteaux EDF mal placés, en particulier dans le voisinage immédiat de la Grande Coupole, nettoyage de l'intérieur du Grand Meridien (détritrus accumulés), nettoyage du domaine (décharges sauvages!),...

Actuellement:

- 1^e) Nous sommes dans une phase de rédaction d'un cahier des charges pour le projet muséal avec la collaboration d'un cabinet de muséographie agréé par le Ministère de la Culture, qui travaille, en particulier, à partir d'un document intitulé "Axes scientifiques du Projet Museal" (*Voir plus loin*) établi sous la responsabilité de la direction de l'OCA; suite à quoi nous démarrerons, mi-décembre, une étude de faisabilité, en liaison avec un second cabinet agréé par la Mission Musées de notre Ministère de tutelle, laquelle étude devra nous donner, courant du 1^{er} trimestre 97 des éléments précis sur les différentes options envisageables en ce qui concerne l'ouverture au public, y compris les aspects techniques (parkings par exemple), les aspects administratifs et financiers, le contenu et les axes du projet,... Ces études sont financées par des subventions obtenues dans ce but, provenant du Conseil Général et du Conseil Régional.

2^e) Sont en cours de constitution:

Le Conseil Scientifique du Projet, présidé par le Professeur R. HALLEUX, spécialiste de Liège, qui sera chargé de préciser les orientations et le contenu scientifiques du projet.

Le Comité de Pilotage, comprenant des membres de l'OCA et des représentants des collectivités locales et territoriales, ainsi que des tutelles, du Ministère de la Culture, du Conservatoire du Littoral, etc., . . . , qui sera chargé de la mise en place des propositions du Conseil Scientifique et de réfléchir aux montages financiers correspondants.

3^e) D'un point de vue immédiat, la convention avec PARSEC étant signée depuis le mois de Juillet 96, et suite à la réunion de coordination du 14 novembre, nous travaillons dès maintenant sur les premiers aménagements à mettre en place pour améliorer l'accueil des visiteurs, ainsi que le contenu et la fréquence des visites; cela passe nécessairement par des aspects très pratiques tels que: bancs, toilettes, signalétique, et ceci aussi bien sur le site de Nice que celui de Calern.

La direction de l'OCA souhaite en effet que soient menés de front le travail de développement du Projet à moyen et long terme, et les aménagements à court terme pour l'amélioration des visites (Nice et Calern), les deux volets se complétant de toute évidence. Il n'est d'ailleurs pas souhaitable d'augmenter le nombre de visiteurs tant que des améliorations indispensables à un accueil correct du public ne sera pas mis en place.

Remarque:

Ce projet d'ouverture au public, de culture scientifique et technique, et de valorisation de notre patrimoine, constitue le troisième domaine d'activités de l'OCA, les deux autres étant la recherche et l'enseignement. Il serait évidemment nécessaire qu'un nombre plus important de personnels de l'établissement, scientifiques ou non, puissent s'y impliquer . . .

.....
(*) Après réflexion, la dénomination "*Projet Muséal*" me semble mal choisie. Le contrat quadriennal parlait d'"*Information Scientifique et Technique à l'OCA*"; la Mission Musées du MESR parle, elle, de "*Mise en valeur du Patrimoine Historique de l'OCA*", ce qui me semble déjà mieux. Ces deux dernières dénominations sont à retenir dans le cadre d'un projet plus structuré d'ouverture des sites de l'OCA au public, et de préservation du patrimoine, qui intéresse nos trois sites, à des titres divers. De plus, la dénomination "muséale" évoque inévitablement auprès du public la notion de musée. Or, il ne s'agit pas dans ce projet de développer un musée!

Contrairement à ce que pourrait évoquer le terme de musée, à savoir une institution quelque peu poussiéreuse et pour ainsi dire morte, il y a, dans le projet de l'OCA sur le site du Mont Gros à Nice, cohabitation effective des monuments historiques et des instruments anciens avec les recherches scientifiques actuelles les plus approfondies et les plus prospectives. S'il y avait un aspect "muséal" dans ce projet, alors ce serait dans l'acception la plus moderne de ce terme (cf la Grande Galerie du Muséum à Paris, qui coexiste efficacement avec des laboratoires de recherche), et ce serait pour rebondir aussitôt vers les recherches astronomiques et astrophysiques actuelles, engagées sur chacun des trois sites de Nice, de Grasse et du Plateau de Calern.

Je proposerais donc à notre réflexion de donner plutôt comme titre, à ce projet:

Valorisation du Patrimoine Historique de l'OCA

Culture Scientifique et Technique

Grands axes scientifiques du Projet Muséal de l'OCA

1. Préambules

La culture combine des approches et des savoirs très divers qui, pour paraître parfois opposés ou divergents, n'en sont pas moins indispensables les uns aux autres.

Les connaissances scientifiques et techniques font partie intégrante de notre culture. Elles contribuent à l'évolution de nos visions du monde et permettent une réflexion sur les enjeux de société induits par la technoscience.

L'astronomie a et peut jouer un rôle spécifique dans le développement de la culture scientifique:

- C'est une discipline scientifique particulièrement attractive.
- L'enseignement de l'astronomie, ainsi que l'initiation à l'astronomie, font l'objet de réflexions et de travaux très élaborés dans le cadre de structures internationales.
- Les amateurs y jouent un rôle important et constituent un relais naturel efficace entre les professionnels et le public.

Le Mont Gros occupe une place privilégiée dans cette perspective grâce à:

- L'existence d'un patrimoine scientifique, technique et architectural classé au titre des Monuments Historiques.
- L'existence d'activités de recherches reconnues internationalement.
- L'implantation des installations anciennes et modernes dans un site exceptionnel.

Soucieux de contribuer au développement de la culture scientifique et technique et conscient de ses responsabilités à l'égard du patrimoine légué par ses prédécesseurs, l'Observatoire de la Côte d'Azur souhaite développer un pôle d'activités culturelles sur son site nicois.

Ce projet muséal s'inscrit dans le cadre de la mission de diffusion des connaissances de l'OCA.

2. Les ressources du site du Mont-Gros

Un patrimoine matériel

- une collection unique de grands instruments astronomiques du XIXe siècle en état de marche, dont l'une des plus grandes lunettes astronomiques du monde.
- une collection de petits instruments astronomiques et géodésiques.
- des bâtiments classés, œuvres de l'architecte Garnier et de l'ingénieur Eiffel.
- des bâtiments scientifiques par destination.
- une bibliothèque patrimoniale exceptionnelle.

Un patrimoine immatériel

- un siècle d'astronomie au Mont-Gros,
- des acteurs historiques prestigieux, dont Raphaël Bischoffsheim, mécène-fondateur, et Henri Chrétien, astronome et inventeur,
- un centre de recherches théoriques et instrumentales,
- des interactions fortes avec des programmes internationaux au sol ou spatiaux,
- des recherches en histoire des sciences et des techniques.

Un site astronomique

- le premier observatoire français construit en altitude,
- des observations et des recherches ininterrompues depuis 1881.

Des atouts naturels

- un site géographique saisissant,
- un patrimoine faunistique, floristique et une diversité de biotopes.

Les ressources matérielles et immatérielles susceptibles d'être mises en valeur dans le cadre du projet muséal sont abondantes. Toutes ne pourront pas être exploitées en même temps; il conviendra de faire des choix et d'établir des axes prioritaires.

Remarque

Selon une classification établie par des muséologues des sciences on distingue:

- le musée-mémoire qui possède et valorise des collections,
- le musée-idée organisé autour du savoir disciplinaire,
- le musée-action structuré autour d'expérimentations,
- le musée virtuel qui intègre des ressources éducationnelles variées.

Ces catégories ont pu donner lieu à des réalisations très différentes, voire opposées :

- musée-mémoire du CNAM,
- musée-idée du Palais de la Découverte,
- musée-action de l'Exploratorium de San Francisco,
- musée virtuel du Science Learning Network aux Etats-Unis.

L'une des tendances de la muséologie moderne des sciences est l'intégration de plusieurs de ces formes muséales au sein d'un même projet. La Grande Galerie de l'Evolution du Museum National d'Histoire Naturelle en est un exemple.

En ce qui concerne le projet du Mont-Gros, la richesse et la diversité des ressources disponibles permet d'envisager une forme muséale qui s'appuie sur l'aspect mémoire tout en faisant appel aux autres catégories.

Il conviendra également de tenir compte de deux points spécifiques :

- le lieu d'accueil est aussi un laboratoire de recherche,
- le lieu d'accueil est un site de plein air à dimension historique et à valeur écologique.

Le premier point apparente l'OCA, toutes proportions gardées, au Muséum National d'Histoire Naturelle qui possède 26 laboratoires de recherche et diffuse le savoir dans la Grande Galerie de l'Evolution. Le second nous rapproche des centres d'interprétation développés outre-Atlantique, notamment au Québec.

3. Grands axes de la mise en valeur du site

Les recherches menées au Mont-Gros depuis plus d'un siècle et au plateau de Calern depuis plus de 20 ans, s'inscrivent dans des savoirs disciplinaires bien définis

- l'imagerie scientifique,
- la spectroscopie,
- l'interférométrie,
- la géodesie,
- la mesure du temps et de l'espace, etc.

Les compétences humaines pour expliquer, démontrer, font partie intégrante des lieux.

Le Mont-Gros est aussi et toujours un site astronomique, c'est-à-dire que l'on peut y développer des artefacts permettant de s'approprier les concepts de base de l'astronomie liés à l'astrométrie.

Le projet muséal devrait permettre notamment d'évoquer, au travers d'exemples historiques et actuels, le principe de la démarche scientifique ainsi que les liens étroits qui existent entre instrumentation et avancées de la science.

Les grands axes du projet sont:

1. développer des réalisations muséographiques axées sur des concepts astronomiques fondamentaux,
2. retrouver la lisibilité du site et de ses instruments, méridien et équatoriaux,
3. créer à l'aide de récits historiques des passerelles entre disciplines non scientifiques et scientifiques,
4. évoquer au travers d'exemples historiques et actuels la démarche scientifique et les liens entre instrumentation et avancées de la science.

Dès lors, se dégagent plusieurs formes d'intervention s'appuyant sur la didactique et l'émotion:

- . raconter des histoires,
- . participer à des animations,
- . pratiquer des observations, voire des manipulations,

et plusieurs approches, avec divers types et niveaux de langage:

- . historique,
- . scientifique,
- . technique,
- . artistique.

4. Attention, milieu naturel

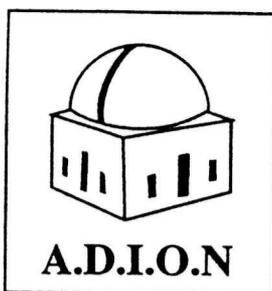
Le Mont-Gros est un site historique et scientifique. C'est aussi un site naturel constitué de biotopes fragiles.

Pour dépasser les frustrations, on s'efforcera de valoriser le non accès total au parc en intégrant les questions d'accessibilité et de circulation à l'interprétation du patrimoine naturel. On pourra s'inspirer des initiatives prises en ce sens et notamment par le Museum National d'Histoire Naturelle, le Conseil Général des Alpes Maritimes, l'Office National des Forêts dans divers sites fragiles ouverts au public, on pourra tirer profit de l'expérience des Grands Parcs Naturels Canadiens.

Octobre 1996

José Pacheco, Directeur de l'OCA
Jean-Paul Scheidecker, Directeur-Adjoint
Francoise Le Guet Tully, Astronome

ACTIVITES DE L'ADION



Association pour le Développement International de l'Observatoire de Nice

Association reconnue d'utilité publique par décret du 15 septembre 1966

PF/FM 01-96

Nice, le 5 janvier 1996

PROGRAMME POUR 1996

- Vu la convention du 17 avril 1989 entre l'ADION et l'Observatoire de la Côte d'Azur et notamment ses articles 3, 4 et 5 :

Le programme d'activités communes à l'ADION et à l'Observatoire pour 1996 est arrêté comme suit :

1° L'ADION assure la diffusion d'un Bulletin en France et à l'étranger qui présente annuellement les activités de l'ADION et quelques points forts de l'activité scientifique de l'Observatoire de la Côte d'Azur. Pour le bulletin n° 30, à paraître en décembre 1996, l'Observatoire participe aux frais d'édition pour une somme de 10 000 F.

2° L'ADION contribue à l'accueil des chercheurs étrangers séjournant à l'Observatoire de la Côte d'Azur pour des visites de toutes durées. L'ADION ne demande pas de subvention en 1996 pour cette activité.

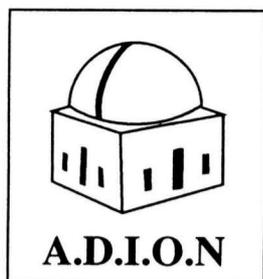
3° L'ADION décerne une médaille annuelle qui honore un scientifique dont les travaux ont eu un impact significatif sur les activités de recherche menées à l'Observatoire de la Côte d'Azur. A cette fin, l'Observatoire met à la disposition de l'ADION une somme de 10 000 F pour participer aux frais d'invitation du lauréat à l'Observatoire de la Côte d'Azur.



H. FRISCH
Présidente de l'ADION



J.A. de FREITAS PACHECO
Directeur de l'Observatoire
de la Côte d'Azur



Association pour le Développement International de l'Observatoire de Nice

Association reconnue d'utilité publique par décret du 15 septembre 1966

PF/FM/ 05-96

Nice, le 30 mai 1996

Procès-verbal de l'Assemblée Générale statutaire du 19 avril 1996

Membres présents :

D. Benest, D. Benotto, G. Berthomieu, A. Debanne, P. Faucher,
M. Faurobert-Scholl, H. Frisch, B. Lopez, M. Millot, A. Morbidelli, J. Pacheco, J. Provost,
H. Scholl, F. Thévenin.

Ont donné procuration (38 personnes) :

Membres permanents :

G. Amieux, H. Andrillat, C. Bardos, F. Barlier, N. Berruyer, A. Bijaoui, R. Bonnet, G.
Burbidge, CNES (M. Joubert), J. Chappelet, M. Chopinet, D. Choux, S. Debarbat,
J. Delhayé, S. Dumont, R. Fabre, H. Fried, U. Frisch, M. Henon, J. Kovalevski,
J.-M. Le Contel, R. Michard, J.-C. Pecker, J. Sahade, E. Schatzman, Y. Thiry.

Membres non permanents :

F. Bely-Dubau, C. Caseneuve, M.-R. Cristanté, B. Cosimi, J.D. Fournier, P. Franck, J. Gay,
P. Gouaud, J.-P. Rivet, F. Roques, J.-P. Scheidecker, J.-C. Thorel.

La séance est ouverte à 16H15 par H. Frisch, présidente de l'ADION.

I - Rapport moral, présenté par P. Faucher, secrétaire général de l'ADION

Avant de commencer ce rapport moral d'activités, je voudrais rendre hommage à mon
prédécesseur Jacques Marchal qui fut secrétaire général de l'ADION lors du précédent mandat
(1988-1992). Jacques est décédé le 30 janvier 1996 à l'âge de 55 ans à la suite d'une tumeur
cérébrale.

Ce rapport moral représente une synthèse des activités du conseil de l'ADION au cours de ce
dernier mandat (1992-1996). Ces activités sont réalisées grâce à une convention passée en 1989
entre l'ADION et l'Observatoire de la Côte d'Azur (OCA). Cette convention stipule que les
activités de l'ADION sont étendues à l'Observatoire de la Côte d'Azur afin de faire mieux
connaître l'OCA et de contribuer à son rayonnement international, national et régional. Pour
faciliter certaines activités, un programme annuel d'actions concertées est défini entre l'ADION
et l'OCA, pour lequel l'OCA verse une subvention à l'ADION. Cette subvention est
actuellement de 20 KF. Ce sont principalement ces activités qui font l'objet du présent rapport.

1. Bulletin de l'ADION

Afin de faire connaître ses activités, chaque année l'ADION édite un bulletin. Créée en 1962, reconnue d'utilité publique en 1966, l'ADION a sorti en 1995 son bulletin n° 29 dont l'éditeur est le secrétaire général. Au cours de ce dernier mandat, l'ossature du bulletin est restée la même à savoir :

- Echos d'activités à l'OCA
- Comptes rendus des activités de l'ADION
- Médaille de l'ADION
- Le Coin de l'amateur.

J'ai voulu donner une plus grande importance à deux sujets :

- la diffusion d'activités scientifiques propres à chaque département ;
- la présence de nombreux étrangers et l'effort fait par l'OCA pour les accueillir.

Sur ces deux points, je rappellerai seulement les activités rapportées dans le dernier bulletin, à savoir :

Pour le département CERGA : un premier bilan de la mission spatiale Hipparcos ;
Pour le département Cassini : le télescope solaire THEMIS et son objectif scientifique de mesure de champs magnétiques ;
Pour le département Fresnel : les réalisations et les projets en interférométrie de son groupe d'étude.

En ce qui concerne les chercheurs étrangers, le bulletin mentionne leur flux important (en 1995, trente-deux ont effectué des séjours supérieurs à un mois) et les thèmes de recherche qu'ils ont développés. Pour cet accueil, le bulletin fait part des problèmes que connaît l'OCA pour maintenir les deux bourses post doctorales "Henri Poincaré" cofinancées par le CNRS et le Conseil Général des Alpes Maritimes.

Le bulletin est actuellement tiré à 250 exemplaires, et distribué aux adhérents ainsi qu'aux personnalités régionales et locales. Toute amélioration dans sa présentation s'accompagne de coût financier important. Deux pages en couleur cette année ont porté son prix de revient à 10 KF. Pourtant, on aimerait aussi améliorer sa couverture!

2. Médaille de l'ADION

Notre mandat a donc inauguré la remise des premières médailles de l'ADION selon la nouvelle attribution définie en 1991, à savoir :

- La médaille honore un scientifique dont les travaux ont eu un impact significatif sur les activités scientifiques menées à l'OCA aussi bien en astronomie que dans les disciplines connexes.
- La médaille est attribuée par un comité international. Ce comité est constitué actuellement de sept éminents scientifiques, dont deux français. Il choisit un lauréat sur une liste de noms proposés par le conseil de l'ADION. Cette liste est constituée par le conseil de l'ADION sur proposition des départements scientifiques de l'OCA.

Le comité est renouvelé tous les quatre ans. Les membres actuels : Mme et MM. Margaret Geller, Jacques Beckers, Roger Bonnet, Jacques Henrad, Paul Paquet, Michaël Proctor et Evry Schatzman sont tous prêts à renouveler leur mandat.

Au cours de notre mandat nous avons remis :
. le 3 janvier 1992, la médaille 1991 de l'ADION à Yoji Osaki, professeur à l'Université de Tokyo, pour ses travaux sur les modèles stellaires ;

- . le 12 juillet 1993, la médaille 1992 de l'ADION à François Roddier, professeur à l'Université d'Hawaii pour ses travaux en haute résolution angulaire et en optique adaptative ;
- . le 6 janvier 1995, la médaille 1993 de l'ADION à Robert Kraichnan, résidant à Santa Fe, Nouveau Mexique, pour ses travaux en turbulence hydrodynamique ;
- . le 29 juin 1995, la médaille 1994 de l'ADION à Charles H. Townes, Prix Nobel de Physique 1964, Professeur émérite de l'Université de Berkeley pour ses travaux en interférométrie.

Notons pour terminer, que la médaille 1995 de l'ADION décernée au Professeur Vladimir I. Arnold pour ses travaux sur les systèmes dynamiques lui sera remise le vendredi 26 avril 1996.

Un des premiers travaux du prochain conseil sera de proposer une liste de noms pour l'attribution de la médaille 1996.

3. Aide aux chercheurs étrangers

Depuis 1992, 25 à 30 chercheurs étrangers effectuent chaque année à l'OCA des séjours d'une durée de plus d'un mois. L'accueil de ces chercheurs est favorisé par :

- la possibilité de recruter pour un ou plusieurs mois un chercheur étranger sur des postes d'astronomes vacants temporairement (détachement, départ à la retraite, ..) ;
- l'obtention de postes spécifiques au CNRS ou au MEN ;
- le programme Henri Poincaré par lequel deux bourses post-doctorales, cofinancées par le CNRS et le Conseil Général des Alpes Maritimes, sont accordées à des jeunes chercheurs étrangers ;
- de nombreux contrats européens, accords bilatéraux, ...

L'ADION essaie de favoriser au maximum l'accueil de ces visiteurs en leur procurant des avances sur salaire lors de leur arrivée à Nice, (40 KF, en 1992, 140 KF en 1993, 130 KF en 1994).

Une voiture, est aussi mise à la disposition des visiteurs étrangers. Sa location est de 150 F par jour avec tarif dégressif au-delà de 15 jours. Cette voiture est peu souvent louée : moins de 40 jours par an selon une enquête de 1993, et son état se dégrade. Cependant, elle est régulièrement utilisée par les services techniques pour les rondes de nuit. Le conseil a envisagé de ne plus assurer le véhicule actuel à partir de septembre 1996. Son avenir sera alors à redéfinir.

4. Participation au rayonnement de l'Observatoire de la Côte d'Azur

a) Comité Charles Garnier

En 1992 (conseil d'administration de l'OCA du 9 janvier), l'ADION a été chargée de mettre en place une commission chargée de réfléchir à la préservation et à la mise en valeur du patrimoine scientifique et architectural du Mont Gros. Cette structure mise en place en février, a organisé un certain nombre de réunions sur les thèmes suivants :

- Amélioration à apporter à l'organisation des visites ;
- Travail de rédaction sur l'historique de l'Observatoire de Nice ;
- Sensibilisation du personnel à la protection du site ;
- Invitation de Monsieur Roubert, architecte en chef des Bâtiments Civils et Palais Nationaux, et Madame Kahane, conservateur de la Bibliothèque-Musée du Palais Garnier, deux spécialistes de Charles Garnier, afin de réfléchir sur le classement des bâtiments du Mont Gros ;

- Préparation d'un projet muséal afin de faciliter la recherche de moyens pour la remise en valeur du patrimoine.

Mais, face à l'ampleur du travail que ce comité présentait pour l'ADION, le conseil d'Administration de l'Observatoire de la Côte d'Azur a décidé le 15 décembre 1992 de créer un service de la conservation du patrimoine architectural auquel s'est alors rattaché le comité Garnier.

b) Programme Henri Poincaré

Pour faciliter la gestion des deux bourses post-doctorales cofinancées par le CNRS et le Conseil Général des Alpes Maritimes, le Conseil d'Administration de l'Observatoire de la Côte d'Azur a demandé à l'ADION de participer au programme. Pour cela, l'avenant suivant à la convention ADION-OCA a été adopté en septembre 1992 :

"Dans le cadre de ses missions telles qu'elles sont définies à l'article 1er de ses statuts, l'ADION participe au programme post-doctoral Henri Poincaré de l'Observatoire de la Côte d'Azur".

L'ADION peut ainsi percevoir des subventions exceptionnelles de l'OCA afin de couvrir certaines dépenses afférentes au programme telles que les frais de publicité.

c) Gestions de contrats et de colloques

Au cours de ce mandat, l'ADION a été amené à gérer quelques contrats spécifiques, différents colloques organisés par des membres de l'OCA ainsi que les séjours des objecteurs de conscience affectés par l'Office National des Forêts (ONF) à l'OCA. Pour cela, l'ADION percevait des frais de gestion : 2% sur les colloques et 5% sur les contrats.

Cependant, les règles comptables devenant de plus en plus sévères, de telles gestions ne pourront dorénavant être assurées par l'ADION que sur demande explicite du directeur de l'OCA.

d) Panneaux, plaquettes et logo.

Lors du précédent mandat, l'ADION avait pris en charge la réalisation d'une plaquette de l'OCA en versions française et anglaise. Cette plaquette a été mise à la disposition du service de la communication de l'OCA et des URAs. La version anglaise est distribuée gratuitement aux collègues étrangers lors des visites et colloques.

Des agrandissements de la version française (120 cm x 60 cm) ont été subventionnés par l'ADION afin que ces panneaux servent de support pour la présentation de l'OCA lors d'expositions et de visites. Ces panneaux ont été largement utilisés.

Récemment, un ensemble de panneaux d'exposition et empiètements (6 panneaux et 8 empiètements) ont été achetés par l'ADION pour l'organisation des séances "posters" lors des colloques locaux. Cet ensemble complète un premier achat de panneaux semblables fait par l'OCA (Service de la communication).

Depuis 1993, afin d'uniformiser le papier "en-tête" de l'ADION, une nouvelle proposition avec logo a été adoptée par le conseil. Le logo apparaît aussi sur les enveloppes. Il a été proposé par un élève de "Artigraph" et réalisé par l'imprimerie du Soleil à Eze.

5. Prix de l'ADION

Ce prix, créé en 1990, dans le cadre du programme annuel ADION-OCA, a été fixé à 5 000 F. Il récompense les auteurs de travaux effectués à titre bénévole au sein de l'établissement et qui se sont révélés d'un intérêt exceptionnel. Il a été attribué deux fois :

- M. ZUNTINI en 1990
- M. René GILLI en 1991.

Les récompenses sont attribuées par un comité désigné conjointement par le directeur de l'OCA et le président de l'ADION. Mais aucune proposition n'ayant été faite par les directeurs des départements sollicités, ce prix n'a plus été attribué pendant notre mandat.

6. Adhésion à l'ADION

En 1994, l'assemblée générale décidait de radier tous les anciens membres qui n'avaient plus payé de cotisation dans les trois dernières années. Un courrier leur avait alors été adressé. Le nombre actuel d'adhérents est :

- 94 membres permanents (dont 20 de l'OCA)
- 60 membres non permanents (dont 26 de l'OCA)

Les différentes campagnes d'adhésion auprès des membres de l'OCA se sont révélées peu efficaces. Rappelons que le montant de la cotisation a été porté à 75 F en 1991 et à 100 F en 1994, et qu'un reçu fiscal est adressé chaque année pour réduction d'impôt.

7. Commissaires aux comptes

Janine Provost et Frédéric Thévenin ont assumé avec sérieux la tâche de commissaires aux comptes pendant tout ce mandat, qu'ils en soient remerciés.

II - Rapport de J.A. de Freitas Pacheco, directeur de l'Observatoire de la Côte d'Azur

J.A. de Freitas Pacheco, directeur de l'OCA, fait un sommaire du bilan détaillé qu'il a présenté au Conseil d'Administration de l'OCA en mars. Il rappelle que depuis sa prise de fonction, en juin 1994, une préoccupation essentielle a été la préparation du plan quadriennal 1996-1999.

1) Problèmes de budget.

Au cours du précédent plan quadriennal (1992-1995), le budget de l'OCA a été maintenu constant. Ce budget provient du MEN (50%) du CNRS (35%) et de contrats (15%). Mais, le coût des opérations ayant augmenté, le budget n'a pu suivre cette évolution. Par exemple, pour le budget bibliothèque, le coût des abonnements ayant augmenté de 15 à 20%, il a fallu diminuer le nombre des abonnements, supprimer les travaux de reliure et réduire les achats de livres scientifiques. Pour l'achat de livres nouveaux, nécessaires pour le maintien d'une "bonne" bibliothèque, l'OCA a dû utiliser le BQR (Bonus Qualité Recherche) réservé au développement d'actions spécifiques. Cette situation sera probablement identique au cours des quatre prochaines années. Il devient donc nécessaire de rechercher des ressources financières en dehors des ressources propres afin de financer des opérations plus spécifiques. Les principaux résultats obtenus dans ce domaine en 1995 concernent :

- La réfection du Pavillon de Physique (financée par le MESR pour un montant de 300 KF, subvention exceptionnelle) ;
- Le débroussaillage du domaine (financé aussi par le MESR pour un montant de 250 KF) ;
- La réfection du Pavillon Magnétique (extérieur réalisé grâce à une subvention de 400 KF du Conseil Général). La remise en état de l'intérieur, sous forme de studios pour les visiteurs, bénéficie actuellement d'une nouvelle subvention (400 KF) du Conseil Général qui, en contrepartie se réserve la possibilité de l'utiliser en quelques cas exceptionnels ;
- L'aménagement du Plateau de Calern dans le cadre du Plan de Développement des Zones Rurales (PDZR, CEE) ;
- Le projet muséal (à partir d'une subvention de la Région : 200 KF en 1995-96 et d'une subvention du MESR/DRRT : 100 KF). Les travaux au Grand Méridien et au Pavillon d'entrée dépendent actuellement des architectes des Bâtiments de France ;

- Le renouvellement des bourses Henri Poincaré (renouvellement pour 4 ans de la subvention accordée par le Conseil Général : 150 KF annuel).

Pierre Granes est chargé par l'OCA du suivi des différents dossiers présentés auprès des instances départementales et régionales pour l'obtention des subventions.

2) Problèmes de Personnel

Les statuts du CNRS étant différents de ceux du MEN, le remplacement des postes devenus vacants (retraites, décès, ...) connaît un sort différent selon l'organisme. Si, au MEN, tous les postes ont été remplacés, au CNRS, aucun des quatre postes devenus vacants n'a été réaffecté. Il s'en suit, à très court terme, une situation catastrophique pour les réponses à donner aux appels d'offre. La perte de personnel entraîne une perte de contrats et donc in fine, une perte de subventions. Cependant, notre plan de demande de formation permanente auprès du CNRS, demande dont la formulation a été citée en exemple par le SDU, nous a permis de récupérer des sommes bloquées au Ministère à cette fin.

3) Production scientifique

Notre production scientifique est en plein essor : notre taux de publication croît de 20% par an depuis 1993 ! Il en est de même des tâches d'enseignement dispensé par les chercheurs de l'OCA (croissance de 10% par an). Ce dynamisme a été marqué par l'attribution de la médaille de bronze du CNRS à Alexandre Morbidelli, récompense attribuée à un jeune chercheur pour la fécondité de ses travaux.

Parmi les productions d'excellence de l'OCA en 1995, on peut citer :

- La réalisation du laser-satellite mobile au Plateau de Calern ;
- L'arrivée dans le département Cassini de G. Grec, un des responsables de l'expérience GOLF sur le satellite SOHO lancé le 2 décembre 1995, favorisant ainsi le développement des moyens spatiaux à l'OCA ;
- L'achèvement de la mission HIPPARCOS ;
- La signature d'un contrat important avec l'ESO pour la construction d'un suiveur de franges pour le VLTI ;
- L'opération de soutien au télescope de Schmidt, grâce à des contrats avec le CNES et le DLR (Organisme de recherche allemand) ;
- Les premières expériences laser-couleur au laser-lune qui vont permettre de mesurer des distances Terre-Lune de l'ordre de quelques millimètres.

Dans les perspectives à court terme, le projet REGAIN, bientôt terminé, permettra de nouvelles exploitations astrophysiques au GI2T ; et la mise en fonction de la caméra CCD sur le Schmidt redynamisera l'observation des petits corps célestes. D'autre part l'expérience GOLF ayant donné ses premiers résultats, leur exploitation va pouvoir commencer.

A plus long terme, signalons le projet d'une machine SIVAM pour le calcul intensif en simulation numérique à deux et trois dimensions, ainsi qu'un projet commun avec l'ONERA sur l'installation d'un télescope à optique adaptative au Plateau de Calern.

Pour terminer, le directeur remercie l'ADION et sa présidente pour les nombreux services rendus à l'OCA.

III - Rapport financier, présenté par G. Berthomieu, trésorière de l'ADION

L'exercice budgétaire 1995 est résumé sur le premier tableau ci-joint. Dans la première colonne sont indiquées les sommes gérées par l'ADION au 31 décembre et qui sont déposées sur différents comptes, placées en compte à terme, en actions Francic (qui constituent l'essentiel de

la dotation) ou en SICAV Oblisud. Pour ces dernières, la valeur mentionnée est la valeur d'achat. Au 31 décembre 1995, leurs valeurs étaient de 81 771.50 F pour les Francic et 85 700.25 F pour les Oblisud. La deuxième colonne du tableau donne la répartition de l'ensemble de ces sommes entre le fonds de réserve, le fonds de roulement et les différentes activités de l'ADION.

L'ADION possède statutairement un fonds de réserve obligatoire, la dotation. Celle-ci est augmentée chaque année des 10% statutaires prélevés sur les intérêts des sommes placées et s'il y a lieu des cotisations perpétuelles.

L'ADION assure la gestion du contrat Los Alamos et de la subvention de la fondation des Treilles obtenue par U. Frisch pour l'organisation d'une collaboration avec des chercheurs russes. L'ADION a aussi géré le programme Henri Poincaré et différents colloques organisés par des membres de l'OCA.

La gestion des activités propres de l'ADION est détaillée dans le deuxième tableau et présente un solde négatif. Les recettes proviennent des cotisations, de la subvention de l'OCA, des intérêts des sommes placées, des frais de gestion des colloques (2%) et contrats (5%) et de la vente des plaquettes. Conformément au programme 1995 de la convention avec l'OCA, la subvention a été utilisée pour l'édition du bulletin (ce qui n'apparaît pas dans le présent exercice parce que la facture a été réglée après le 31 décembre) et la cérémonie de remise de la médaille au professeur R. Kraichnan.

Cette année, un don de 34 000F de la société Stitch Productions qui a effectué un tournage près de la Grande Coupole de l'Observatoire, nous a été offert pour promouvoir les activités internationales de l'OCA. Il a été utilisé pour l'édition d'une plaquette français-anglais de présentation de l'OCA.

L'ADION possède une voiture qui est mise à la disposition des visiteurs scientifiques de l'Observatoire moyennant une participation de 150 F par jour. Cette année, la gestion de la voiture ADION est fortement déficitaire en raison de son peu d'utilisation.

Le poste le plus important est constitué par les avances que l'ADION est amenée à consentir aux chercheurs étrangers séjournant à l'Observatoire, à cause des délais administratifs trop longs avec lesquels ces chercheurs sont payés. L'importance des sommes en jeu explique la nécessité d'un fonds de roulement assez élevé.

Francine Mugnier assure la gestion des différents comptes de l'ADION avec compétence et efficacité et je l'en remercie vivement.

IV - Rapport des commissaires-aux-comptes

J. Provost et F. Thévenin, commissaires-aux-comptes, félicitent G. Berthomieu et F. Mugnier, pour la transparence de leur gestion. La présentation s'améliore chaque année. Ils n'ont relevé aucune erreur dans la gestion des comptes de l'ADION.

Le rapport financier est adopté à l'unanimité.

V - Renouvellement du Conseil - Dépouillement des bulletins de vote

Nombre de votants : 51
Suffrages exprimés : 51

Ont obtenu :

Benotto Danièle	: 51 voix
Berthomieu Gabrielle	: 51 voix
Faucher Paul	: 51 voix
Frisch Hélène	: 51 voix
Lopez Bruno	: 51 voix
Morbidelli Alexandre	: 51 voix
Onetto Jean-Louis	: 51 voix
Pierron Francis	: 51 voix
Scholl Hans	: 51 voix

Les neuf candidats sont tous élus.

Les candidats seront ultérieurement convoqués pour constituer le bureau.

La séance est levée à 18 heures.



Paul FAUCHER
Secrétaire Général de l'ADION

ADION

BILAN 1995

	ACTIF	PASSIF
FONDS DE RESERVE - DOTATION		51 991,99
FONDS DE ROULEMENT		219 483,36
COMPTE COURANT POSTAL	44 351,42	
COMPTE BANCAIRE	367 200,36	
CAISSE	2 122,05	
FRANCIC	39 774,68	
OBLISUD	51 739,74	
COMPTE A TERME	100 000,00	
CONTRAT LOS ALAMOS		53 748,10
LES TREILLES		69 242,97
PROGRAMME H.POINCARE		174 780,47
GESTION COLLOQUES		66 077,15
ADION :		
. Gestion	34 142,62	
. Dotation		4 006,83
TOTAL	639 330,87	639 330,87

ADION
BILAN 1995

Gestion des opérations propres à l'ADION

	RECETTES	DEPENSES
Cotisations	2 600,00	
Subvention	20 000,00	
Intérêts	4 616,42	
Frais de gestion	4 580,00	
Plaquettes	635,00	34 000,00
Avances aux chercheurs étrangers	95 071,14	130 500,00
Voiture ADION	1 650,00	7 446,52
Edition du bulletin		182,50
Remise de la Médaille	180,00	24 109,25
MAIF		214,10
DIVERS	36 500,00	3 497,90
TOTAUX	165 832,56	199 975,18
SOLDE		34 142,62



**Association pour le
Développement International de l'Observatoire de Nice**

Association reconnue d'utilité publique par décret du 15 septembre 1966

**COMPTE-RENDU DU CONSEIL DE L'ADION
DU 15 DECEMBRE 1995**

Etaient présents: D. Benest, D. Benotto, G. Berthomieu, P. Faucher, H. Frisch.
Etaient excusés: G. Laporte, A. Maury, R. Michard, H. Scholl.

1. Médaille de l'ADION.

Deux médailles de l'ADION ont été remises au cours de l'année 1995 :

- La médaille 1993 à R. Kraichnan le 6 janvier.
- La médaille 1994 à Ch. H. Townes le 29 juin.

Les bilans financiers de ces deux journées qui n'avaient jamais été publiés s'établissent ainsi:

Médaille 1993 : R. Kraichnan

Cartes d'invitation(100)	320,00
Voyage+séjour(*)	10 000,00
Buffet	2 573,15
	—
TOTAL	12 893,15

Médaille 1994 : Ch. H. Townes

Cartes d'invitation(100)	320,00
Voyage+séjour	5 000,00
Buffet	2 449,10
Repas au restaurant	2 263,00
Hôtel Westminster	670,00
	—
TOTAL	10 702,00

H. Frisch informe le conseil des démarches récentes effectuées auprès de Monsieur V. Arnold, médaille 1995 de l'ADION, afin de fixer une date pour la remise de la médaille.

En ce qui concerne l'attribution de la médaille 1996, H. Frisch rappelle la liste des noms qui avaient été proposés par un groupe de réflexion réunissant les directeurs de l'OCA, de l'ADION et des trois départements. Cependant, le conseil étant renouvelé lors de la prochaine assemblée générale de l'ADION, il apparaît que c'est au futur conseil de faire des propositions au comité de la médaille.

(*) *Un complément de 3 000 F. a été attribué par la Fondation des Treilles pour permettre à R. Kraichnan de participer à l'atelier "Structures à petite échelle en turbulence tri-dimensionnelle fluide et MHD" organisé par l'OCA du 10 au 13 janvier*

2. Bulletin de l'ADION n° 29.

P. Faucher fait part de l'état d'avancement de la prochaine édition du bulletin. Un modèle de la version définitive est présenté avec un rappel des différentes rubriques qui le composent. Fac Copy, contacté pour réaliser la reliure, doit effectuer ces travaux avant la fin de l'année. Ce bulletin qui sera tiré en 250 exemplaires sera donc distribué aux adhérents à la fin de ce mois.

3. Renouvellement du conseil de l'ADION.

Le mandat du présent conseil élu en 1992 se termine à la prochaine assemblée générale. Tout membre adhérent pouvant être candidat, un appel à candidature sera diffusé aux membres de l'ADION afin que les candidatures spontanées puissent se manifester.

Le conseil de constituera une liste de candidats qui sera soumise au vote des adhérents et qui sera distribuée en même temps que la convocation à l'assemblée générale. Celle-ci est prévue pour la deuxième quinzaine de mars.

3. Questions diverses.

Panneaux pour posters. G. Berthomieu signale la difficulté à trouver des panneaux pour les séances "posters" lorsqu'un colloque est organisé par des membres de l'OCA. Récemment, la direction de l'OCA s'est penché sur ce problème et a effectué un premier achat de six supports de structure métallique légère et démontable, pour panneaux de 100cm. x 170cm. Les séances "posters" nécessitant souvent un nombre important de panneaux, G. Berthomieu propose que l'ADION qui perçoit des frais pour la gestion de ces colloques, soutienne cette activité internationale de l'OCA en participant à l'achat d'un certain nombre de panneaux. Cette proposition a été retenue; une somme de 10 000F. sera dégagée pour cette dépense et servira à acheter des panneaux de dimensions plus réduites mieux adaptées aux dimensions traditionnelles 100cm x 120cm des posters.

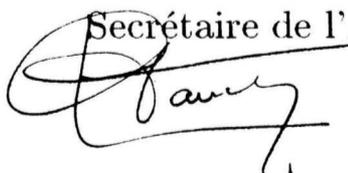
Programme OCA-ADION pour 1996. Il est convenu, dans le cadre de la prévision de budget 1996 de l'OCA, de reconduire les mêmes demandes que celles faites en 1995, soit 20 KF pour le bulletin et la médaille.

Voiture ADION. Son utilisation par des visiteurs est de moins en moins fréquente mais elle est utilisée régulièrement par les services techniques (service des rondes de surveillance la nuit). H. Frisch est chargée de discuter avec le directeur de l'OCA sur l'avenir de ce véhicule qui reste assuré par l'ADION jusqu'en septembre 1996.

Contrat DLR-A. Maury. G. Berthomieu fait part au conseil des dernières dispositions qui permettent à l'ADION de transférer ce contrat à l'OCA.

Paul Faucher.

Secrétaire de l'ADION.





Association pour le Développement International de l'Observatoire de Nice

Association reconnue d'utilité publique par décret du 15 septembre 1966

COMPTE-RENDU DU CONSEIL DE L'ADION DU 11 MARS 1996

Etaient présents: D. Benest, D. Benotto, G. Berthomieu, P. Faucher, H. Frisch, H. Scholl.
Etaient excusés: G. Laporte, A. Maury.

1. Préparation de l'Assemblée Générale.

Afin de tenir compte de la disponibilité de chacun, la date de la prochaine assemblée générale statutaire de l'ADION a été fixée au vendredi 19 avril à 16h. dans la nef du CION. Le rapport moral portera sur les activités du dernier mandat (1992-1996). La convocation à chacun des membres doit être adressée, selon les statuts, au moins huit jours avant la date de l'assemblée.

2. Renouvellement du Conseil de l'ADION.

H. Frisch et P. Faucher font état des différents contacts pris afin d'établir une liste de candidats pour le renouvellement du conseil. Les personnes contactées hésitent à prendre immédiatement des postes de responsabilité. La liste retenue tient compte de la volonté de renouveler au maximum le bureau.

1. Médaille de l'ADION 1995.

Suite aux démarches effectuées par H. Frisch auprès de V. Arnold, le lauréat 1995, la cérémonie de la remise de la médaille a été fixée au vendredi 26 avril à partir de 14h30. Elle se déroulera dans la nef du CION. Claude Froeschlé a accepté de prendre en charge l'éloge au candidat et V. Arnold donnera une conférence intitulée :

De la mécanique céleste à la géométrie symplectique

Les premiers détails pratiques concernant la venue de Monsieur Arnold ont été discutés et une réunion préparatoire à l'organisation matérielle de la réception sera fixée ultérieurement.

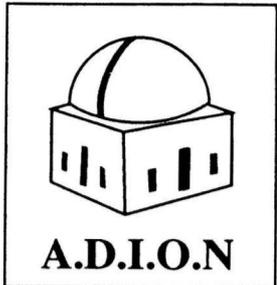
4. Questions diverses.

Panneaux pour posters. Suite à la décision prise au précédent conseil, six panneaux et huit empiètements ont été achetés à la CAMIF, identiques à ceux déjà disponibles à l'OCA. Coût de l'opération : 11 960 F.

Paul Faucher.

Secrétaire de l'ADION.





Association pour le Développement International de l'Observatoire de Nice

Association reconnue d'utilité publique par décret du 15 septembre 1966

COMPTE-RENDU DU CONSEIL DE L'ADION DU 10 MAI 1996

Etaient présents: D. Benotto, G. Berthomieu, P. Faucher, H. Frisch, B. Lopez, A. Morbidelli, J.L. Oneto, F. Pierron.

Etait excusé: H. Scholl.

1. Voiture de l'ADION.

La voiture vient de passer le contrôle technique, obligatoire chaque deux ans, et son état n'exige pas de contre-visite. Le conseil de l'ADION donne son accord pour effectuer une remise en bon état de sécurité (coût d'environ 2 200F) et de prolonger au moins pendant une nouvelle année sa mise à disposition aux visiteurs étrangers. Cependant, vu l'âge de la voiture et le coût actuel des locations, le conseil décide de revoir à la baisse son tarif. A partir de ce jour, le coût de la location est fixé ainsi :

Prix à la journée : 100 F.

Forfait semaine : 500 F.

Le conseil rappelle que, pour des raisons d'assurance, tout loueur doit être membre de l'ADION (cotisation annuelle de 100F.).

Le montant de l'assurance actuelle paraissant élevé en fonction de l'utilisation du véhicule, B. Lopez se charge de contacter d'autres compagnies afin de rechercher éventuellement un meilleur contrat.

2. Election du bureau.

Le conseil de l'ADION a élu à l'unanimité, pour un an, son bureau qui est composé ainsi :

Présidente :	H. Frisch
Vice-Président :	H. Scholl
Secrétaire général :	P. Faucher
Secrétaire adjoint :	B. Lopez
Trésorière :	G. Berthomieu
Trésorier adjoint :	A. Morbidelli

3. Avance sur salaire aux chercheurs étrangers.

Cette activité de l'ADION qui s'est beaucoup développée ces dernières années, nécessite la mise en place d'une procédure pour l'obtention de cette avance. Le conseil décide de préparer deux textes :

- l'un, sur les conditions de prêt, destiné aux visiteurs et envoyé par le service du personnel de l'Observatoire.

- l'autre, sur la procédure à suivre, à usage interne pour l'ADION.

Un formulaire sera disponible auprès du service du personnel et devra être rempli par le chercheur afin que sa demande puisse être examinée par l'ADION.

4. Appel à la cotisation ADION 1996.

Cet appel se fait chaque année après l'assemblée générale en même temps que l'envoi aux adhérents du compte-rendu de l'AG. Cet appel sera fait sur papier-couleur afin d'attirer l'attention des membres.

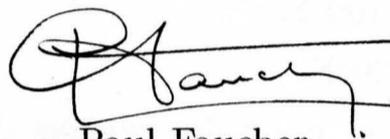
Il est aussi décidé de solliciter les membres perpétuels pour une cotisation exceptionnelle qui servirait à l'aménagement des nouveaux studios au pavillon magnétique, favorisant ainsi l'accueil des chercheurs (selon les statuts). Rappelons que la transformation en studios du pavillon magnétique a été réalisée grâce à deux subventions exceptionnelles du Conseil Général des Alpes-Maritimes, chacune d'un montant de 400 KF.

D'autre part, une demande d'adhésion sera adressée à tous les membres de l'OCA qui n'ont pas encore rejoint notre association, cette demande sera accompagnée d'un compte-rendu de nos principales activités.

5. Médaille de l'ADION 1996.

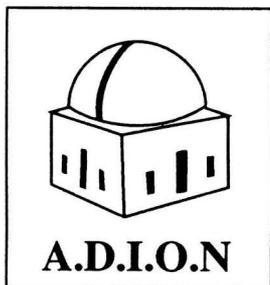
Le conseil rappelle la liste des candidats déjà proposés par les directeurs d'URA lors d'une précédente réunion en décembre 1994. Les directeurs seront de nouveau contactés pour d'éventuelles nouvelles propositions. Le conseil fait remarquer que, jusqu'à présent, une seule femme (Margaret BURBIDGE en 1987) a été honorée par cette médaille. Le prochain conseil choisira les candidats qui seront proposés à la sélection du comité de la médaille.

La séance est levée à 18h.



Paul Faucher.

Secrétaire de l'ADION.



Association pour le Développement International de l'Observatoire de Nice

Association reconnue d'utilité publique par décret du 15 septembre 1966

COMPTE-RENDU DU CONSEIL DE L'ADION DU 18 OCTOBRE 1996

Etaient présents: G. Berthomieu, P. Faucher, H. Frisch, J.L. Oneto, H. Scholl.

Etait excusés: D. Benotto, B. Lopez, A. Morbidelli, F. Pierron.

*Cette séance, ouverte à 11h, s'est tenue pour la première fois dans les locaux de Rocquevi-
gnon à Grasse.*

1. Médaille de l'ADION 1996.

H. Frisch rappelle les différentes candidatures proposées antérieurement par les directeurs des départements. Cette liste est amendée. Après discussion, il a été retenu de proposer au comité de la Médaille la liste suivante composée de quatre candidats:

- M. MAYOR, spécialiste de dynamique, pour ses travaux récents sur la recherche observationnelle de planètes extra-solaires.
- E.N. PARKER, spécialiste des champs magnétiques cosmiques, pour ses travaux concernant les problèmes de dynamo et de reconnection de lignes de champ.
- M. REES, spécialiste de cosmologie,
- M.J. SEATON, spécialiste de physique atomique, pour ses travaux d'application à l'étude des opacités.

Une fiche de présentation de ces candidats (en principe, une petite page) sera demandée à des chercheurs des équipes concernées. Il serait souhaitable que ces candidatures soient proposées aux membres du comité de la Médaille à partir du 18 novembre 1996.

2. Bulletin de l'ADION.

P. Faucher fait une brève présentation du contenu du prochain bulletin (bulletin n° 30) qui doit paraître à la fin du mois de décembre. L'ossature du bulletin sera identique aux précédents avec la même couverture. Ce bulletin sera tiré à 250 exemplaires.

3. Voiture de l'ADION.

Cette voiture ayant passé avec succès le contrôle technique obligatoire en mars dernier, le conseil avait décidé lors de sa dernière réunion d'effectuer une remise en bon état de sécurité et de prolonger au moins pendant une nouvelle année sa mise à disposition aux visiteurs étrangers. Malheureusement, en juillet dernier, le système de freinage a été défaillant. Il a alors été décidé de ne plus louer le véhicule en raison d'un manque de garanties sur sa sécurité. L'assurance a été résiliée fin juillet et il sera demandé au directeur de l'OCA si les services techniques souhaitent récupérer le véhicule dans son état actuel. Sinon, il sera livré à la casse.

4. Plaquette de l'OCA.

Au cours de la période 1989-1991, l'ADION a pris en charge la réalisation d'une plaquette de l'OCA destinée aux visiteurs pour les informer des diverses recherches qui y sont effectuées. Une version anglaise était aussi mise à la disposition des visiteurs étrangers en 1991. Le stock (5750 plaquettes pour la version française et 2000 plaquettes pour la version

anglaise) s'épuise. Le problème se pose de procéder à un retraitage. Cette plaquette avait été réalisée par l'Atelier de l'écrit du CNRS. Le renouvellement de la plaquette sous sa forme actuelle redonnerait aux visiteurs la même image de l'OCA pour les cinq prochaines années et ceci ne paraît pas souhaitable. Tout renouvellement de la plaquette nécessite une réactualisation des activités de l'OCA qui y sont présentées. Un tel travail demande un gros investissement pour la préparation de nouveaux textes sans compter les besoins financiers. Il paraît souhaitable que le service de la communication qui a été mise en place à l'OCA depuis la réalisation de la précédente plaquette, participe à l'opération. Un entretien sera demandé au directeur de l'OCA afin de rechercher conjointement la façon la plus efficace pour offrir aux visiteurs un document ad hoc.

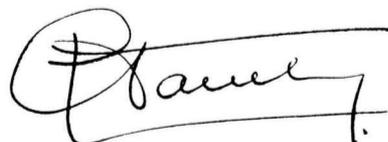
5. Aménagement des nouveaux studios de l'OCA.

La transformation en studios du pavillon magnétique est en cours. Lors de notre dernier conseil, il avait été décidé de lancer un appel à nos membres permanents pour une donation destinée à l'aménagement des locaux afin d'offrir aux visiteurs étrangers un lieu de convivialité lors de leurs séjours. Cet appel (joint en annexe) a permis de recueillir jusqu'à présent la somme de 8252.60 F. Un remerciement personnel sera adressé à chaque généreux donateur. La somme recueillie sera utilisée pour l'achat de matériel audio-visuel et aménagement d'un coin-détente commun. Ce matériel sera choisi lorsque les travaux actuels seront terminés.

6. Questions diverses.

- a) Avance sur salaire aux chercheurs étrangers. P. Faucher rappelle qu'à la suite du dernier conseil, une procédure a été mise en place pour l'obtention d'une avance sur salaire pour les chercheurs étrangers. Les textes préparés sont joints en annexe. L'un est remis au chercheur par les services de l'administration en même temps que sa lettre d'invitation, l'autre est à remplir lors de son arrivée et est disponible au secrétariat de l'ADION (Mme Mugnier).
- b) Avance ponctuelle pour un départ à la retraite. La présidente de l'ADION a été sollicitée par le directeur de l'OCA pour résoudre un problème financier lors du départ à la retraite d'un agent de l'OCA. Une telle action n'est pas du ressort de l'ADION qui a accepté de satisfaire à la demande du directeur à titre exceptionnel. Une entrevue sera demandée au directeur pour discuter de ce type de problèmes.
- c) Adhésion 1996. Aucune campagne n'a été faite pour solliciter nos collègues de l'OCA d'adhérer à l'ADION et seulement 25 membres non permanents ont renouvelé spontanément leur adhésion. L'effort reste à faire pour sensibiliser le plus grand nombre pour nous rejoindre.
- d) Demande de rendez-vous auprès du directeur. Un rendez-vous sera demandé au directeur de l'OCA, si possible au cours de la semaine du 4 novembre, afin de débattre avec lui de certains points soulevés au cours de cette réunion et qui relèvent aussi de la compétence de l'OCA.

La séance est levée à 12h40.



Paul Faucher.
Secrétaire de l'ADION.

MEDAILLE DE L'ADION

Remise de la médaille de l'ADION 1995 au Professeur Vladimir I. ARNOLD

La médaille de l'ADION, fondée par Jean-Claude Pecker en 1962, honore chaque année une personnalité scientifique de notoriété mondiale, dont les contributions ont marqué de façon importante les recherches développées à l'Observatoire de la Côte d'Azur.

Monsieur Vladimir I. Arnold, Professeur à l'Université de Paris-Dauphine et à l'Université de Moscou, a reçu le vendredi 26 avril 1996, à 14h30, à l'Observatoire de Nice, la médaille 1995 de l'ADION.

Membre de l'Académie des Sciences de Russie ainsi que de sept autres Académies des Sciences dans différents pays du monde, dont la France, Monsieur Arnold est le plus grand expert au monde de la théorie des systèmes dynamiques. Il fut le premier à attirer l'attention du rôle du mouvement chaotique des particules fluides dans les mécanismes, genre dynamo, rôle qui est essentiel pour la compréhension des champs magnétiques générés dans les objets cosmiques. Les chercheurs de l'Observatoire de la Côte d'Azur, spécialistes en Mécanique Céleste et en Dynamique des Fluides, s'inspirent constamment des travaux de Monsieur Arnold.

La médaille a été remise au Professeur Vladimir I. Arnold par Monsieur José A. de Freitas Pacheco, Directeur de l'Observatoire de la Côte d'Azur, en présence d'une forte communauté de mathématiciens de l'Institut Jean Dieudonné de la Faculté des Sciences de Valrose (Université de Nice-Sophia-Antipolis) et du personnel de l'Observatoire de la Côte d'Azur. Le discours d'éloges au candidat a été prononcé par Claude Froeschlé, astronome à l'OCA et spécialiste de mécanique céleste. Son discours est reproduit ci-après.

Le Professeur Arnold a présenté ses travaux dans sa conférence intitulée :

"De la dynamique céleste à la géométrie symplectique"

La cérémonie s'est terminée autour d'un buffet offert par l'ADION.

Comité de la Médaille de l'ADION

La médaille de l'ADION est décernée par le Conseil de l'ADION sur recommandation du Comité de la Médaille dont la composition et les règles de fonctionnement ont varié au cours du temps. En particulier, l'intégration en 1988 de l'Observatoire de Nice à un institut plus élargi, l'Observatoire de la Côte d'Azur, nous a amenés à modifier le mode d'attribution de la médaille. Depuis 1991, la médaille honore une personnalité scientifique dont les contributions à l'avancement de la science ont, ou ont eu, un impact significatif sur les recherches développées à l'Observatoire de la Côte d'Azur.

Le Comité de la Médaille est actuellement composé de 7 membres:

- Mme Margaret GELLER, Center for Astrophysics, CAMBRIDGE, MA 02138 USA.
- M. Jacques BECKERS, NSO, TUCSON AZ 85726 USA.
- M. Roger BONNET, ESA, PARIS France.
- M. Jacques HENRARD, Université de Namur, NAMUR Belgique.
- M. Paul PAQUET, Observatoire Royal de Belgique, BRUXELLES Belgique.
- M. Michaël PROCTOR, DAMTP, CAMBRIDGE CB3 9EW Grande-Bretagne.
- M. Evry SCHATZMAN, DASGAL Observatoire de Paris, MEUDON France.

HOMMAGE à Vladimir Igorevitch ARNOLD

par

Claude FROESCHLE

Astronomie à l'Observatoire de la Côte d'Azur

Cher Professeur Arnold,

Il n'est pas question de se lancer dans la mission impossible qui consisterait à faire une description exhaustive de l'ensemble de vos travaux, ni même de les aborder tous, car avec près de 200 publications, dont 17 livres, vous avez animé la recherche sur les systèmes dynamiques dans le monde entier. Rappelons, s'il en est besoin, que vous êtes Professeur à la fois à l'Université de Paris-Dauphine et à l'Université de Moscou, que naturellement, vous êtes membre de l'Académie des Sciences de Russie ainsi que membre correspondant de notre Académie des Sciences, que vous avez été nommé Docteur Honoris Causa dans quatre universités célèbres dont l'Université Pierre et Marie Curie à Paris.

Mais laissons là les titres officiels pour essayer de cerner, un petit peu, non seulement l'originalité de vos travaux scientifiques, mais également l'étendue de votre culture.

Vous êtes, en effet, un des rares mathématiciens qui vous intéressez réellement au monde de la physique et, ce faisant, à l'approche numérique. Je vais même, peut-être, être blasphématoire en évoquant ce que j'appellerai les mathématiques expérimentales, c'est-à-dire l'utilisation de calculateurs pour étudier les modèles dynamiques simples mais non simplistes.

Ceci m'amène à évoquer beaucoup plus directement vos liens avec l'OCA. En effet, on m'a expliqué que l'attribution de la médaille de l'ADION honorait non seulement des scientifiques exceptionnels, mais également des scientifiques ayant eu une grande influence sur les recherches effectuées à l'OCA. Sur ce thème, je me bornerai à évoquer quelques exemples précis, mais il demeure bien entendu que pour les dynamiciens de l'Observatoire de la Côte d'Azur vos travaux sont constamment évoqués.

Tout d'abord, je vais parler de ce que je connais le moins. En mécanique des fluides, sur le problème de la génération d'un champ magnétique dans un écoulement conducteur, vous avez été le premier à noter qu'en l'absence de diffusivité magnétique (conducteur parfait), un champ magnétique se comporte comme une paire de particules infiniment voisines. Le problème de la croissance du champ magnétique se ramène alors à un problème de système dynamique : trouver l'exposant de Lyapunov du flot associé à l'écoulement. Cette observation qui était une remarque que vous fîtes en 1972 au sujet de la stabilité des fluides parfaits, a complètement renouvelé la problématique de l'étude de l'effet dynamo. Déjà, dans les années 1960, vous aviez suggéré à Michel Hénon, dans ce domaine, l'étude des écoulements ABC (A pour Arnold) qui ont été repris en 1986 et ont fait l'objet d'un gros article dans le "Journal of Fluids Mechanics" dont Michel Hénon et Uriel Frisch sont parmi les signataires.

Mais quittons maintenant la mécanique des fluides, sujet que je me garderais bien de minimiser au sein de l'OCA, pour évoquer maintenant la mécanique céleste ou plus généralement, la dynamique des systèmes hamiltoniens Dans ce domaine, avec ce que l'on appelle les

théorèmes KAM (Kolmogorov, Arnold, Moser) qui prouvent la persistance des tores invariants loin des résonances, vous rejoignez nos grands ancêtres : Lagrange, Laplace, Poincaré, Birkhof, Ces théorèmes KAM sont devenus tellement classiques que les références sont maintenant omises lorsqu'on les évoque. Michel Hénon, lorsqu'il travaillait sur un des articles le plus cité dans le monde de la physique, le fameux Hénon-Heiles, m'a raconté l'éclairage qu'apportèrent ces théorèmes aux résultats numériques : l'existence de courbes invariantes et toute la géographie des îles au milieu d'une mer chaotique avaient enfin un support théorique. Il en est de même du vieux problème, peut-être le premier grand problème scientifique, de la stabilité du système solaire : une brèche était ouverte à travers le champ de mines des petits dénominateurs dont Poincaré lui-même avait clairement signalé l'obstacle en le jugeant quasiment infranchissable. Récemment, A. Morbidelli et A. Giorgilli, par une combinaison astucieuse des théorèmes KAM et Nekhorev, ont montré le caractère de diffusion super exponentiellement lente autour des tores KAM. Je concluerai l'évocation de ces années que nous regrettons tous (les sixties) par un souvenir plus personnel. Une bonne partie des études de ma thèse que j'ai soutenue en 1971, ont leur origine dans une lettre que vous aviez envoyée à Michel Hénon en 1965.

Terminons par une pointe d'humour. Vous avez donné votre nom à des objets et des systèmes dynamiques : la diffusion d'Arnold, le réseau d'Arnold, mais aussi à un pauvre chat que vous avez torturé mathématiquement, le fameux chat d'Arnold. J'espère qu'il ne vous a valu aucun déboire avec la SPA.

Je remercie mes collègues de l'honneur qui m'a été fait en me demandant d'effectuer cette présentation et j'espère avoir réussi à exprimer la joie que nous avons ressentie quand vous avez accepté la médaille de l'ADION

**Personnalités auxquelles la MEDAILLE DE L'ADION a été attribuée
pour leur oeuvre scientifique et leur contribution
à la coopération internationale en astronomie**

1963	André DANJON
1964	Marcel MINNAERT
1965	Bengt STROMGREN
1966	Otto HECKMANN
1967	Charles FEHRENBACH
1968	Alexandre A. MICKHAÏLOV
1969	Donald SADLER
1970	André LALLEMAND
1971	Bart J. BOK
1972	Lubos PEREK
1973	N'a pas été attribuée
1974	Pol SWINGS et Evry SCHATZMAN
1975	Kaj A. STRAND
1976	Wilbur A. CHRISTIANSEN
1977	Jean DELHAYE
1978	Jan OORT
1979	N'a pas été attribuée
1980	Jean-Claude PECKER
1981	Cornelius de JAGER
1982	Walter FRICKE
1983	Bohdan PACZINSKI
1984	Paul LEDOUX
1985	Martin SCHWARZSCHILD
1986	Fred HOYLE
1987	Margaret BURBIDGE
1988	Allan SANDAGE

**Personnalités auxquelles la MEDAILLE DE L'ADION a été attribuée
pour leur oeuvre scientifique et leur contribution
aux recherches développées à l'Observatoire de la Côte d'Azur**

1991	Yoji OSAKI
1992	François RODDIER
1993	Robert KRAICHNAN
1994	Charles TOWNES
1995	Vladimir ARNOLD

LE COIN DE L'AMATEUR

La gestion du GRAND EQUATORIAL COUDÉ par l'association NOVAE

par

Yves Bresson, Daniel Gaffé, Yves Roudier

1 Historique de la lunette Coudé

1.1 Période pre-Novae

De tous les instruments d'observation de l'Observatoire de Nice, la lunette Coudé est la plus facile à reconnaître. Sa forme est due à l'astronome parisien **Loewy**, spécialiste de l'observation planétaire, qui l'imagina vers 1871.

Il s'agissait à l'époque, de donner une meilleure stabilité mécanique aux grandes lunettes astronomiques, en les munissant d'un point d'appui situé vers le milieu de leur tube, à un endroit *a priori* favorable.

L'instrument génère peu de turbulence car il n'y a pas de coupole. Il peut aussi observer le ciel dans son entier, contrairement aux sidérostats classiques. Grand avantage, l'oculaire ne change pas de position et se trouve à l'abri : des instruments optiques encombrants et fragiles peuvent être placés au foyer et solidement arrimés à un banc optique. De plus les observateurs de l'époque ne virent probablement pas d'inconvénients à travailler enfin au chaud !

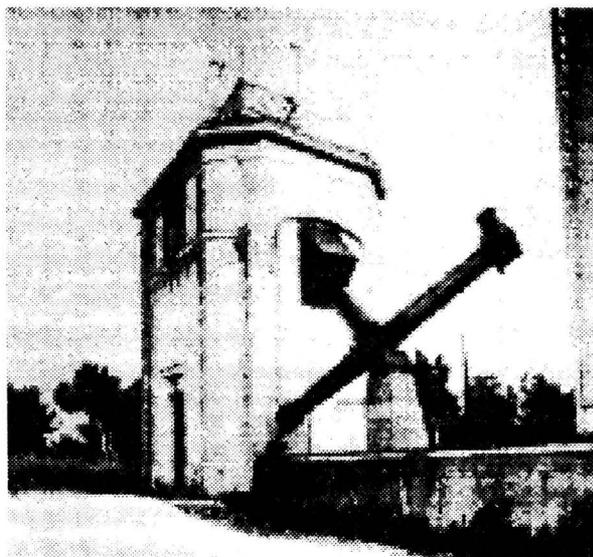


Figure 1: *Le Coudé vers le début du siècle*

La réalisation présente cependant des inconvénients optiques (ajout de deux miroirs plans, alignement plus complexe du fait du plus grand nombre de surfaces optiques, perte de luminosité, rotation du champ).

Il apparut à l'époque que ces inconvénients l'emportaient sur les avantages, et la formule fut complètement abandonnée par la suite.

L'équatorial est entré en service dans la seconde moitié de 1892. La construction mécanique est due à **Gautier** et **Villard**, et l'optique d'origine aux frères **Henry**.

Six instruments similaires furent construits à la même époque (deux à Paris, Lyon, Besançon, Alger et Vienne) et certains sont encore en état de fonctionnement.

L'équatorial coudé est décrit très en détail par **Perrotin** dans les annales de l'Observatoire de Nice de l'année 1899 (dont est extrait le schéma ci-dessous). A l'origine, l'instrument avait pour objet l'observation des comètes, des étoiles doubles, des astéroïdes, des planètes et de la Lune. En particulier, les diamètres des tubes intérieurs et des deux miroirs ont été déterminés de façon à obtenir au foyer un champ de plein éclairément qui soit égal à deux fois le diamètre apparent de la Lune (soit un peu plus d'un degré), ce qui permet de la voir entièrement dans le champ, quel que soit le point de son disque observé au centre du tube. L'instrument disposait alors d'un entraînement à contrepoids qui nécessitait un remontage toutes les trois heures. Les axes étaient commandés par des systèmes complexes de cames et d'engrenages et les tours de manivelle ne se comptaient pas.

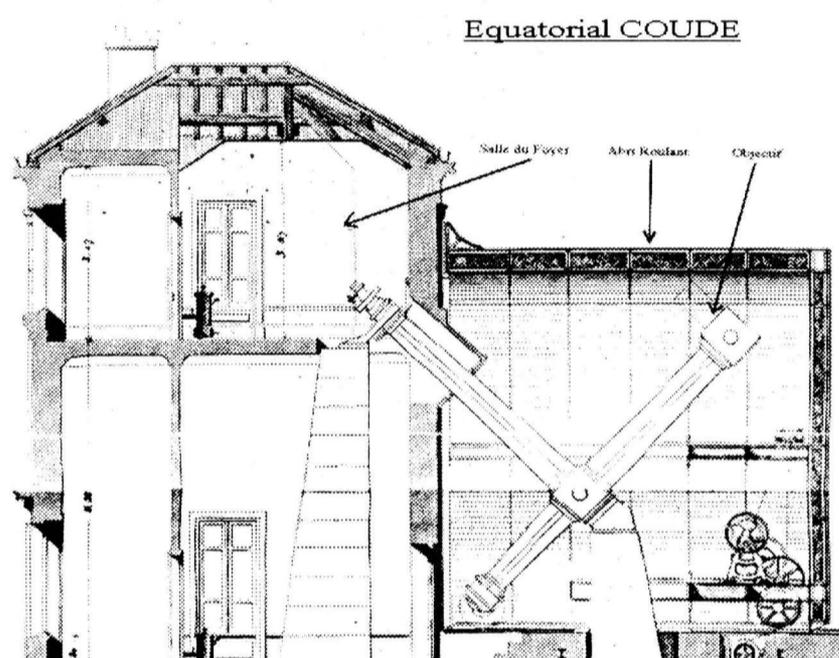


Figure 2: Coupe longitudinale du Coudé

L'entre deux-guerres sera par contre une période creuse pour le Coudé et les autres instruments du site. Faute de moyens, l'Observatoire aura beaucoup de difficultés pour entretenir ses coupôles. Le grand renouveau apparaît en fait dans les années 60 avec l'arrivée de **M. Jean-Claude Pecker**, nouveau directeur. Lors de sa prise de fonction, il devra se frayer un chemin dans les broussailles pour accéder aux instruments ...

Jusqu'au début des années 1970, la lunette Coudé n'est pas rénovée : d'autres instruments comme la Grande Lunette sont bien sûr prioritaire. La transformation de la lunette en instrument solaire, sous la direction de **M. Gilbert Ricort**, est entreprise en 1969. Le Coudé est modernisé : l'ancien entraînement est notamment remplacé par des moteurs. L'instrument est aussi adapté aux observations solaires: peinture blanche du tube (auparavant noir !) et du bâtiment, nouveaux miroirs en cervit, ajout d'un diaphragme d'objectif (visible sur la photographie ci-dessous) et d'un foyer refroidi.

L'instrument entre en service en 1973, les premières photographies étant obtenues en septembre de cette même année. L'instrument était considéré, en astronomie solaire française, comme un des meilleurs, sinon le meilleur de par son ensoleillement (l'ensoleillement annuel de l'Observatoire de Nice est de 2800 heures en moyenne, contre 1700 pour la grande tour solaire de l'Observatoire de Meudon). L'instrument permet l'observation des microstructures photosphériques (granulation solaire) et

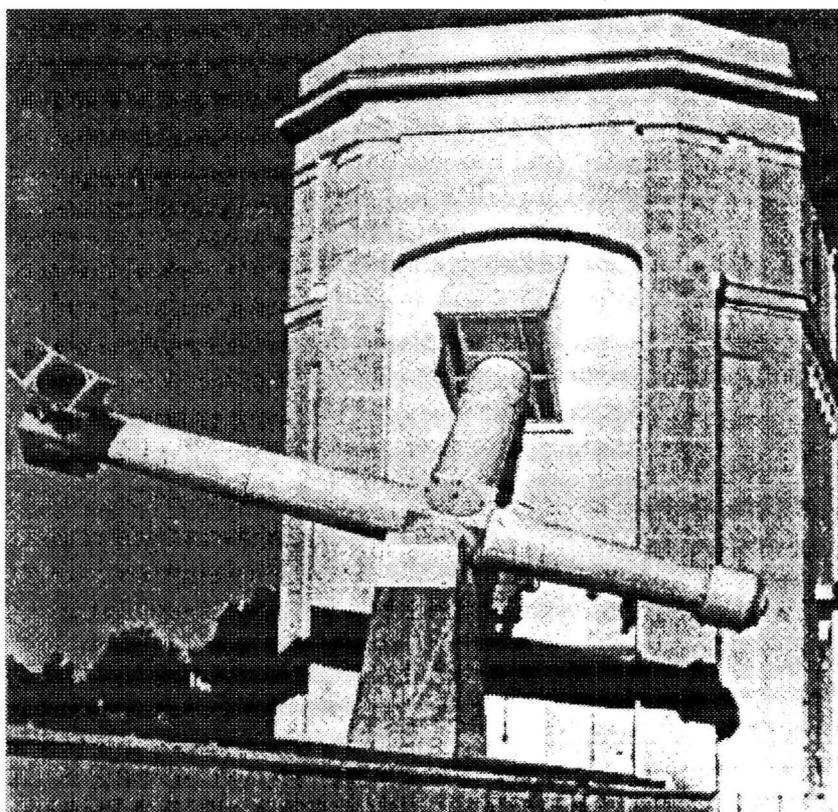


Figure 3: *Le Coudé en 1973*

servira à la mise au point des observations hélioséismologiques (travaux de **M. Eric Fossat**).

Après ce renouveau d'activité, la lunette ne sera plus guère utilisée par les astronomes que pour des études précises sur le Soleil ou la mise au point de manipulations réalisées à l'étranger. L'instrument est mis de nouveau en sommeil.

1.2 Période Novae

Fin 1990, **M. Eric Aristidi**, étudiant-chercheur en astrophysique et membre de Novae, attire l'attention de la direction de l'Observatoire sur la possible collaboration avec des astronomes amateurs. L'idée est de prêter l'instrument aux amateurs pour assurer une utilisation minimum et régulière. En effet, rien n'est plus néfaste à l'instrument, qu'une immobilisation mécanique de longue durée. Côté amateur, c'est une chance inespérée de pouvoir accéder à un instrument aussi extraordinaire.

L'Observatoire accepte. Les observations débutent en novembre 1990, devant un tube grand ouvert, sans porte-oculaire, sans chercheur, avec des éphémérides calculés à la main. La démonstration gestuelle des premiers pointages tient plus de l'appontage sur un porte-avions que de l'astronomie : au bout de deux heures de recherches, l'instrument trouve enfin ... Saturne!

En juillet 1991, une convention provisoire est signée entre l'OCA (sous la direction de **M. Philippe Delache**) et Novae. Elle répartit les charges de gestion de l'instrument entre les deux partenaires : L'Observatoire assure les travaux de gros oeuvre et Novae s'engage à entretenir régulièrement l'instrument. la convention définitive sera finalement signée en septembre 1994, à l'initiative de l'actuel directeur de l'OCA, **M. Jose Antonio de Freitas Pacheco**. Cette convention régit l'accès et l'utilisation du site. Elle s'inscrit parfaitement dans la politique générale de l'Observatoire, de rendre toujours plus accessible la Science au plus grand nombre.

Dans la période 1991-1992, Novae effectue des travaux courants d'entretien sur

l'instrument (nettoyage, graissage, aménagement de la salle du foyer). Mais le Coudé reste difficilement utilisable dès que l'on veut faire des manipulations un peu "sérieuses" comme la photographie. De plus, l'association vit sur les dernières rénovations qui datent déjà de vingt ans : les éléments tombent en panne les uns après les autres et sont difficiles à réparer.

La panne du moteur de poursuite en ascension droite rend totalement inutilisable l'instrument. La réparation prendra plusieurs mois faute de documentation technique. Pour Novae, cet épisode est historique car il engendra de nombreux remous au sein de l'association. Il fit prendre conscience à l'association, de la nécessité de se doter d'un véritable support technique humain, capable de repenser totalement le pilotage de l'instrument et d'assurer une pérennité de fonctionnement.

Ainsi, en novembre 1992, plusieurs membres de Novae décidèrent d'abandonner temporairement leurs activités d'observation pour se consacrer *exclusivement* à la rénovation de l'instrument. Ce groupe, très soudé, deviendra officiellement le GST (groupe de Soutien Technique) début 1993.

La rénovation de l'instrument porta alors sur plusieurs axes :

- Le point le plus critique concernait le pilotage de l'instrument. Le système électronique ne donnant pas satisfaction, il fut décidé de tout refaire et de ne garder que les moteurs. Le nouveau système intègre un volet informatique que ne possédait pas le précédent. Un premier ordinateur gère en temps-réel tous les capteurs et pilote les différentes cartes de puissance des moteurs. Un second ordinateur se charge de calculer les éphémérides de nombreux objets suivant l'heure locale. Notons que le projet initial prévoyait également des capteurs de position pour automatiser le pointage. Ces capteurs font l'objet de la prochaine innovation.

Cette réalisation informatique et électronique prit deux ans pendant lesquels il fallut faire cohabiter les deux systèmes de pilotage. En effet il était hors de question d'arrêter les observations astronomiques pendant cette période.

- Le second point a porté sur la réalisation d'un spectrographe. Il nécessita de nombreuses études et la réalisation de pièces mécaniques précises comme un dérotateur : le spectrographe fut opérationnel au bout de quelques mois. Actuellement, nous continuons d'améliorer son exploitation. Le travail en cours porte sur la réalisation d'une caméra CCD ligne qui améliorera nettement le pouvoir séparateur.
- Le Coudé lui-même a nécessité l'usinage de pièces mécaniques pour remplacer par exemple les moteurs défaillants. Anecdotiquement, un moteur de déclinaison a rendu l'âme un premier avril et ce fut loin d'être une farce !
- Le dernier point est certainement le plus important à long terme. Une documentation technique assez conséquente a été établie sur l'instrument. Elle devrait permettre aux générations à venir de GST, de poursuivre l'entretien de l'instrument en connaissance de cause.

Aujourd'hui, l'instrument est totalement opérationnel et plus simple à utiliser qu'il ne l'a jamais été grâce à l'entrée en force de l'informatique dans son pilotage.

2 Observations et photographies effectuées

Le grand équatorial coudé de Nice se prête parfaitement aux observations des surfaces planétaires et du Soleil. La focale de dix mètres importante pour l'ouverture de quarante centimètres, permet d'obtenir des images de bonne taille; douze centimètres pour la Lune que nous ne pouvons pas photographier complètement sur

des plaques dix-douze disponibles au Coudé. Jupiter, la plus grosse des planètes est un disque de plus de deux millimètres de diamètre.

Les caméras électroniques C.C.D de certains de nos adhérents ont remplacé avantageusement les appareils photographiques, la prise de vue est plus commode et la sensibilité du capteur plus élevée. Les temps de pose, pour les planètes, sont de l'ordre d'une demi seconde à une seconde, un filtre coloré peut éventuellement accentuer le contraste.

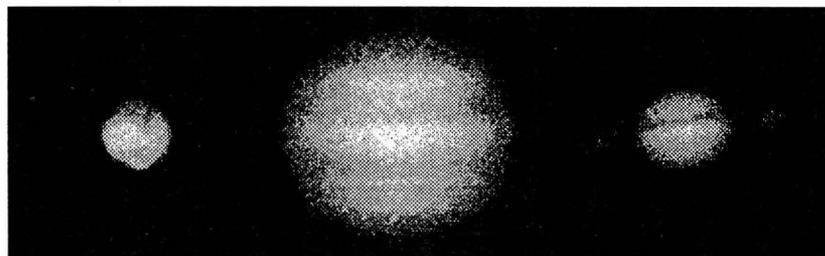


Figure 4: *Mars, Jupiter et Saturne, au moment de leur opposition, prise directement au foyer du Coudé avec une caméra C.C.D.*

La turbulence atmosphérique n'est pas si mauvaise que l'on pourrait croire avec la proximité de Nice. En début de nuit, l'accalmie entre la brise de mer et celle de terre permet de bonnes observations. Une cinquantaine de nuits par an sont acceptables. Par temps de mistral, la transparence du ciel est bien meilleure, l'air est sec, les étoiles plus faibles sont visibles mais les images sont brouillées par un fort vent à cinq kilomètres d'altitude environ.

De bonnes conditions d'observation n'ont pas été au rendez-vous de l'événement de juillet 1994: la chute de la comète Shoemaker-Levy sur Jupiter. Nous étions nombreux à suivre sur plusieurs jours ce phénomène. Les images réalisées s'avèrent être les seules de l'Observatoire de la Côte d'Azur.

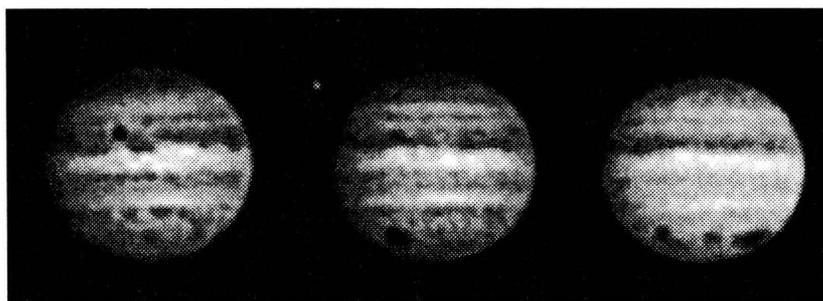


Figure 5: *Jupiter les 17, 18 et 21 juillet 1994. Pendant 4 jours, une douzaine de fragments de la comète Shoemaker-Levy, ont produit des impacts, visibles durant plusieurs mois. Plus courant, l'ombre projetée d'un satellite et son passage sont également visibles.*

La spectroscopie est également réalisée au Coudé. Peu d'associations utilisent un spectrographe: l'encombrement et le manque d'articles sur la réalisation de cette instrumentation doivent en être la cause. Également le fait que l'astronome amateur soit encore, en général, un contemplatif et un amoureux de belles images : on ne saurait le désavouer. Avec la spectroscopie nous pouvons espérer parcourir d'autres voies que l'astronomie qualitative.

Rappelons quelques grands moments dans l'évolution de la spectroscopie: Newton (1643-1727) fut le premier à décomposer la lumière blanche en couleurs. Joseph von Fraunhofer en 1814 observa le spectre solaire et en dressa un catalogue de 500 raies, mais ce n'est qu'en 1859 que Robert Bunsen et Gustave Kirchhoff purent associer ces raies à celles produites en laboratoire par différents composés chimiques.

Anders Angström publia en 1869 un nouvel atlas plus précis obtenu avec les premiers réseaux de diffraction. Actuellement 26000 raies d'absorption dues à plus de 70 éléments sont répertoriées. La spectroscopie nous permet, à distance, d'étudier les objets, d'en connaître leur composition mais aussi les propriétés physiques, entre autres la température, la densité, le champ magnétique du milieu où est émis ou absorbé le rayonnement. Également, par l'effet Doppler (1842) et Fizeau (1848), la vitesse radiale, mesurée pour la première fois sur Sirius en 1868, est accessible.

L'immobilité du plan focal du Coudé nous a grandement facilité la réalisation d'un spectrographe conçu autour d'un réseau de quarante millimètres de côté et d'un ensemble optique permettant de l'exploiter au mieux. l'ensemble est monté sur une table optique de deux mètres de long.



Figure 6: *Le spectrographe installé au Coudé.*

La qualité du spectrographe répond à notre attente à en juger sur une partie du spectre réalisé, dans le vert, au niveau de l'ensemble de trois raies d'absorption assez intenses dues à la présence du magnésium solaire. La résolution atteinte est de 0,1 angström. À l'échelle de cette image, le spectre visible ferait quatorze mètres de long; l'étude dans l'infrarouge nous est même possible, jusqu'à un micronmètre.

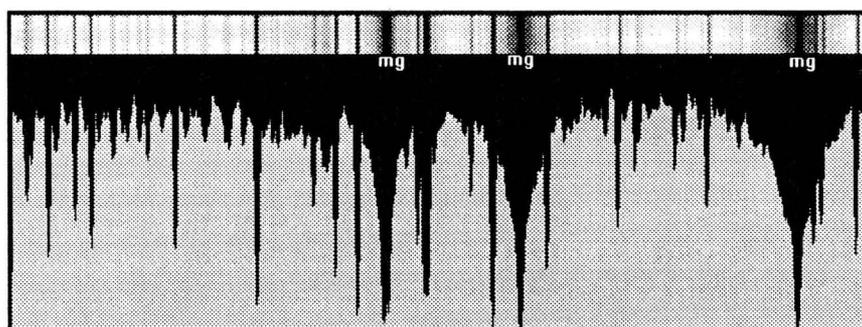


Figure 7: *Détail du spectre solaire photographié dans les meilleurs conditions.*

Avec cette instrumentation il nous est possible par exemple de mettre en évidence les classes spectrales des étoiles.

Nous sommes particulièrement intéressés par les nébuleuses planétaires, leurs spectres en émission sont plus facilement enregistrables, une vingtaine d'entre elles sont accessibles au Coudé. Une étoile, en fin de vie devient instable; en plusieurs fois l'enveloppe externe de celle-ci explose et répand dans l'espace interstellaire une grande quantité de matière qu'elle avait synthétisée. Le rayonnement ultraviolet, émis par le reste de étoile devenu très chaud, excite la matière éjectée, celle-ci réémet à des longueurs d'onde précises nous informant sur sa nature et ses conditions

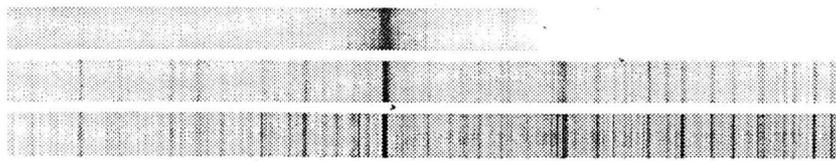


Figure 8: *Détail des spectres, au niveau de la raie H_{α} , des étoiles Alpheratz, Capela, Almack de classe respective A0, G8, K3.*

physiques. C'est une étape de quelques milliers d'années où l'étoile peut perdre plus de 60% de sa masse et terminer en naine blanche.



Figure 9: *Spectre d'émission d'une nébuleuse planétaire (NGC 6543). Toute l'énergie lumineuse est concentrée dans quelques longueurs d'ondes, principalement celle de H_{α} (au centre droit du cliché) et de OIII (non représentée).*



Figure 10: *Nébuleuse Blink en lumière monochromatique H_{α} . Dans certaines conditions il est possible de photographier toute la nébuleuse dans une seule longueur d'onde, il est alors possible de comparer la répartition lumineuse engendrée par les différents éléments chimiques*

.....
BULLETIN D'ADHESION

NOM :

Prénoms :

Profession :

Adresse complète :

Je désire adhérer à l'A.D.I.O.N.

Je joins à ma lettre un chèque postal, bancaire, ou mandat-lettre(*) de :

100 F (cotisation annuelle)

1000 F (cotisation perpétuelle)

.....
Ce bulletin doit être adressé à :

A.D.I.O.N., Observatoire de la Côte d'Azur, BP 4229, F-06304 NICE CEDEX 4, FRANCE.

Le chèque doit être émis au nom de : ADION, et joint au bulletin d'adhésion.

Conditions d'adhésion(art. 3 des statuts): *“Pour faire partie de l'Association, il faut être agé d'au moins 18 ans (ou fournir une autorisation écrite des parents ou tuteur), être présenté par deux parrains choisis parmi les membres de l'Association, adresser une demande écrite au Président, être agréé par le Conseil d'Administration et s'engager à payer la cotisation fixée par les statuts.”*

(*) Rayer les mentions inutiles.

.....
MEMBERSHIP FORM

NAME (Personal or Corporate) :

FIRST NAME :

PROFESSION :

FULL ADDRESS :

I wish to become member of A.D.I.O.N.

I enclose a cheque of :

100 FF. (20 \$ US annual subscription)

1000 FF. (200 \$ US life membership)

.....
Due to very high bank costs and exchange charges, please send cheque drawn in French Francs on a French bank or use Eurocheque. For life membership, please add 40 \$ to cover bank charges if you do not use the above procedure.

This form should be sent to :

A.D.I.O.N., Observatoire de la Côte d'Azur, BP 4229, F-06304 NICE CEDEX 4, FRANCE.

The cheque should be made payable to : ADION

