

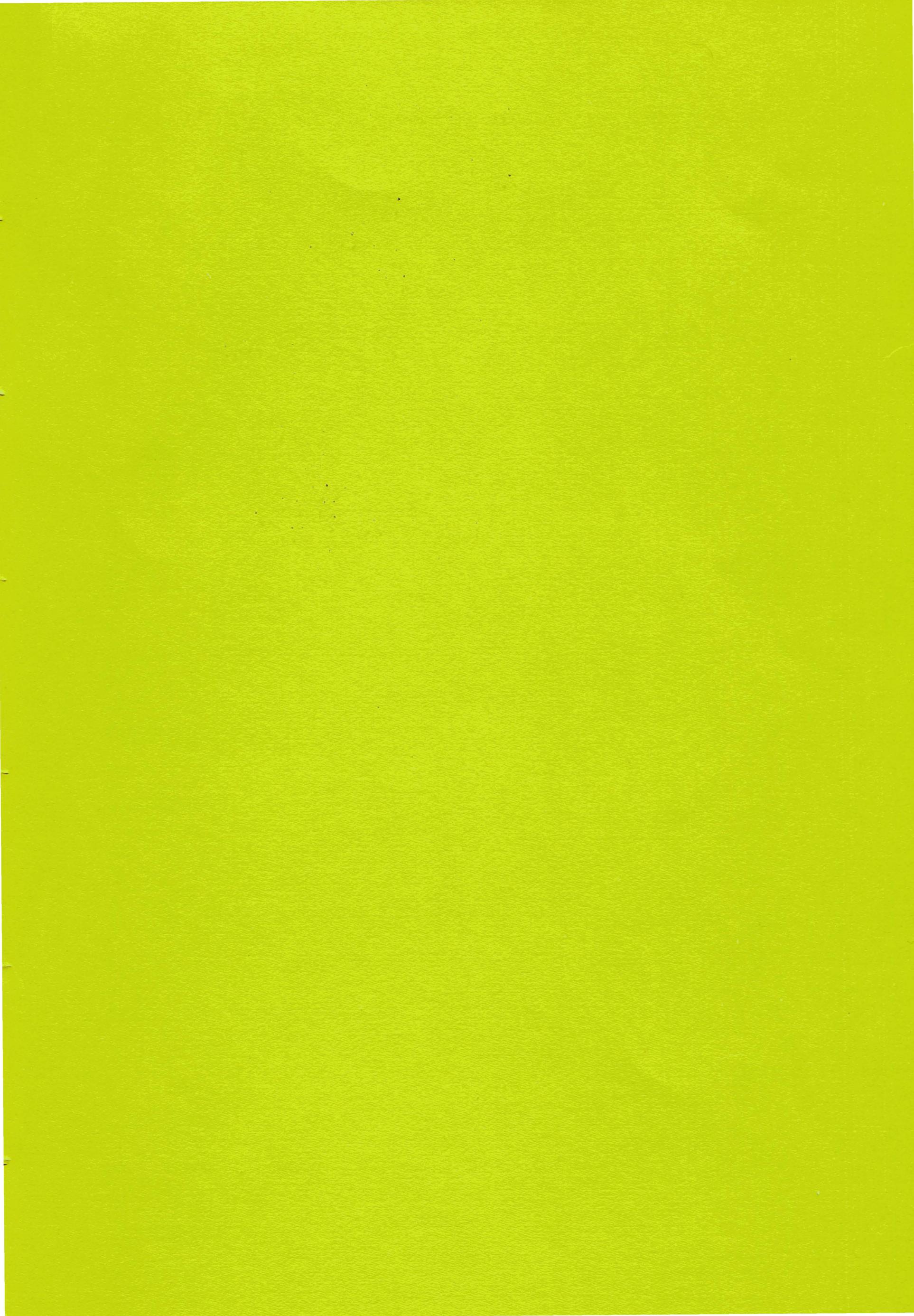
N° 7

**C  
E  
R  
G  
A**

**CENTRE D'ETUDES  
ET DE RECHERCHES GEODYNAMIQUES  
ET ASTRONOMIQUES**

**RAPPORT D'ACTIVITÉ**

**1977**





## I. PREAMBULE

L'année 1977 a été surtout consacrée au CERGA, à poursuivre la construction et la mise en place des instruments qui constituent le programme d'investissement du centre. Le manque de moyens en hommes retarde considérablement l'achèvement des grands instruments commencés il y a maintenant 2 ou 3 ans. Mais d'autres équipes ont réussi à obtenir des résultats importants, grâce auxquels cette année 1977 aura été productive du point de vue scientifique au CERGA.

Cependant, trois ans et demi après la création du CERGA, huit ans après les premières observations de la campagne de recherche de site sur le plateau du Calern, il n'est pas inutile de faire un premier bilan.

Ce bilan n'est pas négatif et, malgré des conditions de travail difficiles, des résultats importants ont été obtenus. Parmi ceux-ci, on doit citer en particulier :

- la construction d'un catalogue général des astrolabes comprenant 1 139 étoiles à partir de 80 000 observations faites pendant 20 ans ;

- la construction d'un modèle de haute atmosphère entre 200 et 1 200 km, rendant compte de la température, de la densité et de la composition chimique ;

- la découverte et la mesure de la libration libre de la lune à l'aide des mesures laser faites aux Etats-Unis ;

- la mise en oeuvre d'un petit interféromètre optique sur une base variable de 5 à 19 mètres, permettant des déterminations de diamètres d'étoiles ou de séparation de binaires avec des précisions allant de 0".002 à 0".0005 ;

- l'interprétation des données de l'accéléromètre à bord du satellite CASTOR.

Trois thèses de Doctorat d'Etat et trois thèses de 3e cycle ont été soutenues par du personnel travaillant au CERGA.

Par ailleurs, des programmes d'observations systématiques ont été effectués :



- sur les astrolabes, pour la détermination du mouvement du pôle et de la rotation de la Terre, ainsi que la mesure de la position du Soleil ;
- sur le petit interféromètre optique ;
- à Nice, pour l'observation des étoiles doubles.

En ce qui concerne les nouveaux instruments, des progrès ont été réalisés. On notera :

- l'arrivée à la phase de mise au point du laser de télémétrie de 2e génération ;
- l'achèvement du montage du télescope de Schmidt ;
- la détection hétérodyne et le codage multiplex des images en infra-rouge ;
- le pointage d'un télescope "boule" ;
- le montage du télescope du laser-lune ;
- la mise au point, avec l'observatoire de Nice, d'un récepteur pour l'observation d'occultations par la Lune.

Il est donc clair que le contrat scientifique qui est à l'origine du CERGA a été rempli par le personnel du CERGA et par l'INAG qui a financé les gros équipements. Il ne l'a pas été par ceux qui auraient dû prévoir l'infrastructure et les moyens de faire fonctionner ces équipements.

En effet, si l'on compare le CERGA en 1978 avec le projet initial de 1972-74, on constate que :

- les équipements ont pris en moyenne 2 à 3 ans de retard ;
- aucune construction n'a été faite depuis 3 ans. Le CERGA se trouve dispersé dans 3 lieux de travail dans des locaux trop étroits et inadaptés ;
- si une nouvelle équipe est arrivée (interférométrie optique), plusieurs activités ont dû être arrêtées (marées terrestres, poursuite radio des satellites) ;
- enfin, et surtout, le personnel promis n'a pas été affecté au CERGA, laissant dans le dénuement l'essentiel des services techniques, des services généraux et des services d'observations.

Pour bien juger de la situation, il faut placer le CERGA en regard des 2 principaux observatoires instrumentaux en France (St Michel et le Pic du Midi). Les instruments qui existent ou sont en construction sont les suivants :



- 1 télescope de Schmidt de 90-150 cm,
- 1 télescope de 150 cm (laser-lune),
- 2 télescopes de 150 cm (interférométrie optique),
- 1 télescope de 100 cm (laser-satellites),
- 2 télescopes de 100-110 cm (interférométrie infra-rouge),
- 3 astrolabes,
- 1 petit interféromètre optique.

A ces instruments, s'ajoutent des services complémentaires :

- le Centre de calcul,
- le service de l'heure,
- le service de météorologie,
- la clinométrie.

Il faut également assurer les services généraux comme :

- le gardiennage,
- la cantine (midi et soir) et l'accueil,
- l'atelier,
- la bibliothèque,
- l'administration.

Il est encore à noter que, tout comme l'Observatoire du Pic du Midi-Toulouse, cet ensemble est à la fois un observatoire national devant accueillir des observateurs d'autres Etablissements et comporte également des équipes scientifiques. Et, tout comme l'Observatoire du Pic du Midi encore, il possède un site de montagne et des services en ville.

Or, pour cet ensemble d'instruments, de services et d'équipes scientifiques, on compte au total 80 personnes, dont 28 astronomes et étudiants. Cela signifie que le nombre de personnes assurant effectivement la construction, la maintenance des instruments, les services généraux et l'accueil est ridiculement faible en comparaison des besoins et de celui que l'on trouve effectivement dans des observatoires comparables.

Ainsi,

- 3 personnes (1 mécanicien, 1 chaudronnier-soudeur, 1 électricien) travaillent à l'atelier sous la responsabilité d'un ingénieur du bureau d'études.

- 2 personnes assurent la cantine, le standard et l'hôtel-



lerie pour les observateurs de nuit.

- 1 seule personne assure le gardiennage trois week-ends sur quatre d'un ensemble estimé à 25 millions de francs. Il n'y a aucun gardien dans les autres centres. Le risque est énorme. Des vols et des dégradations sont à craindre.

L'administration est squelettique et a également la charge de tout le personnel et des moyens généraux (services, entretien, comptabilité, etc...).

Comment, dans ces conditions, le CERGA pourrait-il mener à bien la mission qui lui a été confiée ? Lorsque les instruments seront finis, comment en assurera-t-on la maintenance et le fonctionnement ?

Avec les moyens actuels, on peut prévoir que :

- le Schmidt ne fonctionnera qu'à 30 % de ses capacités. Il sera impossible d'assurer toutes les nuits.

- le laser satellites de 2e génération ne fonctionnera que 5 nuits par semaine et moins encore, lorsque le laser-lune sera en place.

- pour les interféromètres, science et technique sont assurées par les mêmes personnes : aucune exploitation intensive de ces instruments ne sera possible.

- quant aux astrolabes, un sur trois seulement pourra fonctionner, faute d'observateur.

D'ores et déjà, il faudra choisir entre l'interruption de la construction du laser-lune et l'achèvement du laser-satellites. L'astrolabe photoélectrique est aussi retardé par manque de personnel. D'autres choix analogues vont devoir être faits dans un proche avenir.

De tout ceci, se dégage une impression d'inachevé, et, ce qui est plus grave, d'inachevable.

Inachevable, parce que les moyens en personnel ne permettront pas de maintenir en bon état de fonctionnement les nombreux instruments très complexes dont est doté le CERGA.

Inachevable, parce que le nombre d'observateurs et de techniciens de télescopes ne permettra d'utiliser les instruments qu'une



faible partie du temps.

Inachevable, parce que les moyens généraux ne pourront pas assurer le gardiennage et la sécurité des matériels, ni un accueil suffisant pour les missions d'observations provenant d'autres Etablissements.

Inachevable, parce que, après trois années d'efforts, seulement 25 % des surfaces restant à construire ont été accordés pour 1978.

Ainsi, le CERGA est menacé si des décisions drastiques ne sont pas prises pour que les moyens en personnel soient accordés en nombre suffisant pour permettre la sécurité des matériels et assurer le fonctionnement normal des instruments et des services généraux. C'est une vingtaine de postes qu'il faudrait accorder ou transférer au CERGA à cet effet. Il faut aussi continuer le programme de constructions pour regrouper les services de Grasse, permettre l'accueil des missions d'observations à l'observatoire et installer décemment le personnel du CERGA.

Si ces moyens ne sont pas accordés, les importants investissements et les efforts de plusieurs années ne porteront pas leurs fruits et auront donc été inutiles. (1)

Le présent compte-rendu d'activité doit donc être lu, en tenant compte de la faiblesse des moyens humains mis en oeuvre et le caractère très difficile des conditions de travail dans les 3 centres et plus particulièrement sur le plateau de Calern. On pourra constater que, malgré tout, de nombreux résultats ont été obtenus et la construction des instruments s'est poursuivie. Le nombre de publications s'est accru et nombreux ont été les chercheurs qui ont présenté leurs résultats dans des réunions ou colloques internationaux.

(1) Ce texte est inspiré de celui qui a été présenté par J. KOVALEVSKY, Directeur au Conseil d'administration du CERGA, qui l'a approuvé à l'unanimité au cours de la séance du 21 avril 1978.



Ceci a été réalisé grâce à l'activité de toutes les équipes scientifiques, mais je tiens à rendre plus particulièrement hommage aux divers services généraux techniques, scientifiques, et ceux qui assurent la vie végétative, qui, malgré un personnel tout à fait insuffisant en quantité, ont permis au CERGA de "tourner".

J. KOVALEVSKY  
Directeur du CERGA



## II. ORGANISATION ET VIE DU CERGA

---

### 1) Réunion des conseils

Le Conseil d'Administration s'est réuni trois fois en 1977 : les 25 février, 23 juin et 29 novembre. Au cours de ces réunions, le budget 1977 a été voté, puis une décision modificative budgétaire a été approuvée (voir annexe IV). Un certain nombre de points du règlement intérieur ont été adoptés, créant notamment un Comité d'Hygiène et de Sécurité et une Commission Consultative Mixte des Personnels. Le conseil a examiné en détail l'activité scientifique du CERGA. Enfin, il a étudié et approuvé un projet de réforme des statuts du Centre, visant à créer un Etablissement public à caractère scientifique et culturel.

Le Conseil Scientifique et Technique s'est réuni les 21 février, 18 mai, 13 juillet, 24 octobre et 19 décembre. Une réunion complémentaire de travail a eu lieu le 4 février.

Parmi les questions débattues par le Conseil Scientifique et Technique, figurent :

- Répartition du budget 1977 ;
- Demande de crédits et préparation du budget 1978 ;
- Etude des nouveaux statuts du CERGA ;
- Règlement intérieur ;
- Etude des contrats avec l'ESA et d'une convention avec l'INAG pour le Schmidt ;
- Organisation des équipes et des services généraux ;
- Projets de constructions ;
- Accueil de nouveau personnel ;
- Problèmes de personnel.

De plus, s'adjoignant deux membres désignés par la section VII du CNRS, le C.S.T. a siégé en tant que Conseil Scientifique du Laboratoire Associé LA 252, le 20 septembre 1977. Au cours de cette séance, l'activité et l'orientation scientifique du CERGA ont été examinées.

La composition des conseils est donnée en annexe 1.



## 2) Personnels

En 1977, les modifications suivantes ont été apportées à la liste du personnel appartenant au CERGA :

### a) Chercheurs

J.L. SAGNIER, Aide-Astronome au Bureau des Longitudes, a été affecté au CERGA à compter du 1er juillet 1977.

D. BONNEAU, assistant à l'Observatoire de Paris, a pris son service à temps complet.

A. BLAZIT, a été admis au CNRS comme attaché de recherches à compter du 1er octobre 1977, et est entré au CERGA à cette date.

J.D. MULHOLLAND, professeur à l'Université du Texas à Austin (USA), a travaillé sur un poste d'Astronome titulaire associé jusqu'au 1er octobre 1977.

CHIAO CHI YUAN, chercheur à l'Université de Pékin, est arrivé au CERGA le 1er avril 1977 pour un an.

M. ILL (Observatoire de Baja) a effectué un séjour de 4 mois dans le courant de l'année.

Deux nouveaux boursiers D.G.R.S.T. ont été accueillis après leur stage de DEA, à compter du 1er octobre 1977 :

- F. VAKILI (Université de Nice)
- J.L. VALEIN (Université de Paris 6)

### b) Techniciens

Deux techniciens CNRS, Cl. WACHTEL et J. DELAVAUD ont quitté le CERGA. Ils ont été remplacés par J.R. CARTERON (2B) et E. CUOT (3B).

Un ingénieur 2A CNRS (R. CHEMIN) et une technicienne 5B Enseignement Supérieur (H. CHEMIN) ont été mis à la disposition du CERGA



par l'Observatoire de Paris à compter du 1er juillet 1977. Par ailleurs, depuis le 1er décembre 1977, M. TEXEREAU, ingénieur CNRS à l'Observatoire de Paris, est en mission de longue durée.

A. JAFFRE, géomètre IGN a quitté la station Laser de San Fernando le 1er juillet 1977 et a réintégré l'Institut. P. CORMIER, ingénieur-géographe, a été affecté au CERGA pour un an à compter du 1er décembre. Trois contractuels temporaires IGN, D. NIARFEIX, M. COPPOLANI et H. TAMBURINI ont été employés au CERGA pendant des durées variant de 6 mois à un an.

Dans le cadre du soutien apporté par le CNES à la construction du laser de 2e génération, M. ALONSO et L. GALTIER sont venus travailler au CERGA à partir du 1er avril 1977.

Quelques vacataires ont été embauchés pour effectuer les observations de thermométrie lunaire dans le cadre d'un contrat passé avec l'ESA.

### c) Stagiaires

Plusieurs stagiaires d'écoles d'ingénieurs ou d'IUT sont venus pour des périodes allant de 6 semaines à 2 mois et ont été accueillis dans diverses équipes scientifiques du CERGA. Il s'agit de :

- |                  |   |
|------------------|---|
| - L. ANGEBAULT   | ELAM, Lyon  |
| - J. F. DESCLAUX | IUT de Bordeaux   |
| - H. FORESTIER   | Arts et Métiers de Paris  |
| - Ph. JAR!       | SUDRIA  |
| - Ch. MALLEVILLE | Ecole Nationale Supérieure d'Electronique et Radio électricité de Grenoble. |

L'annexe II donne, par postes, l'effectif du CERGA au 31 décembre 1977.

### 3) Bâtiments

Aucun bâtiment n'a été construit en 1977. Quelques transformations ont pu être effectuées dans les locaux existants : une nouvelle



cuisine a été aménagée au Calern, l'ancien local étant désormais réservé à la salle de restaurant. La poudrière de Roquevignon a été transformée en laboratoire d'optique et une roulotte-atelier a été installée à proximité du centre de calcul.

#### 4) Coopération avec d'autres Etablissements

Le CERGA étant un service commun interuniversitaire, il est normal que la coopération avec les divers Etablissements contractants soit un élément fondamental de sa politique. Certaines actions spécifiques seront décrites dans le cadre des comptes rendus qui vont suivre ; mais on se doit de signaler ici les très importantes collaborations qui se sont établies

- avec l'Observatoire de Paris (mouvement du pôle, rotation de la Terre, interférométrie, observations dans le domaine infra-rouge, observation du soleil et des planètes à l'astrolabe, etc...) ;

- avec l'Observatoire de Nice (Observation des étoiles doubles, occultations d'étoiles, travaux dans le cadre du Centre de Dépouillement des Clichés Astronomiques, utilisation de l'atelier de mécanique et du laboratoire d'optique) ;

- avec les Observatoires de Besançon, Bordeaux et Strasbourg (haute atmosphère, dépouillement de clichés de satellites, mécanique céleste, photographie astronomique).

Une autre collaboration importante se fait dans le cadre du Groupe de Recherches de Géodésie Spatiale. Dans les domaines de la géodésie spatiale, (l'observation des satellites artificiels, l'étude du mouvement du pôle, de la haute atmosphère et la télé-métrie Terre-Lune), les activités du CERGA sont soutenues par le Centre National d'Etudes Spatiales. D'étroites relations existent avec les autres équipes du GRGS à l'Institut Géographique National (qui a mis du personnel à la disposition du CERGA), au CNES (Groupe de Géodésie Spatiale à Toulouse), au Bureau des Longitudes et à l'Observatoire de Paris.



Citons encore la participation d'équipes du CERGA à 3 recherches coopératives sur programme du CNRS :

- la RCP 308, étude des régions de formation des étoiles (Observatoires de Lyon, Nice et Paris).
- la RCP 336, modèles dynamiques de la thermosphère (service d'Aéronomie, CESR Toulouse, et CRPE d'Issy les Moulineaux).
- la RCP 416, rotation de la Terre par trajectographie Doppler (Observatoires de Paris et Bordeaux, GRGS Toulouse et IGN).



### III. ACTIVITES SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES

Comme cela a été fait dans les rapports précédents, nous présentons ces activités programme par programme, indépendamment de la structure en équipes adoptée au CERGA et en indiquant le nom des collaborateurs qui y ont participé à temps complet ou partiel. Comme les deux années précédentes également, et toujours pour faciliter le suivi des actions, nous avons conservé le même ordre arbitraire (en séparant parfois les thèmes en 2) qui n'implique en aucune manière un quelconque jugement de valeur. La liste des publications est donnée en annexe 3.

#### I) DISTANCES TERRE-LUNE

##### 1) Système Terre-Lune (O. Calame, J.D. Mulholland, J.L. Valein)

La campagne mondiale EROLD (Earth Rotation by Lunar Distances) est en place, mais comme il n'y a toujours qu'une seule station opérationnelle dans le monde (McDonald au Texas), il n'y a pas eu de résultats concernant le mouvement du pôle, bien que, cependant, des corrections aient été apportées pour UTO.

La réduction des données a été poursuivie et étendue avec des théories améliorées. Deux années supplémentaires de données ont confirmé les résultats concernant la libration libre obtenus en 1975. Les amplitudes sont, respectivement, de :

- 0"3 (période de 27 jours)
- 1"6 (période de trois ans)
- 3"8 (période de 75 ans)

Les coefficients des harmoniques du potentiel lunaire d'ordre 2 et 3 ont pu être déterminés avec plus de stabilité, malgré les fortes corrélations existantes. Une étude a été faite pour évaluer la compatibilité des paramètres de la libration libre



avec une éventuelle formation du cratère très jeune Giordano Bruno : en effet, une chronique médiévale récemment découverte, rapporte le témoignage d'un évènement remarquable en 1178 qui pourrait être justement la formation de ce cratère.

Une première détermination de l'accélération séculaire de la Lune due aux marées a été effectuée. On a trouvé :

$$(- 24,6 \pm 1,6) "/\text{siècle}^2$$

Les séries obtenues par A. Migus (Ecole Polytechnique) pour représenter les effets des harmoniques d'ordre 2 et 3 du potentiel lunaire sur le mouvement de rotation de la Lune, ont été comparées avec les résultats d'intégration numérique et adaptées au programme de réduction des observations de distance de la Lune ; elles sont d'ores et déjà utilisées à cet effet.

Enfin, la construction d'une nouvelle éphéméride de la Lune a été entreprise en collaboration avec l'Université du Texas à Austin.

- 2) Station laser-Lune (O. Calame, Ph. Caumette, Ch. Dumoulin, J. Gaignebet, J.F. Mangin, J.L. Sagnier, Ch. Sinet, H. Tamburini et Service Technique de l'INAG)

La construction du laser-Lune s'est poursuivie en 1977. Le télescope de 154 cm a été réceptionné en usine, puis monté au Calern au cours de l'été 1977. Mais des difficultés techniques se sont présentées, notamment en ce qui concerne la fiabilité des génératrices tachymétriques qui ont été renvoyées au fabricant. Un grand effort de programmation a été fait pour le logiciel de commande du télescope (pointage de poursuite d'une étoile). La remise en état et l'amélioration du laser venant du Pic du Midi ont été commencées chez le constructeur et un dateur d'évènements (heurodateur) a été commandé. Le réglage optique des miroirs primaire et secondaire a été entrepris, ainsi que le câblage général du télescope.



2) SELENODESIE (M. Froeschlé, Cl. et F. Meyer)

a) Etude de la position des cratères

Une méthode automatique de mesure de la position des cratères lunaires sur un cliché a été mise au point au CDCA ; elle a été essayée sur une dizaine de plaques. Les mesures devraient pouvoir assurer une précision de 200 à 800 m dans le plan parallèle au cliché et de 2 à 8 km dans la direction perpendiculaire. Un programme d'acquisition a aussi été réalisé pour la mesure automatique de ces clichés. La reconnaissance de forme a été programmée de façon à la rendre aussi impersonnelle que possible. En revanche, le projet de caméra lunaire n'a pas pu être poursuivi cette année.

b) Etude du bord lunaire

Une méthode de mesure automatique du bord lunaire sur le microdensitomètre du CDCA a été mise au point et les résultats ont été comparés avec les profils de l'Atlas de Weimer, montrant une très forte corrélation dans les détails. Cette technique va permettre de densifier l'Atlas de Weimer qui, par ailleurs, a été entièrement digitalisé et transcrit sur bande magnétique. La réduction des résultats de l'éclipse annulaire a été entreprise. Un premier résultat portant sur l'ellipticité du profil a été obtenu, après que des difficultés dues au mauvais enregistrement des données de calibration aient été surmontées en utilisant des données théoriques sur le mouvement apparent de la Lune.

c) Observations photoélectriques des occultations

Le programme, mené en coopération avec l'Observatoire de Nice, a abouti à l'observation d'une première occultation le 19 décembre 1977. Toute la chaîne d'acquisition de données fonctionne et la faisabilité de l'expérience a été démontrée. Il faudra cependant utiliser un autre télescope, la caméra Antarès étant insuffisamment lumineuse.



### 3) MECANIQUE CELESTE ET SYSTEME SOLAIRE

- a) Mécanique Céleste (Ch. Delmas, J. Kovalevsky, F. Mignard, L. Saint-Crit)

Le travail sur l'existence des solutions périodiques dans le problème planétaire des trois corps a été achevé et la rédaction est en bonne voie. Ce travail a permis de démontrer l'existence de solutions périodiques pour le problème des trois corps de masses  $1 \gg \varepsilon \gg k\varepsilon$  au voisinage de deux ellipses képlériennes égales ( $\varepsilon = 0$ ). Les conditions nécessaires de périodicité impliquent que les solutions sont au voisinage des solutions alignées ou du cas équilatéral avec une condition sur l'excentricité de l'orbite génératrice. Les solutions périodiques sont isolées pour une énergie totale donnée et un rapport de masses  $k$  pris dans un intervalle bien défini. Une première approximation de ces solutions périodiques a été calculée.

Un travail collectif d'exégèse de l'ouvrage de H. Cartan sur les invariants intégraux a été effectué par l'ensemble de l'équipe.

L'étude de l'évolution de l'orbite lunaire lorsque notre satellite était voisin de la Terre, a été entreprise. Le problème de l'évolution de l'inclinaison est en effet mal résolu puisque les divers auteurs ne sont pas d'accord sur le sens de cette évolution. Le formalisme adopté jusqu'à présent est, en fait, insuffisant. Pour aborder ce travail, une étude dans les conditions les plus générales du mouvement de deux corps massifs de forme quelconque, a été commencée en utilisant des opérateurs de rotation. Ce travail est fait en liaison avec N. Borderies (GRGS-Toulouse).

Une étude théorique sur la convergence des méthodes littérales dans le problème principal de la Lune a été effectuée avec A. Borsenberger-Bec (Bureau des Longitudes) et a abouti à une démonstration complète de la convergence formelle pour un ensemble donné de variables.



En relation avec une étude de phase A d'un satellite astrométrique menée par l'Agence Spatiale Européenne, une discussion de la stabilité du mouvement de rotation d'un tel satellite a été faite dans le cas d'une stabilisation par gradient de gravité. Elle a ensuite été étendue pour obtenir la variation des paramètres de rotation dans le cas d'un satellite géostationnaire.

b) Satellites de Jupiter (J.L. Sagnier)

L'étude des mouvements des satellites galiléens de Jupiter, commencée au Bureau des Longitudes, n'a pu être poursuivie qu'à un rythme très lent. Une proposition d'observation des phénomènes mutuels de ces satellites a été faite.

c) Satellites d'Uranus (O. Calame, M.T. Dumoulin, J.D. Mulholland)

Un programme d'observations et de réductions a été entrepris en coopération avec l'Observatoire du Pic du Midi (G. Ratier). Des observations ont d'ores et déjà été effectuées. Des programmes de réduction ont été mis au point sur le microdensitomètre du CDCA et il y a eu des comparaisons avec des mesures visuelles, en se référant à des plaques prises à l'Observatoire McDonald à Austin.

4) DYNAMIQUE SPATIALE

a) Mouvement des satellites artificiels (X. Berger, en collaboration avec G. Ligier, Ecole Polytechnique de Montréal)

Une méthode mixte analytique et numérique a été développée il y a quelques années pour représenter le mouvement des satellites artificiels. Elle permet un gain de temps très important par rapport aux méthodes numériques, tout en garantissant une précision très satisfaisante sur une longue durée de temps (méthode Remora). Ce travail a été repris et amélioré pour permettre



d'obtenir une meilleure précision et un temps de calcul plus court. Les travaux des années précédentes sur les termes de couplage entre les divers harmoniques du potentiel terrestre sur le mouvement d'un satellite artificiel ont été appliqués à l'établissement de nouvelles équations de conditions pour la détermination des harmoniques zonaux impairs en partant d'équations données par King Hele. Les corrections aux équations utilisées par King Hele sont importantes pour des satellites bas et les satellites de forte inclinaison. Un nouveau jeu de valeurs d'harmoniques zonaux impairs a été obtenu.

b) Campagnes d'observations Doppler (F. Barlier, L. Saint-Crit)

Des observations Doppler sur satellite TRANSIT ont été effectuées au Calern à l'occasion de la 2e campagne européenne d'observations Doppler (EDOC II) en avril-mai 1977 et de la campagne Doppler qui complétait la première expérience européenne d'observations laser (EROS-DOC) en décembre 1977. Ces observations ont été faites en collaboration avec l'Institut für Angewandte Geodäsie à Francfort qui a fourni l'appareillage et du personnel.

Sur le plan des réductions, les résultats de diverses stations ont été comparés, aussi bien ceux des stations françaises participant à des campagnes européennes (la précision sur EDOC 1 atteint  $\pm 2$  mètres) que ceux de certaines stations de l'opération mondiale MEDOC (Motion of the Earth by Doppler Observation Campaign). Le GRGS Toulouse assurait la coordination des réductions. Ces travaux sont faits aussi en liaison avec l'Observatoire de Paris (N. Capitaine).

5) HAUTE ATMOSPHERE ET SATELLITE CASTOR (F. Barlier, Ch. Berger, Y. Boudon, J.L. Falin, R. Futaully, J.P. Villain, J.J. Walch, en coopération avec M. Ill, Hongrie et P. Lala, Tchécoslovaquie)

a) Etude de la haute atmosphère, modélisation de la thermosphère



Le travail destiné à améliorer le modèle de haute atmosphère a été poursuivi dans le cadre d'une RCP du CNRS, en collaboration avec le Service d'Aéronomie, le CRPE, l'Institut d'Aéronomie de Belgique. Le modèle de thermosphère (densité totale, azote moléculaire, oxygène atomique, hélium) a été développé en utilisant des données de freinage de satellite et le modèle de température M2. Ce modèle a été déterminé à partir des mesures de la raie 6300 de l'oxygène atomique avec l'interféromètre de Fabhy-Perhot placé à bord du satellite OGO VI et à partir des données des sondeurs à diffusion incohérente. Une nouvelle version du modèle de température a été développée en utilisant la latitude magnétique comme paramètre et il en résulte une amélioration significative de la représentation des données (modèle M3).

b) Dépouillement des données recueillies par le satellite D5 B (CASTOR)

La réduction et l'interprétation des données du microaccéléromètre CACTUS, placé à bord du satellite CASTOR, ont été développées dans deux zones d'altitude très distinctes.

Au voisinage du périogée (270 km), l'accélération induite par le freinage atmosphérique est très prépondérante par rapport à toutes les autres accélérations induites par des effets internes (charge électrique de la bille) ou des effets externes (pression de radiation). On détermine la densité totale avec une précision de 1%. On a fait, tout d'abord, une étude statistique mettant en évidence des effets de longitude et de latitude très significatifs entre 5 et 10%, puis on a étudié et obtenu des résultats intéressants et nouveaux sur les phénomènes suivants :

- les effets liés à l'activité géomagnétique (amplitude et temps de réponse),
- les analyses systématiques des perturbations itinérantes liées à la propagation d'ondes de gravité dont l'origine est soit d'origine aurorale, soit d'origine météorologique locale,



- les profils de densité totale en altitude et longitude qui s'écartent très souvent de ceux d'un modèle statique en équilibre hydrostatique.

En collaboration avec l'Observatoire de Bordeaux, la comparaison des mesures de densités réduites à l'analyse de la trajectoire de CASTOR avec les mesures de densités faites par CACTUS, est en cours ; on utilise, soit les éphémérides déterminées par les centres de trajectographie, soit les trajectoires déterminées à l'aide des observatoires photographiques du réseau Baker-Nunn réduites à l'Observatoire de Bordeaux.

Au voisinage de l'apogée (1200 km), le problème de la réduction des données se pose de manière entièrement différente. Le satellite est soumis à des petites forces d'origine interne ou externe dont il faut décorrélérer les effets. Seule, une analyse très poussée et très fine faite en collaboration avec l'ONERA, a permis d'aboutir à un ensemble de résultats entièrement originaux dans ce domaine :

- Mesure de la pression de radiation solaire directe sur CASTOR au cours de deux années. L'effet de la variation de la distance Terre-Soleil apparaît très pur, avec une précision de l'ordre de 1% ( $3 \cdot 10^{-10} \text{ ms}^{-2}$ ).
- La valeur moyenne annuelle de la pression de radiation terrestre sur CASTOR ( $33 \cdot 10^{-10} \text{ ms}^{-2}$ ).
- La variation de la pression de radiation solaire rediffusée par la Terre, en fonction de l'heure locale pour plusieurs passages. On a proposé un modèle de cette pression à partir d'un modèle d'albedo.
- L'effet de la propulsion photonique, liée à la différence de température entre la partie de surface éclairée par le Soleil et l'autre partie dans l'ombre (en moyenne, de l'ordre de  $20 \cdot 10^{-10} \text{ ms}^{-2}$ ).

Ces études font entrevoir une possibilité liée intéressante d'une mesure directe du bilan radiatif de la Terre par des mesures accélérométriques. Par exemple, on peut mesurer suivant la verticale la différence entre le flux descendant sur la Terre



et celui montant de la Terre. L'Agence Spatiale Européenne mène actuellement des études dans ce sens dont les résultats sont très encourageants (projet BIRAMIS).

6) ETOILES DOUBLES (M. Glentzlin, P. Muller)

Les mesures d'étoiles doubles et la recherche de couples nouveaux continuent à la lunette de 50 cm de l'Observatoire de Nice ; la saison 1976-77 a été, du point de vue météorologique, très défavorable.

La publication des 30 premiers mois d'observations depuis le transfert de l'équipe à Grasse, avec environ 1700 mesures, est imminente (A. & A., suppl., été 1978). Les résultats ont permis de calculer 4 orbites nouvelles et de déterminer le mouvement relatif linéaire de 17 couples dont 13 étudiés pour la première fois (publication des deux mémoires : A. & A., suppl. mai 1978). Il apparaît d'autre part qu'une cinquantaine des 560 couples découverts depuis quelques années sont en mouvement orbital net. Un 4e catalogue d'éphémérides de binaires orbitales est en préparation avec la collaboration de l'Observatoire de Nice (le 3e remonte à 1969). La Circulaire d'Information de la commission 26 de l'UAI est composée et diffusée par les soins du service, avec le concours de l'imprimerie de l'Observatoire de Paris.

7) ASTROLABES (G. Billaud, J. Falin, M. Furia, G. Guallino, P. Grudler, F. Laclare, F. Mignard, J. Pham Van, H. Tran, G. Vigouroux)

a) Observations à l'astrolabe

Les observations selon le programme commencé en 1971 se sont poursuivies jusqu'au 30 juin. Ce programme a ensuite été arrêté pour permettre la mise en place de l'optique à pleine pupille pour le démarrage du programme de catalogue absolu en déclinaison.

En même temps que les observations des groupes d'étoiles, on a observé les principales planètes chaque fois que cela était



possible. La réduction en est assurée au fur et à mesure et plusieurs publications sont en cours.

#### b) Catalogues

Le travail de compilation et d'analyse comparative de 20 catalogues de positions d'étoiles tirées des observations d'astrolabe a été achevé et le catalogue général qui en a résulté a été soumis à publication. C'est le premier catalogue de ce type qui ait été construit. Les observations, au nombre de 80 000 environ, ont été effectuées entre 1958 et 1975 et réduites selon le même critère, permettant la comparaison directe entre des catalogues ayant des étoiles en commun. Le catalogue général ainsi établi comprend 1139 étoiles du FK 4 avec des précisions moyennes de 0,004 s en  $\alpha$  et 0",06 en  $\delta$ . Les corrections systématiques régionales du FK 4 ont ainsi été établies pour presque toute la surface du ciel. Ce travail constituera une des sources majeures pour l'établissement des futurs catalogues fondamentaux.

Un travail d'extension de ces résultats aux étoiles du FK 4 sup présentes dans ces catalogues individuels a été entrepris.

Il est à noter que le programme de constitution du catalogue absolu en  $\delta$  avec l'astrolabe à pleine pupille servira à rendre absolu en déclinaison le catalogue général des astrolabes et son extension. Le programme d'observation correspondant et les méthodes de réduction ont été mis au point. En particulier, afin de déterminer à l'avance les corrections de groupe au moins à  $60^\circ$ , on a commencé à réduire les observations faites au CERGA depuis 1971 en ne conservant que les étoiles du nouveau programme.

Des recherches ont été entreprises pour voir si l'introduction d'une variation du rayon avec le temps ou une modification de la constante de la nutation améliorerait les résultats globaux des réductions à l'astrolabe, mais les résultats obtenus n'ont pas été significatifs.



c) Astrolabe solaire.

Quelques observations du Soleil ont été effectuées avec les prismes permettant de viser à des hauteurs de  $45^\circ$  et de  $30^\circ$ . Malheureusement pour ce programme, la nébulosité diurne est très forte au Calern et il y a eu très peu d'observations. Celles-ci ont cependant permis de détecter des défauts de l'appareil (mécanique, traitement de la lame). Ces défauts ont été corrigés et le prisme réfracteur à  $60^\circ$  a été traité sans que cela ne gêne les observations de nuit. Enfin, on a étudié la variation de l'angle du prisme en fonction de la température.

d) Astrolabe photoélectrique

L'automatisation de l'acquisition des données sur bande magnétique est en préparation à l'aide d'un microprocesseur. La réalisation mécanique est achevée ainsi que l'optique et le montage en laboratoire a été fait pour permettre l'étude de la précision du système.

8) RECEPTION INFRAROUGE (J. Gay, P. Assus, H. Choplin, E. Cuot, J. Delavaud, A. Journet, **G. Merlin** Y Rabbia).

a) Réception hétérodyne

La réception hétérodyne en infrarouge ( $10-11 \mu\text{m}$ ) est la première étape pour obtenir les franges à l'interféromètre infra-rouge (expérience SOIRDETE). Un très important problème d'insuffisance du rapport signal sur bruit, rencontré en début d'année, a conduit à revoir l'ensemble des montages optiques et électroniques. Les causes de dégradation ont été analysées, notamment en ce qui concerne l'alignement des optiques, la turbulence et les asservissements. Tous les réglages et les alignements ont été repris. Cependant, il faudra envisager de refaire le montage au foyer primaire, ce qui augmentera le signal par un facteur 4. En fin d'année, la détection hétérodyne de  $\alpha$  orion a été obtenue sur le télescope Est.



- b) Mesure de la température de la lune (J. Gay, Y. Boudon, M.T. Dumoulin, R. Futaully, N. Gaignebet, P. Granès, J. Kovalevsky, Y. Rabbia, J.C. Sagnier, J.P. Villain, J. Cl. Walch)

Une étude théorique a été effectuée sur la possibilité de déterminer de façon absolue la température de certains points sur la lune afin de permettre de calibrer les radiomètres du satellite METEOSAT.

A la suite de cette étude, des mesures effectives ont été commencées au mois de novembre sur dix mers lunaires, par réception directe à 10-12 microns par une méthode de détection synchrone. Parallèlement des mesures sont faites directement sur le soleil. Par ailleurs, des équipes n'appartenant pas au CERGA (Bensammar et de Eatz, de l'Observatoire de Paris, une équipe d'astronomes hollandais et anglais) sont venues utiliser les télescopes de SOIRDETE pour leurs propres expériences.

- 9) INTERFEROMETRIE VISUELLE (A. Labeyrie, A. Blazit, D. Bonneau, L. Koechlin, J.L. Oneto, F. Vakili)

1) Interféromètre optique à 2 télescopes

Les deux télescopes mobiles dont la distance peut varier entre 5 et 9 mètres donnent des franges de manière opérationnelle. Les objets de magnitude inférieure à 3 sont observables maintenant avec une précision de l'ordre de 0",005 au mieux. Des franges ont été obtenues sur plusieurs étoiles et 10 diamètres d'étoiles brillantes ont été mesurées ou évaluées, notamment Véga, les deux composantes de Capella, etc... avec une précision de 0",001. Le système binaire de Capella a été particulièrement étudié et la distance des deux composantes a été mesurée avec une précision de 0"0004 en observant simultanément en plusieurs couleurs et en calibrant en longueurs d'onde (effet de vernier sur les systèmes de franges).



Des franges nettes ont été obtenues sur Algol, mais le système n'a pas pu être résolu. Par contre, ε UMA pourrait être une binaire avec une séparation de 0",050.

## 2) Télescope sphérique

Le but à long terme est la mise en place d'un réseau de télescopes pour obtenir une grande résolution angulaire. Le prototype du futur réseau de télescopes est en place. L'optique est mise en place et les premiers essais de poursuite ont donné lieu à des sauts de 10", ce qui a conduit à commencer des modifications dans le système mécanique, notamment en ce qui concerne l'embrayage. L'optique du 2e télescope est en train d'être faite à l'Observatoire de Marseille.

## 3) Interférométrie des taches

Une mission au Mont Palomar a été effectuée en début d'année et a permis de faire de nouvelles observations d'objets extragalactiques par la méthode de la "speckle interferometry".

10) TELEMETRIE LASER SUR SATELLITES (J. Gaignebet, M. Alonso, P. Assus, E. Becker, J. Carteron, Ph. Caumette, M. Coppolani, M. Galtier, J.L. Hatat, A. Jaffré, M. Laplanche, J.F. Mangin, D. Niarfeix, Ch. Sinet)

1) Station de télémétrie de 1<sup>e</sup> génération (J.L. Hatat, Ph. Caumette, A. Jaffré, M. Laplanche et 3 observateurs et techniciens espagnols).

La station, toujours située à l'Observatoire naval de San Fernando a été opérationnelle toute l'année. Après des réparations effectuées en avril-mai 1977, grâce à l'amélioration des conditions météorologiques et malgré la détérioration continue du site, des observations ont pu être effectuées chaque nuit de beau temps. Pendant toute cette année, un total de plus de 8 600 échos ont été obtenus sur 300 passages de satellites. Plus de 600 de ces



échocs ont été obtenus "en aveugle".

De juillet à novembre, la station a participé à la campagne européenne d'Observation Laser (EROS) et a obtenu plus de 6 000 échocs (4 700 en 3 mois) et la qualité est redevenue normale (bruit à 1,50 m). Les possibilités de la station sont les suivantes :

- GEOS 3, facile à partir de 20° de site,
- STARLETTE, plus difficile, à partir de 30° de site lorsque le ciel est transparent,
- LAGEOS ne peut être observé par la station dans sa configuration présente.

## 2) Station Laser de 2e génération

Le montage et l'intégration de la station de télémétrie laser 2e génération se sont poursuivis dans le courant de toute l'année, avec du personnel de l'équipe laser du CERGA, du personnel du Centre Spatial de Toulouse (CNES) et du personnel contractuel de l'IGN. De nombreuses difficultés sont apparues dans divers stades du travail, notamment dans l'intégration et la mise au point de la plupart des sous-ensembles. Certains problèmes relatifs aux asservissements et aux programmes de gestion ne sont pas encore résolus.

Cependant, des tirs sur cible ont été réussis à plusieurs reprises dans une configuration spéciale, puis dans la configuration définitive de tir de nuit.

11 TELESCOPE DE SCHMIDT (J.L. Heudier, H. Chemin, R. Chemin, C. Labeyrie, Ch. Pollas, et A. Messin de l'INAG).

L'équipe Schmidt du CERGA s'est vue complétée par l'arrivée, en 1977, de trois personnes, ce qui lui a permis de se structurer et de participer pleinement à la conception et à la réalisation d'équipements annexes nécessaires à l'exploitation du télescope,



tout en participant à certaines actions menées par la division technique de l'INAG sur le télescope lui-même.

Le chercheur à grand champs a été mis en place par l'INAG et l'équipe du CERGA et les premières observations ont prouvé que le suivage de l'instrument était bon et que les rappels mécaniques s'exécutent correctement.

La chaise d'observateur, conçue par l'équipe, est en construction dans les services techniques du CERGA. La machine à dépoussiérer a été achevée et fonctionne. Le système d'hypersensibilisation a été commandé et est en voie d'installation. La chambre froide a été mise en route et l'aménagement du sous-sol du laboratoire de photographie a été achevé.

Divers procédés de calibration de traitement et d'hypersensibilisation des plaques photographiques ont été mis au point, tandis que des techniques de reproduction partielle des clichés à travers un microscope sont en train d'être étudiées.

Le programme de dépouillement automatique des plaques sur le microphotomètre du CDCA est achevé. Il permet d'identifier automatiquement les étoiles d'un catalogue, d'effectuer les mesures et de déterminer les coordonnées  $\alpha$  et  $\delta$  d'un astre.

## 12) ASTRONOMIE STELLAIRE (P. Granes, J. Kovalevsky)

L'étude cinématique de l'association Lacertae s'est poursuivie en coopération avec l'Observatoire de Nice (A.M. Licoaret). Deux missions ont été effectuées au Schmidt de l'Observatoire de Haute-Provence dans le cadre de ce programme.

Les résultats des réductions déjà effectuées montrent de grandes différences avec les mouvements publiés dans le passé.

Une étude des diverses applications en astrophysique et en astronomie stellaire des observations que pourrait faire un satellite astrométrique du type proposé par P. Lacroûte a été commencée dans le cadre d'un groupe de travail créé par l'Agence Spatiale Européenne.

## 13) CLINOMETRIE (F. Laclaré, Mme G. Ebel)



L'expérience de mesures d'inclinaison d'un pilier dans la direction Nord-Sud, commencée en Mars 1975 a été arrêtée en Mars 1977. La variation diurne, d'amplitude un peu inférieure à 1" est très stable et se produit surtout dans la journée. Cette variation est très corréllée avec la température extérieure. Les effets à long terme atteignent 10", mais ne semblent pas avoir de caractère saisonnier. Des variations brutales ont été constatées en été 1975, en hiver 1976 et au début du printemps 1977.

Une série continue de mesures sur la roche, à 2 mètres de profondeur, effectuée de Décembre 1976 à Mars 1977 a donné des variations plus faibles qu'en surface. Le pendule placé dans la cave du service horaire montre des variations d'amplitude plus faibles encore.

#### 14) SERVICES TECHNIQUES

##### a) Bureau d'études (A. Glentzlin, R. Béran)

Le Bureau d'études a effectué, encore cette année, de nombreuses études ponctuelles pour apporter des modifications et des améliorations aux appareils en montage.

Citons, parmi ceux-ci :

- Astrolabe à pleine pupille,
- Optique de reprise du laser de télémétrie de 2e génération,
- Astrolabe photoélectrique,
- Astrolabe solaire.

##### b) Atelier de mécanique et d'électricité (A. Glentzlin, R. Boche, A. Eorel, Chr. Munier)

Dans le cas de l'atelier, également, l'essentiel de l'activité a été consacrée à de petits travaux très variés correspondant à de petites modifications instrumentales, à de petites pièces demandées au coup par coup et à des interventions sur pièces détachées.



En particulier, on peut estimer à plus de 60 % le pourcentage de l'activité du mécanicien consacrée à des mises au point et à des interventions sur des pièces détachées. Seulement 30 % du temps a été consacré véritablement à des fabrications. Tous les systèmes instrumentaux du CERGA ont ainsi bénéficié du travail de l'atelier de mécanique, notamment le Laser-Lune, le Laser satellite de 2e génération, l'interféromètre optique, les astrolabes, SOIRDETE, etc.

Un essor important a été constaté dans les fabrications dans les domaines de la serrurerie et des soudures. Parmi les constructions effectuées, il faut citer :

- Un portique de levage pour l'amenée du miroir dans la coupole du Laser-Lune,
- La toiture de la baraque destinée à abriter l'astrolabe photoélectrique,
- La chaise mobile pour l'observateur au télescope du Schmidt,
- Diverses interventions sur les coupoles.

Mais de même qu'en mécanique de précision, de nombreuses interventions limitées ont été effectuées pour tous les instruments.

En ce qui concerne les installations électriques, de nombreux travaux ont été effectués, parmi lesquels nous citerons :

- Electrification du local dit "la bergerie" pour les astrolabes et de la baraque destinée à abriter l'astrolabe photoélectrique,
- Cablages pour le Laser-Lune, électrification de la coupole, etc,
- Cablages pour le Laser de 2e génération et sur le toit mobile,
- Installation électrique de la nouvelle cuisine du bâtiment sémirot,
- Divers travaux pour l'interféromètre infrarouge et la clinométrie,
- Montage de diverses installations de sécurité (interrupteurs "coups de poing", parafoudres).

Mais dans le domaine de l'électricité, il y a eu aussi un très grand nombre d'interventions de dépannage pour diverses raisons,



notamment à la suite de dégâts causés par la foudre, les orages ayant été particulièrement nombreux sur le plateau en cette année 1977.

Il faut aussi noter que le serrurier-soudeur assure également la conduite journalière du car Grasse-Calern et l'entretien de ce véhicule et de plusieurs autres.

Cette équipe, si restreinte, a effectué dans des conditions difficiles, un travail fondamental, sans lequel tous les programmes instrumentaux du Calern auraient enregistré des retards catastrophiques.

c) Maintenance à Grasse (Ch. Attard, M. Serrano)

L'entretien des bâtiments de Grasse (le Mirasol et Roquevignon) est assuré par cette équipe qui a également d'autres charges d'intérêt général (courses, ravitaillement). Le principal travail réalisé a été la transformation en laboratoire d'optique de la poudrière de Roquevignon. Si les transformations de maçonnerie (ouverture d'une plus grande porte, dégagement de la façade) ont été réalisées par des entreprises extérieures, l'équipe a assuré l'électrification, l'amenée d'eau, la plomberie et la peinture.

15) SERVICES SCIENTIFIQUES

a) Bibliothèque (Ch. Delmas, M. Glentzlin, F. Mignard)

Ce sont toujours ces chercheurs et cette technicienne qui assurent le fonctionnement de la bibliothèque qui compte maintenant 500 ouvrages en plus des journaux reçus par abonnement. En 1977, un gros effort de reliure a été effectué pour la plupart des revues dont de nombreux volumes avaient été accumulés sans avoir été reliés.

b) Heures et fréquences (P. Grüdler et H. Tran)

L'entretien et le dépannage de la base horaire du CERGA a été assuré. Les deux horloges à césium sont désormais alimentées



par batteries et il n'y a plus eu de dégâts dus aux orages. Il en est de même de la distribution du TU et du TS.

La distribution des fréquences aux divers instruments du centre de Calern a été assurée.

c) Climatologie (G. Guallino, H. Tran)

L'abri météo a été refait et la station a continué à fonctionner en liaison avec le service départemental de la météorologie. Cependant, par suite du manque de personnel, cette collaboration ne pourra pas se poursuivre selon le même rythme dans l'avenir.

d) Centre de calcul (J.L. Falin, H. Choplin)

Le calculateur T1 600 a continué à fonctionner en libre service comme terminal de l'ordinateur IBM 360-65 à Meudon (et, par son intermédiaire, le CERGA a accès au CIRCE) et aussi de l'ordinateur CDC 7 600 du CNES à Toulouse.

Au total, près de 66 heures de calculs ont été effectués sur le calculateur de Toulouse (représentant 7 611 passages sur machine), principalement par l'équipe Dynamique Spatiale (modèles d'atmosphère, réduction des données de CASTOR) et Système Terre Lune (réduction de données Laser-Lune et détermination des éléments dynamiques du système Terre-Lune).

C'est également à approximativement 70 heures que l'on évalue le temps de calcul sur l'ordinateur de l'INAG en 1977. Ce rythme ne justifiant plus une ligne spécialisée, le CERGA s'est abonné au système CADUCEE par lequel les liaisons se font depuis septembre.

Le système RBS a été mis au point sur le T1 600 ; il permet désormais de réaliser des transferts de fichiers entre Meudon et Toulouse et l'écriture de ces fichiers sur ruban ou sur cassettes.



e) Secrétariat scientifique (Mmes Ch. Boche, J. Falin,  
M. Glentzlin; M. Régnier)

Grâce à l'action de ces personnes qui ont, par ailleurs, leur activité au sein de leurs équipes ou des services d'intérêt général, une partie du courrier scientifique et de la frappe des thèses et des rapports scientifiques a été assurée. Des vacataires ont également participé à ces tâches dont une partie est toujours effectuée par les chercheurs et les ingénieurs eux-mêmes.



#### IV. MOYENS GENERAUX ET ADMINISTRATIFS

Les rapports établis depuis 1974-75 gardent malheureusement toute leur actualité puisqu'aucun personnel nouveau n'est venu renforcer celui qui existe. Nous nous limiterons donc, de nouveau, à attirer l'attention sur la situation qui va être créée en 1978 par la mise en service progressive des instruments :

- le personnel de service, en nombre insuffisant et déjà saturé, ne pourra que très difficilement assurer les tâches supplémentaires qui vont en résulter (notamment les repas du soir, l'hébergement des observateurs, etc...) ;
- le problème de l'absence de sécurité des installations et surtout des personnes, va être encore aggravé.

Soulignons enfin que les services généraux ne fonctionnent correctement que si le personnel n'est ni malade ni absent. Quand cela arrive, il n'est pas toujours possible de trouver un vacataire disponible dans les 48 heures.

##### 1) MOYENS GENERAUX

###### a) Entretien des bâtiments

Il est assuré par les services techniques au Calern, et à Grasse, par le service de maintenance (cf III, 14).

###### b) Gardiennage

Le CERGA ne dispose que d'un seul gardien, H. LAMBERT, suppléé pendant les vacances par des vacataires. Seul, l'observatoire du Calern est gardienné pendant les week-ends. La nuit, le gardiennage et la sécurité ne sont assurés sur le plateau que par les observateurs eux-mêmes lorsqu'ils sont de service.



c) Téléphone et courrier

Le standard du Calern est tenu par H. LACHERY. A Roquevignon, la réception des appels et le télex sont assurés par Mme FALIN, technicienne d'une équipe scientifique. Au Mirasol, Mme BOREL est chargée du courrier et du téléphone.

d) Accueil au Calern (Mmes H. LACHERY, B. LAMBERT)

Ces personnes assurent le fonctionnement de la cantine, le standard, la vente des tickets de cantine, la lingerie, et la gestion des chambres d'observateurs. Le ravitaillement est assuré par un technicien affecté aux services généraux de Grasse (C. ATTARD) tandis que le transport du personnel sur le plateau avec un car est assuré par un membre du personnel affecté aux services techniques généraux (A. BOREL).

2) ADMINISTRATION (G. BOREL, C. COUSIN, J. FUTAUULLY)

Les tâches administratives sont restées les mêmes qu'en 1975, et il n'est toujours pas possible de les assurer toutes sans l'aide de personnel affecté à des équipes. Ces tâches comprennent :

- La comptabilité financière. (Plusieurs sources de crédits : Enseignement Supérieur, I.N.A.G., D.R.M.E., D.G.R.S.T., laboratoire associé CNRS, compliquent ce travail de gestion).
- La comptabilité matière (inventaire).
- Gestions des régies d'avance et problèmes d'intendance.
- Questions administratives diverses (marchés, expropriations, contrats, questions budgétaires, secrétariat administratif).
- Comptabilité de la cantine.
- Personnel, fichier informatique du personnel.
- Liaisons avec les autorités administratives.



Il est certain que les problèmes posés par cette surcharge de travail ne pourront être résolus qu'avec l'arrivée de personnel supplémentaire.

De plus, la gestion des missions et vacations doit être assurée par des personnes extérieures au service administratif (J. FALIN, M. REGNIER).

### 3) RAPPORT FINANCIER

Nous donnerons en annexe IV le montant des subventions reçues et la ventilation des dépenses entre les moyens scientifiques et techniques et les besoins de la vie végétative.

#### Remarques

Depuis cette année, toutes les subventions qui transitaient précédemment par les Universités contractantes, sont préaffectées et versées directement à l'Observatoire de Paris qui a continué en 1977 à subventionner le CERGA sur ses fonds propres.

L'augmentation substantielle par rapport à 1977 des crédits alloués par le Secrétariat d'Etat aux Universités et l'Observatoire de Paris n'a cependant pas été suffisante pour couvrir les dépenses qui ne devraient pas être à la charge de l'INAG (contrats d'entretien, téléphone, électricité, ligne spécialisée de calcul, essence et réparation de véhicules appartenant à l'observatoire de Paris, missions à caractère administratif, etc). La prise en charge par le Secrétariat d'Etat aux Universités du budget de la vie végétative a atteint 70 %, mais l'augmentation se fait à un rythme encore insuffisant pour assurer la prise en charge complète dans un avenir prévisible. Ce débordement des dépenses de vie végétative sur les crédits de l'INAG se fait aux dépens de la vie scientifique.

Il convient de noter également que tous les crédits INAG et Enseignement Supérieur sont pris sur l'enveloppe "recherche" (chapitre 36-15). En 1977, aucun crédit ne dépendait du chapitre 36-11 (fonctionnement des établissements).



ANNEXE 1

1) Composition du Conseil d'Administration du CERGA

(au 31 décembre 1977)

- M. J. Boulon, Président de l'Observatoire de Paris,  
Président du Conseil d'Administration
- MM. les Présidents des universités de Besançon, Bordeaux 1,  
Strasbourg 1 et Nice, généralement représentés par :
  - M. M. Creze, Directeur de l'Observatoire de Besançon
  - M. F. Poumeyrol " " Bordeaux
  - M. J.P. Zahn " " Nice
  - M. A Florsch " " Strasbourg
- M. J. Delhaye, Directeur de l'INAG
- M. J. Kovalevsky, Directeur du CERGA
- MM. Clairmidi, Requième, Fresneau, Bijaoui et Lévy, élus  
respectivement par les conseils des 4 observatoires désignés ci-  
dessus et le conseil du Département d'Astronomie Fondamentale de  
l'Observatoire de Paris.
- MM. Falin, Froeschlé, Gay, Guallino, Merlin et Muller,  
élus par le Personnel du CERGA.
- MM. Cambou, Emsellen et Luton, personnalités extérieures  
désignées par le Conseil d'Administration.

2) Composition du Conseil Scientifique et Technique du CERGA

- M. J. Kovalevsky, Directeur du CERGA, Président.
- MM. Lambeck et Roddier, désignés par l'INAG.
- MM. P. Grudler, Cl Meyer, G. Vigouroux, élus par le personnel  
du CERGA.
- MM. A Dumoulin, A. Glentzlin et Ch. Sinet, membres cooptés  
par le Conseil d'Administration.

Lorsque le CST se réunit en conseil scientifique du LA 252, la section VII du CNRS est représentée par :

- MM JASCHEK, Observatoire de Strasbourg.
- LEJEUNE, CEPHAG, Grenoble.



ANNEXE II

Tableau des effectifs de personnels présents au CERGA  
au 1er janvier 1978

	CORPS	GRADE	NOMBRE	TOTAL
Enseignement Supérieur	Observatoires	Astronomes titulaires	3	16
		Astronomes adjoints	2	
		Aide astronomes	5	
		Assistants (cadre des observatoires)	6	
Personnel de laboratoire		Technicien principal	1	3
		Technicien	1	
		Aide technique	1	
Administration Universitaire		Attaché	1	6
		Commis	1	
		Agents de service	3	
		Auxiliaire de service (poste de conducteur auto)	1	
Contractuel type CNRS		Ingénieurs 2 A	1	15
		3 A	2	
		Techniciens 1 B	3	
		2 B	1	
		3 B	2	
		5 B	3	
		6 B	2	
		Administratif 1 D	1	



ANNEXE II (suite)

	CORPS	GRADE	NOMBRE	TOTAL
C.N.R.S	Chercheurs	Maître de recherches	1	5
		Chargée de recherches	1	
Attachés de recherches	3			
C.N.R.S	I.T.A.	Ingénieurs 1 B	2	22
		2 A	6	
		3 A	2	
		Techniciens 1 B	1	
		1 B bis	2	
		2 B	5	
		3 B	1	
		5 B	3	
CNES		Ingénieur	1	2
		Technicien	1	
Ministère de l'équipement	I.G.N.	Ingénieur géographe	1	4
		Techniciens géomètres	1	
		Personnel temporaire/IGN	2	
Autres	Boursiers	C.N.E.S.	1	6
		D.G.R.S.T.	4	
		Etranger	1	



BIBLIOGRAPHIE

1- Articles parus en 1977

- F. EARLIER, Y. LOUDON, J.L. FALIN, R. FUTAUULLY, J.P. VILLAIN, J-J VALCH, A.M. MAINGUY, J.P. BORDET, "Preliminary results obtained from the low-g accelerometer CACTUS, Space Research XVI, p. 341, 1977.
- F. EARLIER, J.P. BORDET, J.P. ORFEUIL, "Methods of analysis of satellite drag density values based upon statistical treatment and factorial analysis", Space Research XVI, p. 161, 1977.
- C. BERGER, D. ALCAYDE, F. EARLIER, "Behaviour of atomic oxygen at 200 km deduced from satellite drag data and OGO-6 temperatures. Comparison with values derived from incoherent scatter data at 45° N", Space Research XVI, p. 371, 1977.
- X. BERGER, J.J. WALCH, "Programme de la théorie analytique du mouvement des satellites artificiels sous l'action des harmoniques J2 à J7", Manuscripta Geodetica, Vol. 2, p. 99, 1977.
- A. BLAZIT, D. BONNEAU, L. KOECHLIN, "Premiers résultats d'observation sur l'interféromètre à deux télescopes", C.R. Académie des Sciences Paris T. 285, série B p. 199, 1977.
- O. CALAME, "Free Librations of the Moon from Lunar-Laser Ranging in Scientific Applications of Lunar Laser Ranging", Astrophysics and Space Science Library n° 62, Reidel Publ. C° 1977, p. 53.
- F. CHOLLET, F. LACLARE, "Observations expérimentales du soleil à l'astrolabe du CERGA", Astronomy and Astrophysics, vol. 56, p. 207, 1977.
- M. FROESCHLE, "Détermination de la position du cratère MOSTING A à partir de plaques photographiques de la lune sur fond d'étoiles, The Moon, vol. 17, p. 47, 1977.
- J. GAY, "Calibration des photomètres du satellite METEOSAT", Rapport CERGA pour l'ESA, avril 1977.
- J.L. HEUDIER, "Le renouveau de la photographie astronomique", l'Astronomie, vol. 91, pp. 313 et 341, 1977.
- R. JUILLERAT, J.P. PHILIPPON, F. EARLIER, J.P. VILLAIN, "Electrification en orbite de la masse d'épreuve d'un accéléromètre à très haute sensibilité", C.R. Acad. Sc. Paris, t. 284, série B, p. 275, 4 avril 1977.
- J. KOVALEVSKY, "La XVIIe Assemblée générale de l'Union Astronomique Internationale à Grenoble", l'Astronomie, vol. 91, p. 99, 1977.



- J. KOVALEVSKY, "Scientific Expectations in the Selenoscience in Scientific Applications of Lunar Laser Ranging", Astrophysics and Space Science Library n° 62, Reidel. Publ. C° 1977, p. 21.
- J. KOVALEVSKY, "Lunar Orbital Theory", Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Vol. 284, p. 419, 1977.
- J. KOVALEVSKY, "Géodésie et Géodynamique Spatiales", le courrier du CNRS, p. 12, Juillet 1977.
- J. KOVALEVSKY, et J.L. SAGNIER, "Motions of natural satellites in "planetary satellites", J.A. EURNS Ed., Univ. of Arizona Press, p. 43, 1977.
- P. MULLER, "Doppler et les couleurs des étoiles doubles", l'Astronomie, vol. 91, p. 305, 1977.
- G. THUILLIER, J.L. FALIN, C. WACHTEL, "Experimental global model of the exospheric temperature based on measurements from the Fabry-Perot interferometer on board the OGO-6 satellite : discussion of the data and properties of the model", J. Atm. Terr. Phys. 39, 399-414, 1977.

## 2- Thèse soutenue en 1977

### Thèse de 3eme cycle (Univ. Paris 6)

G. LIGIER, "Intégration semi-analytique à grand pas du mouvement des satellites artificiels. Détermination des harmoniques zonaux impairs du potentiel terrestre", octobre 1977.

## 3- Présentations à des réunions internationales

- F. EARLIER, C. BERGER, J.L. FALIN, G. KOCKARTS et G. THUILLIER, "Comparison between a new three dimensional thermospheric model based on satellite drag data and other models based on mass spectrometer measurements or optical measurements", symposium de Seattle, Septembre 1977.
- F. EARLIER, C. BERGER, J.P. BORDET, J.L. FALIN, R. FUTAULLY, J.P. VILLAIN, "First analysis of 9 months data obtained with the low-g accelerometer CACTUS", COSPAR Tel-Aviv, 7-18 Juin 1977.
- A. BERNARD, M. GAY, A.M. MAINGUY, R. JUILLERAT, J.J. WALCH, Y. FOUDON, F. EARLIER, P. LALA, "Radiation pressures determination with the CACTUS accelerometer", COSPAR - Tel Aviv, 7-18 Juin 1977.
- A. BORSNERGER-BEC et J. KOVALEVSKY, "Convergence d'une solution littérale dans la théorie de la Lune", colloque sur les satellites naturels et artificiels, Austin, Décembre 1977.



O. CALAME, "Effect of tidal friction on the lunar orbit and the rotation of the Earth and, its determination by Laser ranging", Symposium UAI "Tidal friction and Earth Rotation", Bielefeld, Allemagne, Octobre 1977.

O. CALAME, "Résultats obtenus à partir de l'analyse des données laser-lune", colloque sur les satellites naturels et artificiels, Austin, Décembre 1977.

O. CALAME, "Programme d'observation des satellites d'Uranus", colloque sur les satellites naturels et artificiels, Austin, Décembre 1977.

A. LALEYRIE, "Coherent arrays", "Optical Telescopes of the future", colloque ESO/CERN, Genève, Décembre 1977.

F. MEYER, "Mesure de profils lunaires au moyen du microdensitomètre du CDCA. Journées d'études du CDCA à Lanslebourg.

F. MIGNARD, "Mouvement de Néréïde", colloque sur les satellites naturels et artificiels, Austin, Décembre 1977.

J.D. MULHOLLAND et O. CALAME, "Earth Rotation from Lunar distances ; basis and current status", "Precise time and time interval", colloque NASA, Novembre 1977.

J.L. SAGNIER, "Utilisation possible d'une solution intermédiaire pour la détermination du mouvement des satellites galiléens de Jupiter", colloque sur les satellites naturels et artificiels, Austin, Décembre 1977.

J.P. VILLAIN, "Some scientific applications of the low-g accelerometer CACTUS", Fédération Internationale d'Astronautique, Prague 1977.



ANNEXE IV

BUDGET DU CERGA

1) Enseignement supérieur

Recettes

Subventions :

- secrétariat d'état aux universités.....	490 000,00 F
- subvention complémentaire.	90 000,00 F
- Observatoire de Paris.....	129 000,00 F
	<hr/>
	709 000,00 F

Excédent de l'exercice précédent.....	18 969,02 F
Produits accessoires.....	20 000,00 F
Recettes exceptionnelles (contrat ESA)..	32 000,00 F
	<hr/>
	779 969,02 F

Total des recettes..... 779 969,02 F

Dépenses

Vacations.....	15 000,00 F
Impôts et taxes.....	5 000,00 F
Fonctionnement.....	658 497,02 F
Missions.....	40 000,00 F
Frais divers de gestion.....	1 000,00 F
Equipement.....	31 472,00 F
Subvention sociale.....	29 000,00 F

Total des dépenses..... 779 969,02 F



ANNEXE IV (suite)

2) Autres sources de crédits

Indifférenciés.....	358 000 F
INAG A.T.P.....	400 000 F
Schmidt.....	90 000 F
D.G.R.S.T.....	86 000 F
L.A. CNRS.....	219 000 F
Crédits spatiaux (CNRS/CNES) ..	45 000 F

Ressources affectées :

SOIRDETE (INAG).....	286 000 F
Laser-Lune (INAG).....	1 000 000 F
Dynamique spatiale (DRME)....	60 000 F
GRGS (CNES).....	270 000 F

TABLEAU DE REPARTITION EN 1977

	Equipement	fonction- nement	missions	vacations	calcul
Equipes scientifiques	241 500	177 000	124 000	28 000	50 000
Services scientifiques	109 500	184 000	12 000	4 000	
Services généraux	286 000	722 000	25 000	15 000	
TOTAL (1)	637 000	1 083 000	161 000	47 000	50 000

(1) Toutes ressources confondues (à l'exclusion des ressources affectées).



