

Compte rendu de la 81 ième réunion du Club.
Mardi 3 mai 2011 de 10 h à 18 h au B d L .

Absents ou excusés : 11 (François Barlier, Anny Cazenave, Yves Fouquart, Michel Gauthier, Patrick Geistdoerfer, José Gonella, JP Guinard, Guy Jacques, Jean Labrousse, Michel Lefebvre, Erik Orsenna).

Participants 9 : (Pierre Bauer, Aline Chabreuil, Yves Dandonneau, Jacques Merle, Michel Petit, Bernard Pouyaud, Bruno Voituriez, Madeleine Zaharia, Raymond Zaharia).

1) Examen du CR de la réunion 80.

Précision : les analyses de l'énergie cinétique des vents en relation avec la rotation de la terre sont réalisées en permanence par le Centre Européen de météorologie (voir point 5 du compte rendu de la réunion 80).

Par ailleurs, le Club a décidé d'inclure dans les attestations fiscales 2010 les sommes versées par chaque sociétaire pour l'achat de livres "climat". En effet, ces livres étant achetés pour permettre sa diffusion urbi et orbi, le club a considéré que cela correspondait bien à la vocation de communication du club

2) Prochaines réunions.

Mardi 31 mai au BDL, suivie du « pot des Argonautes ».

Pause estivale

Le 8 septembre, le 4 octobre et le 6 décembre au BDL, puis le 5 janvier 2012.

Comme proposé par Michel Lefebvre, une réunion se tiendra à Toulouse : celle de novembre, le 15. Une proposition analogue est faite par Jean Labrousse pour une réunion en Corse (à voir pour après janvier)

3) Manifestations passées et à venir

Echos de la réunion fondatrice de l'association LITTOCEAN le 6 avril. Assistance réduite (12 à 15 personnes) dans un des amphis de l'Ecole Militaire. Association. C. Le Visage notamment était absent. Forte composante des sciences sociales. Cette association constitue plutôt un réseau d'experts (sciences dures, sciences sociales, politique) sur les divers aspects du littoral (terre, mer, identité, gouvernance...). Parmi les présents : Frédérick Herpers.

Réunion CLS (participant : Raymond Zaharia), rencontre avec Fabien Lefèvre qui a participé à la recherche de la zone de naufrage de l'Airbus Rio Paris et a expliqué comment on en est arrivé au choix de la zone de recherche de l'épave. Rencontre avec Edmée Durand, puis Fabrice Hernandez : ce dernier regrette que le stage d'Aude Chayriguet n'ait pas été un peu prolongé pour aboutir à un rapport plus complet.

Prochaines manifestations :

Le 12 mai Bernard Pouyaud participe à une réunion sur le changement climatique et les glaciers à Supagro (Montpellier)

Bruno Voituriez réunion le 20 mai à La Seyne sur Mer CNES IRD CNRS IFREMER sur les actions de vulgarisation à destination des lycées (en particulier lycée Vauvenargues à Aix en Provence)

colloque à Aix-En-Provence les 11 et 12 mai 2011 " Nourrir le monde ", "Avec quel climat, quelle agriculture, quelle alimentation ?" (participation : Michel Petit) <http://www.tablesrondes-arbois.com/>

4) Changement Climatique

Yves Fouquart signale une réfutation de l'attaque de Lindzen contre Hansen dans les années 80. Cette réfutation utilise les données récentes pour démontrer que Hansen avait raison (<http://www.skepticalscience.com/lindzen-illusion-2-lindzen-vs-hansen-1980s.html>). Demander à Yves Fouquart s'il peut rédiger quelques lignes en accompagnement à la mise sur le site de cet article (action : Yves Dandonneau).

Pierre Bauer signale un article de Boucher dans Nature qui calcule que l'effet des avions en termes d'effet de serre (2% de l'effet de serre) se double d'un effet équivalent via leur rôle dans la formation de cirrus.

=> Ouvrage Climat.

Dernières nouvelles

Information sur le chiffre des ventes. 11000 exemplaires auraient été distribués, et assez peu (1200) auraient été retournés par les libraires à l'éditeur. Au dire de l'éditeur, ces chiffres sont plutôt bons.

Fréquentation de la page dédiée du site : en baisse (normal, compte tenu de la date de sortie de l'ouvrage).

L'ouvrage va être cité sur le site du CNES.

Rapport spécial sur les énergies nouvelles du GIEC : Michel Petit part à Abou Dhabi demain pour cette réunion du GIEC, qui ne semble pas être d'un grand intérêt, mis à part les recommandations classiques de développer ce secteur (Special Report on Renewable Energy).

5) Après mise sur le site web du recueil de textes poétiques, proposé par Mi-Lef,

Madeleine Zaharia avance régulièrement dans la mise au propre de ces textes et dans leur illustration à l'aide d'images trouvées sur le web. Projet aussi d'une version sonore sur le site du Club.

Lors du pot des Argonautes, dans son discours, Bruno lira un des poèmes, tandis que l'ensemble des textes pourra être consulté sur un écran.

6) Océanographie opérationnelle.

Michel Lefèbvre communique une étude (par Pascal Willis) sur les résultats du réseau DORIS (+ SPOT, et JASON). DORIS est un réseau de balises, mais c'est aussi un réseau entre scientifiques et opérateurs qui mérite d'être mieux connu. DORIS sera maintenu encore pendant au moins 9 ans. **Action : En extraire un résumé qui pourrait être placé dans le dossier « océanographie opérationnelle » du site du Club. Bruno Voituriez propose de se charger d'une première rédaction.**

Epave de l'Airbus Rio – Paris (remarque : Yves Sciard émet l'hypothèse d'une origine extra terrestre de l'accident). Après les craintes que les océanographes consultés au début des recherches aient manqué l'objectif, la façon dont ont été prises les décisions lors des recherches les disculpe.

Budget d'énergie du système Terre)

Soit on considère que l'objectif (fermeture du bilan) est hors de portée, soit on quantifie cette énergie sous tous ses aspects et on essaie de tendre vers une fermeture correcte. Mieux connaître l'évolution du vent va dans ce sens. Mieux connaître le contenu thermique profond va aussi dans ce sens (cf projet de Jean Paul Guimard de faire déposer des sondes du type XCTD sur les grands fonds, avec remontée programmée à des dates ultérieures différentes).

Augmentation du vent moyen océanique. Synthèse RZ (incomplète: le feuillet continué !) cf.

http://www.clubdesargonautes.com/Hausse_Vent_moyen.htm..

Un message de José Gonella du 1^{er} mai suggère une relation entre vent moyen, niveau moyen des océans et indice ElNino. Le club remercie José Gonella pour son travail sur cette question et l'encourage à poursuivre et à en faire une synthèse. La News BV/RZ sur cette « question orpheline » qui était envisagée. (cf. CR réunion78). est restée en souffrance. Raymond Zaharia et Bruno Voituriez prépareront un document de travail, à mettre dans un premier temps sur une page cachée du site web du club. Ce document sera à améliorer, en particulier par José Gonella

Prise en compte de la variabilité de l'albédo : A revoir lorsque Yves Foucart sera présent.

7) Energie Thermique des Mers.

Michel Petit a pu voir au Musée de Monaco un prototype de l'appareil de Georges Claude (celui qu'il avait présenté à l'Académie des Sciences ?).

Jacques Merle s'est procuré des cartes (Mercator) qui mettent en évidence des dômes où la ressource en eau chaude et en eau froide offre de bonnes conditions pour l'implantation de centrales ETM (en particulier au large de la Guyane et du Brésil). D'autres régions de l'océan tropical seraient à revisiter à la lumière des bases de données Mercator. Une réflexion dans ce sens est menée avec Fabrice Hernandez et d'autres personnes de Mercator. Revoir aussi les archives de Aude Chayriguet pour en ressortir tous les éléments utiles qui n'ont pas été utilisés dans son rapport de stage. Une bonne chose serait d'inciter une thèse sur la ressource ETM (bourse CIFRE CLS ? ou DCNS / EDF). Autre piste : ajouter aux indicateurs que Mercator publie actuellement un indicateur ETM. Quant au texte de Jacques Merle c'est une ébauche provisoire montrant que dans l'Atlantique occidentale les dômes de Guyane et du Brésil offrent un gradient thermique de plus de 20 °C sur moins de 500 mètres de profondeurs en toutes saisons.

* Echanges de mails avec un collègue suédois, Petter Terenius (projet Xenada) (promoteur d'un projet ETM « *le long des côtes africaines* »...) (voir annexe). Les propos sont curieux, mais le projet de faire du bruit autour de l'ETM en Afrique va tout à fait dans le sens souhaité par le club.

La Fiction ETM proposée par Michel Gauthier à l'occasion du Salon Nautique de déc 2006 était destinée à devenir une BD. Voir page internet en cours de construction, (non visible du public), mais sur laquelle figure l'intégralité du texte : <http://www.clubdesargonautes.org/essai/fictionetm.php> (attendre le retour de Michel Gauthier). Madeleine Zaharia a mis la trame sur le site du Club à l'adresse précédente. A voir et donner un avis pour la prochaine réunion.

Article à la demande de La Revue Maritime (à voir avec Michel Gauthier à son retour).

8) Site internet

Publications du mois d'avril 2011 :

Recension par Guy Jacques de l'ouvrage d'océanographie régionale « l'océan planétaire » (Michèle Fieux)

*News : Perte du satellite GLORY : in memoriam (texte de YF, diffusé récemment). Demander à Yves Fouquart de scinder la news qu'il a envoyée en deux FAQ (action Madeleine Zaharia).

*Opinions : La révolte des biologistes (Réflexion de Guy Jacques).

Texte sur les 40 ans du GRGS en préparation par Michel Lefèbvre : le texte proposé hésite entre scientifique et grand public. On pourrait en extraire une News sur l'apport de la géodésie à l'océanographie et aux sciences du climat.

9) Séminaires invités :

Matthieu Lengaigne, sur l'effet du changement climatique sur les cyclones tropicaux (à partir du printemps 2002, action Yves Dandonneau)

Cedric Ringenbach, collaborateur de J. M. Jancovici, sur les choix énergétiques (action : Jean Paul Guinard / Bruno Voituriez)

Jacques Merle suggère d'inviter Ferris Webster (océanographe à Woods Hole, actuellement en retraite après avoir été professeur à l'Université du Delaware) qui passe la moitié de son temps en France à Bourgoin-Jallieu près de Grenoble).

Annexe :

Message de Petter Xenada

Dear Raymond (and others),

Thanks for getting back to me and especially for writing in the "late Friday afternoon" spirit, so that your views and opinions really shine through. :-) For little over two weeks I have hand-fed kittens once every third hour, so for me it's always "late Friday afternoon" now. Still, I hope to make some sense in this letter to you.

OTEC Africa was created in order to get OTEC technology out in the open, to make some noise and to show the world that this technology can be counted on. And if, despite all the calculations made by French and Hawaiian researchers, the project would turn out to be an economic disaster, then at least no harm would have been done - the involved parties would still get credit for trying to make a contribution to the world.

In other words, OTEC Africa is meant to be a test-run that if successful could make OTEC a vital part of future energy (plus generate fresh water to regions such as mid-Africa, Dubai, and California, especially with grazing ships). From my point of view, involving companies from the energy field today is not a bad thing.

Even companies such as Shell does research on alternative fuels as far as I know, and I bet that they spend more money on ocean-related eco-friendly technology and methods than say the EU or SIDA plus it's French equivalent do. When one thinks about it - what companies would be able to take OTEC technology to a global scale? Who's got the funding and the know-how? - Well, about the same ones who today build pipelines and nuclear plants (and even weapons - Lockheed Martin is the proof of that).

At the same time, I understand if Les Argonauts for ethical reasons cannot or will not deal with such companies. I just hope that appropriate funding could be given from the EU, SIDA etc. It's just that I doubt that they could provide more funding than for perhaps setting up an OTEC conference in Norway, Paris or Hawaii (which in itself would be a good thing indeed!). This is also why I asked how successful you are in getting funding from the EU. For some reason, it seems a lot easier to get funding for an expensive physics experimental site (my step-father was the director of ESRF in Grenoble) than for down-to-earth projects that really could help the world.

I read Martin's article on grazing ships with great interest. A really big "super tanker" holds 500,000

cubic meters of oil. These vessels have really tough safety demands because of their hazardous cargo. As a consequence, they have a limited life-span, even though the vessels themselves are in ok condition. Let's assume that the infamous BP corporation owns a soon-to-be retired ship like this. Now image this giant being carefully cleaned up inside, and used as an OTEC grazer. For BP, this would be a great way of bettering their reputation, if they delivered 500,000 m³ of fresh water to California every week or so (and at the same time, they could sell the electricity generated). In fact, the idea is so nice and simple that they might just do this, given some hints, endorsement, and technical support from researchers such as yourselves.

Maybe it's the lovely springtime that affects me, or maybe it's the lack of sleep, but I feel that the time for research and calculations doesn't have to be our time. People have been calculating OTEC costs for decades. Instead, our time holds a fantastic opportunity: a high oil price, public awareness of environmental issues, and, most recently, two disasters associated with oil and nuclear plants. Therefore, I feel the time has come to act - to tell media, aid organisations, the EU, and companies of all sorts that OTEC is a viable technology, that it is clean and also profitable. 1429, 1789, and 1968 - the French people has a proud history of standing on the barricades and encouraging others to follow their example. I think 2011 could be just such a year as well, and so, I'm glad you are still interested in this project. :-)

Amicalement,

Itération du 10 avril Version V3

Un 40 ème rugissant : Compte rendu d'un anniversaire

Le Groupe de recherche de géodésie spatiale : présentation

Le premier satellite artificiel a été lancé le 4 octobre 1957. La communauté française des astronomes et des géodésiens sut immédiatement se mobiliser pour tirer le meilleur parti de cette révolution technologique dans les jours puis dans les mois et les années qui suivirent. Pour la première fois cela permettait de mesurer la Terre de manière globale avec une technologie unique. Connaître sa forme dans ses trois dimensions spatiales, déterminer son champ de gravité de manière détaillée, découvrir les applications de cette révolution dans les sciences de la terre, telles furent les objectifs de cette nouvelle communauté qui sut en même temps s'organiser et se coordonner avec le soutien du CNES. Elle le fit d'abord dans un cadre CNRS (Recherche coopérative sur programme) puis dans le cadre d'un accord entre les différents instituts impliqués, l'Observatoire de Paris, l'Institut géographique national, le Centre national d'études spatiales, le Bureau des longitudes. Cet accord sous forme d'une simple lettre fonda le Groupe de recherches en géodésie spatiale le 17 février 1971. Le 17 février 2011, on vient de célébrer les 40 ans de cet accord.

Éléments historiques

Le 17 février est une date-symbole pour le GRGS (Groupe de recherche en géodésie spatiale) : pour cela un peu d'histoire.

le 25 janvier 1965, une équipe du service d'aéronomie du CNRS obtenait des échos lasers sur le satellite BEB. Le calcul de l'orbite correspondante fut considéré comme une première et fut présenté au COSPAR (Committee on Space Research) à Buenos Aires en juillet 1965. La communauté française avait désormais accès à cette nouvelle technique, l'incitant à aller plus loin en proposant des satellites équipés de réflecteurs laser.

Auparavant le 17 février 1966, le CNES lançait à partir de la base d'Hammaquir en Algérie son premier satellite avec le lanceur français Diamant- dont le premier vol avait eu lieu le 25 octobre 1965- . Ce satellite baptisé Diapason était dédié à la géodésie et permettait de tester et de contrôler l'utilisation des mesures de l'effet doppler sur des radiofréquences pour le positionnement. C'était la maîtrise d'une autre technique de géodésie spatiale, la mesure de l'effet Doppler.

Le 17 février 1967, on pouvait alors assister au lancement du satellite Diadème 2 (D1D) suivant celui de Diadème 1 (D1C) lancé le 8 février 1967. Ces satellites étaient équipés d'un émetteur radio mais avec en plus des réflecteurs lasers. Pour tirer le plein bénéfice de ces projets, il était nécessaire d'avoir des équipes ayant la capacité d'analyser les données et de proposer des projets encore plus ambitieux. Il existait des ingénieurs et des chercheurs ayant cette capacité et travaillant déjà ensemble à l'Observatoire de Paris-Meudon, au Bureau des longitudes, à l'Institut géographique national et au CNES. Pour augmenter l'efficacité, les directeurs de ces organismes décidèrent alors de créer un groupe de recherche en géodésie spatiale –toujours un 17 février-mais en 1971. Le procès-verbal d'une réunion commune a suffi pour démarrer !

Le 17 février 2011, le GRGS fêtait donc son quarantième anniversaire à l'observatoire de Paris dans sa salle prestigieuse, la salle Cassini. Cent soixante personnes venant de différents horizons ont participé à cette journée. Ils ont reçu à l'accueil un certain nombre de documents sur clé USB (on n'arrête pas le progrès !) dont le programme de la journée, les présentations des activités sur posters et les documents de base. Ils sont également disponibles sur le site du GRGS (<http://grgs.obs-mip.fr/>). Tout ceci constitue une belle entrée dans l'histoire de l'Espace que confirme la présence de l'IFHE (Institut français de l'histoire de l'espace, <http://ifhe.free.fr/>) avec lequel une table ronde était organisée.

Le GRGS : des points majeurs à comprendre

Il nous est apparu intéressant d'aller au fond des choses et de tenter d'identifier les points majeurs montrant comment et pourquoi cela a fonctionné.

Pour faire un bilan, on peut avoir plusieurs approches. Il nous a semblé intéressant de faire la synthèse sur quarante ans des résultats obtenus et nous nous sommes laissé guider par trois considérations.

Qu'est-ce que le GRGS a apporté, à la recherche, aux programmes spatiaux et aux organismes fondateurs ? On nous dira que c'est à eux de le dire mais pour faire une moyenne sur quarante ans, il nous a semblé que la « longévité » du témoignage pouvait apporter une

contribution originale. On pourrait nous objecter que nous sommes « juges et parties », à cela nous répondons que plusieurs d'entre nous sommes déjà « partis » et sont donc (bons) juges.

Le noyau central est la détermination de la dynamique de la Terre et des planètes ; l'accent est mis sur des observations précises et contrôlées des phénomènes étudiés. Ces observations sont de type « métrique et métrologique ». Elles concernent plusieurs disciplines et pas seulement la géodésie. C'est d'ailleurs ce que nous avons écrit dans le document fondateur de 1971 « contribution à long terme en géodynamique » pour expliquer ce à quoi nous voulions nous intéresser à savoir « *tout ce qu'il est possible d'étudier à l'aide de mesures précises de distance, vitesse et accélération entre satellite et station au sol ou entre satellites. Il s'agit de la Terre et de la lune en tant que solide déformable ainsi que les grandes masses fluides qui entourent la terre* ».

Bien entendu, on ne se limite pas à ce type de mesures ni aux mesures satellites, mais l'apport essentiel aura pour base la connaissance parfaite des observations par satellite qui pour la première fois fournissent l'échantillonnage des milieux étudiés à la fois dans l'espace et dans le temps.

Evaluer les systèmes d'observations est une tâche difficile, il faut comprendre les techniques de mesures et leur assimilation dans des modèles ; nous insistons sur ce point. Beaucoup d'études ont été l'objet de controverses venues la plupart du temps de la méconnaissance des observations. C'est ici, le lieu de signaler que le GRGS a énormément bénéficié de la compétence et de la motivation des techniciens et ingénieurs impliqués dans les instruments de mesures et dans le traitement des données sans lesquels rien n'aurait été possible. On sait trop les limites de certaines recherches dues à une méconnaissance de la qualité des données.

Apport à la recherche :

Le CNRS n'était pas dans les membres fondateurs, mais il avait été informé comme en témoigne la décision citée. Les rapports avec le CNRS furent nombreux et féconds : soutien d'unités mixtes dans les membres fondateurs et création d'une unité mixte à Toulouse (Observatoire Midi-Pyrénées) à titre d'exemple avec les soucis suivants :

- Évaluation de l'apport des techniques spatiales à de nouveaux domaines où le CNRS n'aurait pu mettre les équipes suffisantes dans un premier temps.

- Participation originale avec une meilleure connaissance de la notion de « projet » : les chercheurs et les ingénieurs de toutes les parties prenantes sont rassemblés et associés pendant toute la durée du projet. Le cas le plus typique est celui des groupes de travail de la mission Topex-Poséidon.
- Les liens du GRGS avec le CNRS : les propositions de recherche du GRGS sont évaluées par des comités du CNRS comme les autres laboratoires.

Apport aux organismes :

Là encore, pendant ces quarante ans, il a été démontré que de nombreux projets avaient été réalisés en commun par les organismes concernés, ceci pouvant être de façon permanente ou pour des projets spécifiques. Dans ce genre de coopérations, il s'est instauré un dialogue constructif où chacun a apporté sa compétence. Le GRGS n'a pas vocation à tout faire, il a vocation à prendre des initiatives qu'il propose à ses partenaires. Il peut le faire sur une filière technique ou sur une filière thématique.

Un premier exemple peut être donné avec les techniques lasers. Après le succès de BEB et BEC, satellites géodésiques américains et des premiers satellites français Diadème, le GRGS a proposé des satellites spécialisés, Starlette et Stella. Il a aussi proposé une expérience de synchronisation en temps par lien laser, l'expérience Lasso dès 1972 et aujourd'hui une autre expérience de synchronisation a encore lieu à bord du satellite Jason 2, l'expérience T2L2 (Transfert de temps par lien laser avec une précision de l'ordre de 50 picosecondes). Il a participé à la mission « panneaux réflecteurs sur la Lune » en mettant en œuvre des stations lasers au sol au Cerga (Centre d'études et de recherches géodynamiques et astronomiques à Grasse).

On peut citer un autre exemple. Des techniques radioélectriques ont fait l'objet d'une approche instructive après les missions spatiales Diapason et Diadème 1 et 2. Le GRGS a ensuite testé d'autres méthodes de poursuite de satellites et notamment avec l'utilisation du système de l'US NAVY, le système Tranet : c'est le projet Medoc. Les limitations en précision et en lourdeur d'opération, ont alors amené le GRGS à proposer un nouveau système baptisé Doris (Détermination d'orbite et radio-positionnement intégré par satellite) qui s'est avéré avoir la précision centimétrique requise. L'IGN avec sa compétence spécifique et unique put alors jouer avec succès un rôle essentiel dans le déploiement d'un réseau au sol de cinquante stations réparties sur toute la Terre de manière aussi homogène que possible.

L'altimétrie par satellite est encore un exemple à souligner ; cette technique permet de déterminer la surface océanique et ses variations avec une précision centimétrique. Le radar altimètre mesure la distance entre le satellite et la surface de la mer ; la détermination de la position du satellite qui sert de référence est tout aussi cruciale. L'accès à la précision ultime nécessite de nombreuses corrections où le GRGS a joué un rôle important tandis que la compétence de l'Industriel en charge de l'instrument a été irremplaçable ainsi que le suivi permanent du CNES. On peut rappeler que la première proposition d'expérience altimétrique, le projet Dorade, a été faite en 1972 par le GRGS ; certes elle n'a pas été engagée mais elle a permis au GRGS d'être P.I (Principal investigator) dans le projet GEOS 3 en 1976 de la DMA américaine (Defense Mapping Agency) puis de devenir un pionnier et un moteur dans cette nouvelle discipline ; ceci a eu pour résultat pour le GRGS d'être le premier à publié un géoïde marin civil (autour des îles Kerguelen).

La participation à Seasat (1978) a ensuite été encore plus importante car elle a permis de susciter l'intérêt des océanographes français et internationaux et finalement c'est à partir de ces expériences qu'a pu être faite en 1981 (séminaire des Arcs du CNES) la proposition GRGS d'un projet encore plus ambitieux, le projet Poséidon. En effet il a été par la suite, possible de négocier avec la Nasa un projet commun Topex-Poséidon lancé en 1992 qui a été extrêmement ambitieux et qui a permis de mesurer la surface topographique de la mer avec une précision jamais atteinte, de l'ordre du centimètre. Ceci a été réalisé pendant seize ans, et ensuite a été relayé par ERS 1 et ERS 2 puis Envisat, satellites de l'Esa mais avec des contributions originales du GRGS et des équipes françaises. La suite de ces missions Jason -1, -2, demain Jason-3 est toujours en cours.

Un dernier aspect de l'altimétrie est le développement de l'océanographie opérationnelle commencée initialement en liaison avec la NOAA américaine avec le satellite Geosat. Les équipes françaises se sont ensuite regroupées et depuis 2002 un Groupement d'intérêt public existe, la société Mercator, qui est en mesure de faire des prévisions sur l'état des océans à l'échelle mondiale de façon permanente et cela chaque semaine ce qui est remarquable.

Il faut enfin citer le rôle du GRGS dans le développement de l'accélérométrie spatiale du point de vue utilisateur et en soutien aux travaux de l'Onera (Office National d'études et recherches aérospatiales), Onera qui s'est fait une réputation mondiale dans ce domaine. Le satellite artificiel est en effet un détecteur des forces en présence dans le milieu spatial, forces gravitationnelles et forces

non-gravitationnelles qui régissent le mouvement du satellite. Cela a conduit à développer des modèles de l'atmosphère supérieure de la Terre, mettant le GRGS en position d'utiliser avec un grand profit la technique développée par l'Onera et embarquée à bord du satellite Castor (1976) : c'est l'instrument Cactus. Aujourd'hui l'accélérométrie spatiale a connu deux nouvelles applications majeures, la détermination du champ de gravité de la terre avec les satellites Champ, Grace et Goce puis la vérification prochaine du principe d'équivalence avec une précision relative inégalée de 10⁻¹⁵ sur le satellite Microscope.

Éléments pour la décision de la création du GRGS

Une décision courageuse ? Un pari ? La création du GRGS a surpris à l'époque par sa soudaineté, en fait, si on a en mémoire la personnalité des quatre directeurs, on s'aperçoit que c'était une décision de « sages ». On ne partait pas comme indiqué plus haut « de rien », d'autres expériences comme la RCP 133 du CNRS avait permis de développer une compétence pour le déploiement de réseaux et l'analyse des observations. Cette compétence n'était pas passée inaperçue, elle a permis d'engager des contacts avec des équipes aux USA, ainsi en 1968 avec le SAO (Smithsonian Astrophysical Observatory) et en 1969 avec le GSFC (Goddard Space Flight Center) ; manifestement à cette époque les équipes françaises étaient au premier rang, ce qui leur a valu d'être invité à l'atelier Nasa à Williamston en juillet 1969. Cet atelier fut un tournant, il était destiné à identifier les progrès en sciences de la Terre que pourrait apporter les techniques en émergence et en premier lieu l'océanographie avec la technique altimétrique. Dès le retour de mission, les directeurs des organismes fondateurs du GRGS avaient compris l'ampleur de ses perspectives et qu'il ne s'agissait pas de « prendre un train en marche mais de rester une locomotive ».

Contribution du GRGS à la recherche spatiale au sein du CNES

Le CNES tira le premier en créant en mars 1970 un département de géodésie spatiale lui donnant entre autres comme mission de faire des propositions de missions spatiales à l'échelle nationale et internationale. La création du GRGS lui-même et l'affectation du département au nouveau groupe n'eut lieu qu'un an plus tard, le 17 février et 1^{er} avril 1971. Cela fut très important sur l'échange de concepts dans des domaines-clés entre un monde scientifique et un monde d'ingénierie spatiale comme la trajectographie et celui des systèmes de références à titre d'exemple mais sans oublier la

question de la formation permanente et de la formation de cadres pour le CNES et l'industrie spatiale.

Leçons de la période d'apprentissage du GRGS (1970-1978)

Les projets proposés avaient plusieurs objectifs :

- tester et évaluer les nouveaux types de mesures :
 - technique laser :
 - satellite Starlette
 - expérience Lasso
 - réflecteur laser sur la lune
 - Isagex (International satellite geodetic experiment)
 - accéléromètre spatial :
 - Cactus
 - radiofréquences :
 - projet Medoc
 - proposition Geole
 - altimétrie :
 - (proposition Dorade)
 - Participation au projet Geos 3
 - Seasat

- faire une première évaluation des apports nouveaux en sciences de la Terre :
 - océanographie
 - géophysique interne
 - navigation
 - champ de gravité
 - extension à la planétologie

Les conclusions

Il y a bien là une contribution au programme spatial comme espéré. Le GRGS ne fabrique pas des matériels embarqués mais se focalise sur une parfaite connaissance des observations. Ce sera son point fort et c'est le début exemplaire d'une nouvelle forme de participation des chercheurs et utilisateurs au projet. Cette conception nouvelle sera mise en œuvre à plein régime par les groupes de travail de Topex-Poséidon qui se sont d'ailleurs poursuivis avec les groupes de travail des satellites Jason. Dans cette partie, on voit poindre aussi la liaison avec les organismes fondateurs mais aussi avec d'autres organismes.

On peut citer le Shom (Service hydrographique et océanographique de la marine), l'Onera, Météo-France, l'Ifremer (Institut français pour l'exploitation de la mer), l'IRD (Institut de recherche pour le développement), ainsi que des laboratoires étrangers tels que l'APL (Applied Physics Laboratory), le GSFC, le SAO, le JPL (Jet Propulsion Laboratory) aux États-Unis et plusieurs équipes européennes. Un exemple plus détaillé de coopération sur le Shom peut être donné : lors de l'expérience Athena participait un navire de recherche du Shom, les équipes du GRGS étaient à bord et recevaient en temps réel les mesures altimétriques du satellite Geosat.

Dans les périodes suivantes de 1980 à 2000, le GRGS fut moteur dans plusieurs projets et notamment Topex-Poséidon proposé en 1981 et lancé en 1992, mais aussi contribua à l'amélioration des missions satellites ERS -1 et ERS-2 et Envisat.

Le GRGS a proposé comme on l'a déjà dit un nouveau système original de trajectographie et de positionnement, le système Doris dont l'objectif est d'obtenir une précision centimétrique sur la topographie des surfaces océanographiques. On peut se poser la question de savoir pourquoi le GRGS s'est impliqué dans de nouvelles disciplines telle l'hydrologie, la glaciologie, la planétologie, la physique fondamentale. Si on regarde les choses de près, on s'aperçoit que l'unité vient du fait qu'on étudie un même objet, la Terre, mais ceci avec des types de données qui sont pour la plupart du même type, on pourrait dire du type métrologique avec des techniques de poursuite identiques comme Doris. On peut rappeler encore ici, la définition que nous avons donnée en 1971 sur les activités du GRGS. Suite à Williamston, ces activités concernent tout ce qu'il est possible d'étudier à l'aide de mesures précises de distance, vitesse et accélération entre satellite et station au sol ou entre satellites. Il s'agit aussi de la Terre et de la Lune en tant que solide déformable ainsi que les grandes masses fluides qui entourent la terre. La géodésie n'est pas mentionnée bien qu'elle est son étymologie : géo comme la terre et deien qui veut dire partager, mais cela paraît riche de sens.

L'anniversaire des 40 ans du GRGS

La journée fut une réussite. Trois étapes dans la journée, une consacrée à la création du GRGS, une deuxième aux activités actuelles présentées dans sept domaines, la troisième au futur. Les sept exposés thématiques développés au GRGS concernent, les observatoires géodésiques, la mécanique orbitale et le champ de gravité, l'océanographie et l'hydrologie spatiales, les systèmes de référence et la rotation de la terre, la géodésie planétaire, la physique fondamentale, les services scientifiques. Tous ces thèmes du point de vue GRGS ont en commun la métrologie, la mesure de paramètre,

l'acquisition, le traitement et la validation des données. Une table ronde organisée en coopération avec l'IFHE –Institut Français d'histoire de l'Espace- a permis alors d'évoquer les points marquants en particulier ceux liés à la structure originale du groupe de recherche et son impact sur les résultats. Bien que le contexte ait changé l'adaptation nécessaire a eu lieu et la volonté de disposer d'observations précises traitées avec une approche métrologique est maintenue et permet de garder la réputation d'excellence qui explique la diversité des domaines de recherche. C'est un atout pour nouer des coopérations entre organismes mais aussi à l'échelle internationale. Deux amis avec lesquels nous travaillons depuis plus de 30 ans sont venus témoigner :

- Kurt Lambeck, géophysicien et géodésien, membre de l'Académie des sciences en Australie et dans ce cadre responsable des études sur le climat ;
- Christoph Reigber, géodésien d'abord au DGFI (Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut) à Munich puis au GFZ (Deutsches GeoForschungsZentrum) à Postdam, leader européen et mondial dans les programmes de recherche du champ de gravité et tout particulièrement dans les missions engagées pour la décennie du champ de gravité (Satellite Champ, Grace).

Conclusion générale

Le GRGS est une structure de dialogue, les idées nouvelles sont non seulement bienvenues mais recherchées, les observations bien traitées et les résultats ont suivi et suivent...

Il faut que tout cela se poursuive. Aujourd'hui 8 instituts représentant 14 équipes de recherche font partie du GRGS comme on peut le trouver sur son site Internet (<http://grgs.obs-mip.fr/>). On n'a pu qu'esquisser des changements nécessaires pour tenir compte de l'évolution du contexte général. Mais dans l'ensemble, il fut reconnu que la formule retenue devait être poursuivie, en particulier les possibilités du dialogue entre chercheurs de plusieurs disciplines, les contacts à l'échelle internationale, la recherche systématique, les observations spatiales et non spatiales ; l'analyse de ces mesures permettant d'obtenir de manière efficace les résultats scientifiques et des retombées sur les applications. Cette stratégie valorise l'utilité de ces mesures, optimise la conception des systèmes à mettre en place. De très nombreux projets sont en cours d'exploitation et se profilent pour la décennie à venir.

L'auditoire était représentatif de la diversité des sujets abordés, des coopérations mises en place entre équipes françaises mais aussi avec des laboratoires à l'échelon international. Les témoignages dont nous

déjà avons parlé celui de Kurt Lambeck et celui de Christopher Reigber étaient éloquentes. Il nous semble que nous avons encore à mettre en exergue deux points essentiels.

- Tout d'abord, la qualité exceptionnelle des ingénieurs et agents techniques ; leur compétence était hors du commun dans le domaine difficile du traitement des données avec une approche métrologique qui nécessite une évolution constante des méthodes. C'est leur motivation qui doit être signalée ; sans elle, nous n'aurions pas été très loin. Cette excellence reconnue doit beaucoup à leurs qualités professionnelles et nous avons eu beaucoup de chance de travailler avec eux.

- Un deuxième point à souligner est la nécessité de la transmission des connaissances d'une génération à l'autre. Il faut prendre conscience que c'est un problème difficile, il suppose qu'on puisse avoir une politique de recrutement continu, ce qui n'a pas toujours été le cas. Faire la « passe en arrière » comme au rugby prend du temps. On ne peut que souhaiter « bon vent » au GRGS d'aujourd'hui et de demain.