

BUREAU DES LONGITUDES

PROCES-VERBAL DE LA SEANCE DU 3 MARS 2015

Présidence: François Barlier

Présents : Mmes & MM Barlier, Bäuer, Boucher, Capitaine, Cayrel, Crépon, Débarbat, Desnoës, Le Mouël, Lequentrec-Lalancette, Manda, Pailleux, Poirier, Quinn, Rémy, Souriau.

Excusés : Mmes & MM Arias, Arlot, Balkowski, Blanchet, Charlot, Diament, Frachon, Guinot, Hestroffer, Husson, Kovalevsky, Laskar, Mignard, Pecker, Priou, Reverdin, Simon, Sotin, Willis.

F. Barlier ouvre la séance à 10 heures

1. Le test du principe d'équivalence en orbite, une mission spatiale française originale par Manuel Rodrigues, chef de projet à l'ONERA pour l'équipe microscope

En 2016, le satellite MICROSCOPE sera lancé de Kourou par Soyuz et concrétisera vingt ans de recherche instrumentale en vue de tester le principe d'équivalence. Ce principe énonce l'équivalence entre la masse « gravitationnelle » et la masse « inertielle », ou dit autrement, l'équivalence vue par un observateur entre un référentiel en chute libre et un référentiel uniformément accéléré. Il est le principe fondateur de la théorie de la gravitation d'Einstein (relativité générale) et aujourd'hui n'a jamais été mis en défaut. Les meilleurs tests en laboratoire confirment le principe d'équivalence à des niveaux de 10^{-13} . Il est remis en cause à des niveaux inférieurs à 10^{-14} dans la plupart des théories alternatives à la relativité générale : théorie des cordes, boucles quantiques, dilatons.....

Les tests en laboratoire sont aujourd'hui limités par les perturbations sismiques et par l'activité humaine autour du dispositif expérimental. Tester le principe d'équivalence à des sensibilités inférieures est essentiel du point de vue expérimental pour valider ou contraindre ces théories émergentes.

La mission MICROSCOPE, proposée par l'Observatoire de la Côte d'Azur et l'Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales (ONERA), vise à tester en orbite ce principe à des niveaux de 10^{-15} . Le satellite embarque l'instrument T-SAGE de l'ONERA qui comprend deux accéléromètres différentiels. Les masses d'épreuve des accéléromètres sont asservies par des forces électrostatiques pour les maintenir sur une même trajectoire. L'accélération nécessaire pour les maintenir sur une même trajectoire définie par les forces de gravité de la Terre, i.e chute libre autour de la Terre, est indépendante de la composition et de la masse des corps (principe d'équivalence). Le satellite est placé sur une trajectoire inertielle autour de la Terre qui est la source gravitationnelle de l'expérience : le mouvement relatif de la Terre, la source de gravité, autour de l'instrument est un mouvement apparent de rotation à la fréquence orbitale.

Le premier accéléromètre comporte deux masses d'épreuve de matériaux identiques, Pt-Rh, comme témoin de l'expérience, et permet d'évaluer les perturbations : la différence d'accélération de ces deux masses doit être nulle car on présuppose que la « violation du PE » si elle existe ne dépend que de la composition atomique, et donc, avec une même composition il n'y a pas de « violation ». Le second accéléromètre comporte deux masses de matériaux différents, Pt-Rh et Ti : s'il y a « violation du PE », il est nécessaire d'accélérer différemment les deux masses, la mesure de cette différence d'accélération à la fréquence orbitale est la signature de cette « violation ».

Il est présenté ici les enjeux, le contexte et le principe de la mission MICROSCOPE ainsi que ses différents éléments qui sont aujourd'hui à la pointe de l'état de l'art technologique. On montrera également qu'au-delà des précisions requises pour la réalisation de l'instrument ou du satellite, il est nécessaire de réaliser des étalonnages en vol de certains défauts pour en éliminer les effets sur le signal mesuré. Enfin, une présentation du centre de mission scientifique développé par l'ONERA est effectuée en soulignant l'importance des processus de traitement des données qui ont également un rôle capital dans la précision finale de l'extraction du signal éventuel de violation.

F. Barlier remercie le conférencier et ouvre le débat. T. Quinn rappelle que dans les années 80-90, l'idée originale de l'expérience est née au BIPM mais que celui-ci n'ayant pas les moyens notamment pour la construction des masses de test, il s'était retourné vers le Pt-B. M. Rodrigues confirme que le projet Microscope est plus simple que Geostep imaginé à l'époque mais qu'il a fallu résoudre le problème difficile de la conception des cônes pour bloquer la masse d'épreuve à 10 microns. N. Capitaine demande comment sont gérés les trous de données de télémétrie laser. L'intervenant répond qu'ils sont gérés par la récupération de paquets de données de 10 min par les stations sol, l'ensemble étant alors transmis au centre de Toulouse pour corrections, homogénéisation. R. Cayrel demande des éléments sur les perturbations solaires, M. Rodrigues répond que cela rentre dans les effets de traînée qui sont compensés dans cette expérience. Il rajoute après une question de F. Barlier sur les perturbations électromagnétiques, qu'il y a une détection des erreurs liées aux ions lourds au niveau des mémoires. C. Boucher interroge sur les autres applications identifiées de cette mission hormis l'étude du principe d'équivalence. M. Rodrigues indique qu'a été proposée l'étude des effets sur les axes perpendiculaires qui devraient être supérieurs à l'altitude de l'orbite (environ à 10^{-8}). T. Quinn remarque que les expériences de physique dans l'espace sont toujours plus compliquées à mettre en œuvre notamment ici à cause des effets de potentiel de contact entre matériaux. M. Rodrigues répond que pour Microscope on bénéficiera des évaluations en cours sur GOCE pour lequel les mêmes matériaux sont utilisés (Pt/Rh). P. Bauër demande si l'effet de fouet observé dans la tour d'essai se reproduit dans l'espace. M. Rodrigues explique que le problème est réglé par l'installation d'amortisseurs.

2. Examen du projet de procès-verbal de la séance du 3 février 2015

Le procès-verbal de la séance du 3 février 2015 est approuvé moyennant les corrections de N. Capitaine et F. Barlier remises en séance.

3. Finalisation de la journée scientifique par Claude Boucher

C. Boucher présente le projet de programme de la journée entière IGN/BdL/Observatoire de Paris sur la commémoration de l'anniversaire des trente ans de l'ITRS. La discussion s'engage. J.-P. Poirier et J.-L. Le Mouël soulignent la nécessité de maintenir la demi-journée BdL traditionnelle qui est importante pour notre société savante et pour le public présent. Plusieurs intervenants (M. Crépon, A. Souriau, S. Débarbat, M. Manda, N. Capitaine, T. Quinn, Y. Desnoes, M.-F. Lequentrec-Lalancette) échangent sur la cohérence des présentations, des titres ainsi que sur l'équilibre entre les conférences techniques le matin et les applications l'après-midi. P. Bauër signale qu'il faut indiquer dans l'affiche que les deux sessions sont ouvertes à tous. F. Barlier

demande de rajouter l'Observatoire de Paris dans l'introduction, ce qui avait été oublié. N. Capitaine demande si B. Guinot a bien été convié à cette journée comme invité d'honneur. C. Boucher répond qu'il prendra contact avec lui et ils définiront ensemble le mode de contribution qui pourrait se faire par la soumission d'un article à Géosciences coécrit en invitant aussi I.I. Müller. C. Boucher indique que le Bureau fera une synthèse pour la prochaine séance.

4. Choix des conférences de l'après-midi pour 2015-2016

Les discussions s'engagent à partir du tableau remis en séance par M.-F. Lequentrec-Lalancette. C. Boucher demande si le Bureau est d'accord pour demander la labellisation COP21 des conférences de novembre et décembre 2015. L'assemblée est partagée sur cet aspect, J.-L. Le Mouël ne souscrit pas à ce projet. A. Souriau pense qu'il y aura certainement à cette époque une saturation sur la thématique climatologique. M. Crépon indique que tout de même, l'aspect océanographique est important à garder. Il est donc acquis par l'assemblée de placer les conférences sur les aérosols et l'océanographie avant la fin de l'année. M.-F. Lequentrec-Lalancette fera une synthèse des propositions ainsi que des contacts pris à la prochaine séance.

5. Choix des conférences du matin

R. Cayrel demande la programmation d'une conférence sur les sursauts gamma par F. Baigne directeur adjoint de l'IAP. Il est aussi décidé par l'assemblée que la conférence sur les mesures des particules par ballon à Paris par M. Renard sera aussi à programmer le matin.

6. Mise à jour des organismes représentés par des « membres extraordinaires »

F. Barlier annonce que pour Météo-France, J. Parent du Châtelet vient d'être nommé pour représenter l'organisme en tant que membre en service extraordinaire.

C. Boucher demande si la liste actuelle des organismes convient toujours et s'il serait opportun d'y intégrer l'INSU. S. Débarbat souligne le caractère administratif de cet organisme. Néanmoins l'assemblée soutient cette proposition. Le Bureau prendra contact avec l'INSU.

7. correspondances

F. Barlier fait part de la lettre de remerciement de M. B. Guinot au message du Bureau.

8. Questions diverses

Les 24^{èmes} journées de la recherche de l'IGN auront lieu les 19 et 20 mars prochain à Marne-la-Vallée.

M. Manda observe que le site web du Bureau des longitudes devrait être rénové. F. Barlier note que cela fait partie des nombreuses tâches à faire par le Bureau. S. Débarbat rend hommage à N. Capitaine qui a assuré et assure encore les mises à jour des conférences.

La séance est levée à 12h23.

Marie-Françoise Lequentrec-Lalancette
Secrétaire du Bureau des longitudes