

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

Par J. KOVALEVSKY et P. J. MESSAGE.

SÉANCE INAUGURALE.

Cette séance publique s'est tenue au grand amphithéâtre de l'Institut d'Astrophysique, le lundi 27 mai 1963 à 10 h 30 m sous la présidence de M. CLEMENCE.

M. André COUDER, astronome titulaire de l'Observatoire de Paris, Membre de l'Institut, souhaite la bienvenue aux délégués en ces termes :

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,
MESDAMES, MESSIEURS,

Le Directeur et les Astronomes de l'Observatoire de Paris sont flattés du fait que cet établissement ait été choisi comme siège du Symposium de l'Union Astronomique Internationale sur les constantes fondamentales de l'Astronomie; l'Institut d'Astrophysique de Paris n'est pas moins heureux d'abriter cette séance inaugurale.

J'ai grand plaisir à accueillir les spécialistes éminents réunis ici, et en premier lieu ceux qui ont dû faire un long voyage. Je veux saluer tout particulièrement M. le Docteur CLEMENCE, président du Symposium n° 21; M. le Professeur OORT, ancien président et M. SADLER, secrétaire général de l'Union Astronomique Internationale, M. le Professeur MIKHAILOV, Sir Harold JEFFREYS et M. le Professeur FRICKE qui va tout à l'heure nous donner un exposé introductif général.

Ces paroles de bienvenue, c'est à M. DANJON qu'il appartenait de les prononcer; il aurait ensuite participé à vos travaux avec une haute compétence. La maladie, malheureusement, l'en empêche. Au moment où m'échoit l'honneur de vous accueillir à sa place, je pense être l'interprète de tous en lui adressant notre salut et exprimant nos vœux pour le rétablissement prochain de sa santé, et la reprise de son activité scientifique.

M. le PRÉSIDENT remercie M. COUDER pour ses paroles de bienvenue et cède la parole à M. FRICKE qui fait une conférence sur *les constantes astronomiques en tant qu'objets de recherches récentes* (voir p. 5).

M. CLEMENCE remercie M. FRICKE pour cette très intéressante et très complète vue d'ensemble sur les travaux récents, qui a été chaleureusement applaudie par l'assistance.

Les séances suivantes du Symposium ont eu lieu dans la salle de conférences de l'Observatoire de Paris.

PREMIÈRE SÉANCE.

Lundi 27 mai à 15 h.

(Tous les délégués présents.)

En l'absence de M. A. DANJON, souffrant, qui avait été désigné par le Comité d'organisation comme président permanent du Symposium, c'est M. G. M. CLEMENCE qui assurera la présidence des séances de travail.

M. le PRÉSIDENT signale que M. D. K. KULIKOV également invité par le Comité d'organisation, souffrant, n'a pas pu venir participer à ce colloque. D'autre part, M. HOLDRIDGE du Jet Propulsion Laboratory également souffrant, est remplacé par M. T. W. HAMILTON, appartenant à la même organisation.

Les participants décident à l'unanimité d'envoyer à M. DANJON un message dans lequel ils lui adressent leurs meilleurs vœux de prompt rétablissement.

MM. J. KOVALEVSKY et P. J. MESSAGE sont désignés comme secrétaires de séance. D'autre part, M. KOVALEVSKY assurera l'édition des comptes rendus de ce Symposium.

M. le PRÉSIDENT propose la constitution d'un Comité de résolutions, présidé par M. BROUWER, qui sera chargé de mettre au point les projets de résolution qui lui seraient transmis.

M. le PRÉSIDENT expose l'ordre du jour du Symposium :

Deux questions ont été formellement transmises pour discussion à ce Symposium, par des Organisations internationales.

1^o L'Association Internationale de Géodésie a demandé à l'U. A. I. son avis sur une résolution adoptée par la Commission Internationale de Gravité concernant une éventuelle révision de la formule internationale de la gravité et de l'ellipsoïde international. Le Comité exécutif de l'U.A.I. a chargé le présent Symposium d'en délibérer.

2° Le COSPAR a confié le soin au Comité *ad hoc* sur les constantes et les éphémérides de soumettre à ce Symposium les problèmes posés dans le domaine des constantes astronomiques par le lancement de corps célestes artificiels et de faire des suggestions concernant les conventions futures dans ce domaine.

M. le PRÉSIDENT fait ensuite un court exposé sur ce qui est la tâche principale du Symposium : à savoir si le moment est venu ou non de faire une modification générale ou partielle de l'actuel système de constantes astronomiques conventionnelles. En particulier, le Symposium devra essayer de répondre aux questions suivantes :

1° Est-il possible de formuler un nouveau système de constantes qui soit en mesure de satisfaire les besoins pratiques et théoriques des 50 prochaines années ? Si oui, suivant quels principes devra-t-il être construit ? Quelles seront les constantes fondamentales et lesquelles en seront dérivées ? Doit-on revoir les masses des planètes ? Quel doit-être le calendrier pour la mise en pratique d'un tel système ?

Si la réponse à la première question est négative, est-il sage d'entreprendre une révision partielle du système ? Par exemple : ne changer que la valeur de l'unité astronomique de longueur exprimée en mètres, ou seulement la parallaxe solaire, la constante de l'aberration et les masses de la Terre et de la Lune, ou encore tout le système à l'exception de la précession générale en longitude et les quantités qui en dépendent.

2° Serait-il sage d'avoir deux systèmes conventionnels différents, un pour des études théoriques, l'autre dans des buts pratiques ?

3° Quels travaux faut-il entreprendre avant d'aborder une telle révision ?

M. CLEMENCE signale encore que l'U. G. G. I. peut prendre en août des décisions concernant un nouvel ellipsoïde de référence et la formule de gravité. En ce cas, nous aurions des éléments nouveaux avant la prochaine Assemblée générale de l'U. A. I., dont il faudrait tenir compte.

MM. COOK, SADLER et FRICKE considèrent qu'il faut d'abord se mettre d'accord sur un système, le problème des valeurs numériques à y attacher pouvant être résolu après. Une discussion à laquelle participent MM. BROUWER, CLEMENCE, FRICKE et WILKINS met en relief des divergences sur la notion de constantes fondamentales : seront-elles les constantes les plus faciles à déterminer ou celles qui donnent les relations les plus simples dans les calculs ? Cette question sera examinée dans les jours qui suivent.

M. CLEMENCE remarque que les machines électroniques permettent maintenant de calculer sans effort une théorie du mouvement d'un corps pour un but particulier. Les valeurs qu'on peut choisir pour les cons-

tantes ne seront pas nécessairement celles qui auront été adoptées par les services des éphémérides, et l'on peut craindre qu'elles soient incohérentes, ce qui rendra difficile l'interprétation des résultats.

Sur proposition de M. MIKHAILOV, il est décidé que les problèmes seront pris dans l'ordre dans lequel ils ont été présentés par M. FRICKE dans son exposé, en terminant par les Communications concernant le système de constantes pris dans son ensemble.

M. le PRÉSIDENT propose de lever la séance afin de laisser aux délégués le temps de prendre connaissance des rapports qui leur ont été distribués.

La séance est levée à 16 h 30 m.

DEUXIÈME SÉANCE.

Mardi 28 mai à 9 h 30 m.

(Absent : M. OORT.)

M. le PRÉSIDENT annonce que le Comité de résolutions, placé sous la présidence de M. BROUWER, comprendra, en outre, MM. KOVALEVSKY, MIKHAILOV et STOY. Les résolutions devront être rédigées en deux langues. En cas de contestation, la version française fera foi.

Le Comité d'organisation a décidé de transmettre au Symposium les sept questions suivantes proposées par le Comité *ad hoc* du COSPAR :

- Q-1. What is the present state of the theory of the motion of the Moon with particular reference to the radius vector, and are the radar observations consistent with theory ?
- Q-2. How may the radius of the Moon along the line of centres of the Earth and Moon be determined ?
- Q-3. Is a new discussion of the Eros observation of 1930-1931 likely to be profitable and what new methods for determining the mass of the Moon may be possible ?
- Q-4. Are any reasons known for the discrepancies between the radar observations of the distance of Venus ?
- Q-5. Should the committee concern itself with improvement of star catalogues in order to obtain more accurate determination of solar system parameters from observations of Eros ?
- Q-6. What are the most probable of the values of the constants independently of any conventional values that may exist ?
- Q-7. Which relationships and constants are germane to the space navigation requirements ?

Il est convenu que le Symposium répondra à ces questions le jeudi, car il est probable que des réponses à la majorité de ces questions seront données au cours des séances à venir.

Résolution de la Commission Internationale de Gravité.

M. le PRÉSIDENT lit la résolution de la Commission Internationale de Gravité qui est soumise à ce Symposium. Le texte est le suivant :

THE INTERNATIONAL GRAVITY COMMISSION,

SUGGESTS that any changes in the constants of the International Gravity formula should be based on the following principles :

1. the constant term should be based on an agreed value of gravity in absolute terms at a single site;
2. the terms expressing the variation with latitude should be derived solely from the external potential inferred from the motions of artificial satellites;
3. the terms to be retained in the external potential and the derivation of the gravity formula from the potential should be on the basis of a theory that makes the corresponding sea level equipotential surface an exact ellipsoid of revolution.

M. MIKHAILOV exprime son accord avec les points 2 et 3, mais estime que le point 1 est ambigu. Si l'on ne se sert que des observations en un seul lieu, on diminue la précision de la formule. Il serait préférable d'utiliser les résultats d'un ensemble de stations, choisies de telle façon que les anomalies locales aient peu de chances d'être importantes, en évitant, par exemple, les stations voisines de la mer ou ayant une altitude supérieure à 200 m. M. COOK est d'accord que la valeur à choisir au point origine doit provenir de déterminations faites en plusieurs endroits, mais considère qu'il est nécessaire de fixer la valeur conventionnelle en un point. Il en est bien ainsi d'ailleurs actuellement dans le système conventionnel de Potsdam.

Sur une question de M. BROUWER, M. COOK dit que la valeur moyenne de la gravité à la surface de la Terre est difficile à mesurer, par suite de la distribution non uniforme des mesures et risque donc d'avoir une erreur systématique.

M. WILKINS remarque que le troisième point implique que la formule ne comportera que deux constantes indépendantes : la valeur en un point et l'aplatissement. M. Cook pense que la meilleure valeur de l'aplatissement provient des déterminations du coefficient J_2 à l'aide des satellites artificiels, le coefficient J_6 dans la formule conventionnelle étant de l'ordre de J_2^2 .

M. MIKHAILOV propose que la résolution discutée spécifie qu'il s'agit d'une valeur conventionnelle.

Après une discussion de problème, il est décidé, à l'unanimité, que la résolution dont le texte est ci-dessus est adoptée, mais que le Symposium suggère à l'U. G. G. I. d'ajouter l'expression « *conventional values of* » dans la première ligne de ce texte, devant les mots « the constants of ... ».

Constantes liées au système Terre-Lune.

M. COOK expose pourquoi il serait préférable d'utiliser le rayon moyen R_m au lieu du rayon équatorial R_0 . Les formules obtenues sont plus simples, les termes du second ordre sont plus faibles et les mesures à la surface de la Terre sont réparties autour des latitudes moyennes. Il faudrait toutefois définir exactement ce qu'on entend par rayon moyen, cinq définitions au moins étant possibles.

M. KOVALEVSKY met en garde contre l'inconvénient d'avoir deux rayons terrestres différents parmi les constantes utilisées, R_0 étant par ailleurs utilisé en Astronomie, M. KAULA pense que R_0 est déjà utilisé beaucoup plus souvent que R_m . M. BROUWER fait remarquer qu'on connaît de toute façon les formules pour passer de l'un à l'autre à 3 m près. Enfin, il sera nécessaire, admet M. COOK de donner une définition claire de R_m . MM. HERRICK et VICENTE se prononcent aussi pour R_0 . M. JEFFREYS, par contre préfère l'emploi de R_m (¹).

M. CLEMENCE signale que nos résolutions ne peuvent obliger l'utilisateur. Il pense qu'il faut se méfier d'aller trop loin dans la codification des quantités à employer car on risque de ne pas être suivi. M. FRICKE est également persuadé qu'il vaut mieux ne pas prendre d'action dans ce sens.

M. MIKHAILOV indique que R_0 a une définition non ambiguë, ce qui n'est pas le cas de R_m , M. JEFFREYS précise que des différences peuvent atteindre 30 m selon la définition adoptée.

M. HERRICK remarque qu'en fait, du point de vue de l'effet des erreurs sur l'aplatissement, c'est encore le rayon polaire qui serait le plus adéquat.

Après une discussion générale, un vote a lieu et il est décidé par 17 oui et 3 non que le Symposium prendra position sur ce problème. Un autre vote donne une importante majorité pour l'adoption de R_0 .

M. JEFFREYS expose ses vues sur les constantes liées au système Terre-Lune (voir p. 67).

M. KAULA fait quelques remarques sur le calcul des effets du relief sur les mesures de gravité. Il indique également que la principale cause

(¹) Note du rédacteur : Dans la résolution du XI^e Congrès de l'U. A. I., les coefficients J_n , C_{j9} et S_{j9} du champ de gravitation terrestre ont été définis en utilisant R_0 .

d'erreur dans la détermination à l'aide de satellites du champ de gravitation terrestre réside dans les erreurs sur la position des stations.

M. KAULA fait un exposé d'ensemble sur les paramètres géodésiques (*voir* p. 21).

M. COOK fait ensuite un exposé sur le même sujet ainsi que sur les constantes liées au mouvement de la Lune (*voir* p. 33).

M. COOK ayant mis l'accent sur les différences entre les estimations de King-Hele et de Kozai des harmoniques de zone d'ordre élevé du potentiel terrestre, bien que les théories soient en accord, M. KAULA marque sa préférence pour les valeurs de Kozai qui diminuent lorsque l'ordre augmente. La différence peut provenir du fait que King-Hele n'utilise que des satellites bas de forte inclinaison.

M. BROUWER commente la Communication présentée par MM. YAPLEE, KNOWLES, SHAPIRO, CRAIG et lui-même sur la détermination de la distance moyenne de la Lune par radar (*voir* texte p. 81).

Une discussion est ouverte, à laquelle participent MM. BROUWER, COOK et MIKHAILOV, concernant la précision de la théorie de la Lune pour le rayon-vecteur. D'après M. SADLER il est exact que, dans les *Ephémérides*, la parallaxe lunaire est donnée avec une précision moindre que les coordonnées angulaires. Toutefois, comme la théorie de Brown a été faite en coordonnées rectangulaires, elle donne implicitement la même précision dans toutes les directions. Elle est donc suffisante, eu égard à l'incertitude de 1 km sur le rayon de la Lune.

La mesure directe des distances dans le système solaire, ouvre un nouveau champ de recherches en Mécanique céleste.

M. HERRICK fait un exposé sur l'intérêt qu'il y aurait à adopter une unité géocentrique de longueur sur le modèle de l'unité astronomique (*voir* p. 95) et expose ses vues sur les qualités parfois contradictoires que les divers utilisateurs demandent au système de constantes astronomiques (*voir* p. 105).

La séance est levée à 12 h 15 m.

TROISIÈME SÉANCE.

Mardi 28 mai à 15 h.

(Absent : M. OORT.)

Constantes liées au système Terre-Lune (suite).

M. VICENTE présente sa Communication sur la constante de la nutation (*voir* p. 109) pour laquelle il ne préconise aucun changement.

M. MIKHAILOV résume une Communication de M. FEDOROV également sur la constante de la nutation (*voir* p. 115).

M. JEFFREYS décrit comment, dans le travail qu'il a effectué en collaboration avec M. VICENTE, il a été conduit à considérer les mouvements à l'intérieur de la Terre comme la composition de deux mouvements circulaires dans des sens opposés. Un changement dans la constitution interne affecterait leurs amplitudes différemment.

D'après M. WILKINS, les relations liant la constante de la nutation aux autres constantes ne sont pas fortes et l'on peut ne pas la lier explicitement aux autres constantes fondamentales.

M. FRICKE est d'accord avec M. VICENTE sur le fait que l'erreur sur la constante de la nutation — qui est de l'ordre de $0'',01$ — n'a pas de conséquences sérieuses. Il pense que $9'',198 \pm 0'',002$ est la valeur la plus probable, mais qu'il n'est pas exclu qu'elle soit affectée d'erreurs systématiques. MM. FRICKE et GUINOT indiquent qu'il n'en est pas de même pour la constante de l'aberration dont l'erreur introduit des termes périodiques presque impossibles à éliminer.

Une discussion générale s'ouvre alors sur le problème de l'unité géocentrique de distance soulevé le matin par M. HERRICK. MM. WILKINS et COOK craignent qu'une telle unité enlève de la cohérence au système et rende cette question plus confuse, malgré les avantages pratique de cette unité.

M. COOK, en particulier, estime que le problème est différent pour la Terre et pour le Soleil. Dans le cas du système solaire, les distances relatives des planètes étaient connues avec une précision bien supérieure à leurs distances en mètres, si bien qu'une unité de longueur spéciale était nécessaire. Il n'en est pas de même pour les satellites artificiels dont la distance, exprimée en mètres, est facile à mesurer.

M. HAMILTON expose les résultats obtenus avec la sonde spatiale *Mariner II*. Au cours de la période comprise entre le 10 septembre et le 10 décembre 1962, on a enregistré la vitesse radiale de cette sonde. L'analyse de ces mesures a permis de restituer le mouvement de la Terre par rapport au barycentre Terre-Lune à 3 cm/s près, ce qui a permis d'avoir pour le rapport des masses, la *valeur préliminaire* suivante :

$$\frac{1}{\mu} = \frac{m_{\oplus}}{m_{\odot}} = 81,3015 \pm 0,0033 \quad (\text{écart quadratique moyen}).$$

L'étude des erreurs systématiques possibles se poursuit, mais la corrélation entre μ et les autres inconnues du problème semble faible.

M. BROUWER souligne l'importance de ce résultat, car il est indépendant des erreurs sur les positions stellaires.

M. KAULA expose brièvement les travaux en cours pour la détermination du rayon de la Lune, en particulier ceux de MARCHANT. Un écart de 1 km avec la solution impliquant l'équilibre hydrostatique paraît

probable. Si l'on adopte les résultats de Yapple et $\frac{1}{x} = 81,30$, on trouverait alors, $R_0 = 1737,7$ km.

M. JEFFREYS souligne les difficultés théoriques d'interprétation de ces résultats, les hypothèses qu'on est obligé d'introduire dans la théorie étant incomplètes.

Précession, masses des planètes, aberration.

M. NEMIRO lit la Communication de M. BOSHNIAKOVICH sur les effets produits par le passage du FK 3 au FK 4 sur la constante de la précession (*voir* texte p. 119).

M. FRICKE indique que la détermination de la constante de la précession par Oort et Morgan était basée sur le système FK 3, mais en corrigeant le système de déclinaison pour tenir compte des variations de latitude avant 1890. Cet effet, dans le FK 4 est plus faible car le poids des observations anciennes est plus réduit. Il semble donc que la valeur citée par M. NEMIRO, intermédiaire entre la valeur du FK 3 et celle de Oort et Morgan, est très plausible.

M. SADLER expose ses vues sur l'effet possible du changement de définition de l'unité de temps sur les constantes de l'Astronomie (*voir* p. 133).

Sur une question de M. HERRICK, M. SADLER estime qu'on n'est pas encore en mesure d'avoir un temps atomique parfaitement reproductible. Les comparaisons avec le temps des éphémérides sont encore tout à fait insuffisantes.

M. CLEMENCE indique que certaines théories prévoient une accélération annuelle du temps atomique sur le temps gravitationnel de l'ordre de 10^{-11} , ce qui n'est pas décelable actuellement.

M. DUNCOMBE présente le résultat de ses travaux sur le mouvement de Mars (*voir* p. 137).

M. HAMILTON donne un résultat préliminaire de la détermination de la masse de Vénus à partir du mouvement de *Mariner II* :

$$\frac{1}{m_{\odot}} = 408\,538 \pm 4 \quad (\text{valeur provisoire}).$$

La précision de ces mesures dépasse de plusieurs ordres de grandeur celle des méthodes classiques.

M. GUINOT présente sa Communication sur la constante de l'aberration (*voir* p. 125).

Selon M. FRICKE la question importante à laquelle il faut répondre est la suivante : peut-on recommander un changement isolé ou faut-il

faire un changement général ? Il serait plutôt favorable à la deuxième solution en liant k à la parallaxe solaire

$$k \varpi_0 c = C$$

si ϖ_0 doit être changé rapidement.

M. GUINOT remarque que la valeur astrométrique de k est supérieure à celle déduite de ϖ_0 . S'il a proposé le changement immédiat de k , c'est qu'il croyait que ϖ_0 ne serait pas modifié dans un avenir proche. Il expose ensuite en détail les effets néfastes d'une erreur sur k dans les problèmes d'Astrométrie.

Comme, en pratique, le changement est long à réaliser, M. GUINOT aimerait qu'une procédure accélérée analogue à celle qui a été utilisée en 1952 pour les constantes de Bessel soit envisagée.

La séance est levée à 17 h 45 m.

QUATRIÈME SÉANCE.

Mercredi 29 mai à 9 h 30 m.

(Absent : M. OORT.)

Précession, masse des planètes, aberration (suite).

La discussion sur la constante de l'aberration est reprise au point où elle avait été laissée la veille.

M. WILKINS estime que ce serait une erreur de choisir une valeur de k incompatible avec ϖ_0 . Ainsi, dès maintenant, dans les éphémérides planétaires, on utilise une valeur de la constante de l'aberration compatible avec $\varpi_0 = 8",80$, mais pour celles des satellites, on utilise les deux dans des parties différentes du calcul.

Il préconise aussi une définition plus claire de la constante de l'aberration, en la liant à la vitesse sur une trajectoire héliocentrique de 1 u. a. de rayon.

M. BROUWER fait remarquer qu'il serait dommage de perdre l'ancienne définition qui avait l'avantage de représenter une quantité directement observable.

M. GUINOT serait d'accord pour avoir une valeur compatible avec ϖ_0 , mais considère qu'il faut agir vite. Il serait difficile d'envisager de garder $20",47$ encore pendant 10 ans.

M. FRICKE considère que le problème de la constante de l'aberration est un très fort argument pour un changement rapide du système.

M. SADLER remarque que la valeur actuelle de la constante de l'aberration est basée sur une valeur de la vitesse de la lumière différente de celle qui est utilisée par ailleurs en Astronomie. L'aberration étant un phénomène physique très bien connu, on peut envisager d'omettre k dans la liste des constantes fondamentales. Ainsi tout autre effet pouvant être confondu avec l'aberration serait-il plus facile à mettre en évidence.

M. NEMIRO dit que, du point de vue de l'Astrométrie, il faut utiliser autre chose que $20''{,}47$. Ainsi PAVLOV utilise actuellement la valeur de k déduite des déterminations de l'unité astronomique par radar.

MM. NEMIRO et GUINOT décrivent un grand nombre d'effets néfastes de Δk .

M. CLEMENCE craint que, si le changement n'est pas réalisé, chacun ne se mette à utiliser sa propre valeur de k .

M. MIKHAILOV fait ensuite un résumé du travail de M. D. K. KULIKOV (voir p. 139) où celui-ci étudie la précision des éphémérides des planètes inférieures. M. CLEMENCE fait l'éloge de ce travail qui est la première investigation jamais effectuée dans ce domaine.

En réponse à une question de M. RABE, M. MIKHAILOV pense que l'auteur n'a pas spécialement étudié le problème des variations annuelles que Witt pensait avoir décelé dans les perturbations de Vénus.

Parallaxe solaire.

M. MUHLEMAN résume sa Communication sur la détermination de l'unité astronomique par radar (voir p. 153) et, immédiatement après, M. SHAPIRO fait son exposé portant sur le même sujet (voir p. 177).

La discussion qui suit porte sur les termes du second ordre relativistes de l'effet Doppler qui ont été détectés. M. CLEMENCE estime que ces termes pouvant être interprétés en dehors de la relativité on ne peut considérer leur détection comme une confirmation nouvelle de la relativité.

M. COOK signale l'importance d'une connaissance de la valeur de la vitesse de la lumière avec une grande précision dans ce genre de travaux. A Washington (National Bureau of Standards) et à Teddington (National Physical Laboratory), on envisage de nouvelles déterminations à l'aide de lasers optiques.

M. MUHLEMAN insiste sur le fait que la détermination de l'unité astronomique par effet Doppler est indépendante du point où se fait la réflexion. Des observations récentes sur Mercure confirment à la précision des mesures, les valeurs obtenues à l'aide de Vénus.

M. SADLER présente les résultats de la détermination de l'unité astronomique à Jodrell-Bank (voir p. 217). Les résultats ont un aspect analogue à celui décrit par M. MUHLEMAN.

M. BROUWER lit la Communication de M. MARSDEN sur la possibilité de concilier les résultats de la méthode dynamique de détermination de la parallaxe solaire avec la méthode par radar (*voir* p. 225).

La séance est levée à 12 h 15 m.

CINQUIÈME SÉANCE.

Mercredi 29 mai à 15 h.

(Tous les délégués présents.)

Parallaxe solaire (*suite*).

M. RABE présente son Mémoire sur la compatibilité entre les résultats de la détermination de la parallaxe solaire à l'aide d'Éros et par la méthode radar (*voir* p. 219). Il fait ensuite part de ses remarques concernant la Communication de M. MARSDEN (²). Selon lui, la troisième solution de M. MARSDEN n'est valable que parce que la parallaxe solaire est celle donnée par le radar. Si non, elle n'est pas naturelle.

Une discussion générale a alors lieu sur ce problème. M. CLEMENCE pense que dans l'avenir, il faudra tenir compte des termes relativistes du mouvement d'Éros. M. COOK se demande si une partie des erreurs ne proviendrait pas des erreurs de catalogue des étoiles de comparaison, comme c'est le cas en Géodésie. Mais M. FRICKE pense qu'il s'agit plus vraisemblablement d'erreurs de mesure et qu'il serait peut-être bon de remesurer les plaques. Il est impossible de savoir quelles étoiles ont été utilisées dans les mesures et de quels catalogues leurs positions ont été tirées, donc de calculer les corrections de catalogue.

M. RABE estime que les déterminations des masses de Mercure et de Vénus sont en accord raisonnable avec les résultats obtenus par ailleurs, mais pense que les déterminations simultanées des éléments de l'orbite de la Terre n'ont guère de signification, pas plus que celle de la masse de Mars. A une question de M. HERRICK, M. RABE répond que toute nouvelle solution du problème devrait utiliser les éléments de Duncombe pour l'orbite de Vénus et qu'une nouvelle théorie du mouvement de la Terre serait indispensable (²).

M. DUNCOMBE fait remarquer que les résultats de détermination de π_0 par radar sont tributaires des erreurs des éphémérides des planètes en cause et de la Terre. Il y a une disparité des corrections effectuées dans

(²) Les remarques de M. RABE sont données *in extenso* page 237.

divers laboratoires. On a réussi par radar à avoir des corrections très précises des éphémérides et il faudrait continuer à les obtenir de façon systématique.

Sur des questions de MM. KOVALEVSKY et FRICKE, MM. MUHLEMAN et SHAPIRO indiquent que si l'on a reçu des échos depuis Mars, le signal reçu est trop élargi pour servir à des mesures directes de distance. Le futur radar de Porto-Rico pourrait peut-être réussir l'opération. Il en sera de même de l'observation de Vénus sur toute la trajectoire.

M. HERRICK ayant demandé si les termes à courte période des éphémérides étaient suffisamment bons pour la précision exigée dans la détermination de l'unité astronomique, M. DUNCOMBE pense qu'il est plus facile de représenter la théorie par une intégration numérique sur un court intervalle de temps. Il estime qu'en huit ans, on peut voir, depuis la Terre, Vénus sur tous les points de son orbite.

M. HERRICK pose le problème de l'importance du milieu interplanétaire. MM. MUHLEMAN et SHAPIRO estiment à 100 le facteur par lequel il faudrait le multiplier pour que ces effets soient sensibles dans les mesures par radar.

Sur une question de M. HERRICK, M. RABE pense que les astéroïdes qui, tels *Icare* ou *Geographos*, passent au voisinage de la Terre ne seraient pas utiles à des études dynamiques, car ils sont trop faibles pour être observés en tous points de leur orbite elliptique.

M. RABE remarque que *Laodamia* passant près de Mars est importante pour une détermination indépendante de la masse de Mars.

Le système des constantes fondamentales.

M. BROUWER fait son exposé sur les relations entre les constantes astronomiques (voir p. 241). Il propose que la gravité à l'équateur, g_0 , soit remplacée comme constante fondamentale, par la distance moyenne de la Lune a_c .

M. COOK remarque qu'il est en effet difficile de connaître g_0 à mieux que 10^{-6} près. Les déterminations absolues de g_0 sont sujettes à erreurs systématiques. Les différences entre l'Europe et les États-Unis, par exemple, ne sont pas expliquées. D'autre part, une grande incertitude règne dans la détermination de la gravité moyenne par suite du manque de points en mer. C'est pourtant par l'intermédiaire de ces mesures que le mètre est introduit dans le système de constantes astronomiques. D'ailleurs, le problème même de la légitimité de l'expression du potentiel sous forme de développement en harmoniques sphériques au voisinage immédiat de la surface de la Terre est difficile à résoudre. Peut-être faudrait-il considérer la gravité sur la surface de la Terre comme un

résultat d'observation dont la comparaison avec le champ extérieur à grande distance est sujette à de nombreuses erreurs.

M. JEFFREYS a estimé à moins de un milligal l'erreur introduite par la partie solide de la croûte terrestre au-dessus de la surface équipotentielle, même au sommet de l'Everest.

M. KAULA signale que l'erreur sur la distance moyenne de la Lune, due à l'erreur sur le rayon de la Lune est du même ordre de grandeur que celle sur g_0 .

M. COOK pense que les astronomes devraient prendre des constantes aussi indépendantes que possible des difficultés rencontrées par les géodésiens. Il faudrait aussi qu'elles conduisent à des relations théoriques les plus simples possibles. Aussi suggère-t-il de ne prendre ni g_0 , ni a_c , mais la constante de gravitation géocentrique GM.

M. CLEMENCE pense également qu'en ce qui concerne le système de constantes fondamentales, il vaut mieux choisir celles qui simplifient les relations théoriques même si c'est aux dépens de la précision.

M. WILKINS pense qu'en matière de simplicité, l'aplatissement f de la Terre vaut mieux que J_2 , mais M. Cook fait remarquer que J_2 est une quantité physique indépendante du modèle de Terre, contrairement à f .

M. MIKHAILOV n'est pas convaincu que les résultats tirés de g_0 et de a_c concordent et craint qu'il ne faille prendre l'un ou l'autre suivant qu'on est près ou loin de la Terre.

Sur une question de M. SADLER, M. KAULA précise que les mesures de GM seront bonnes lorsqu'on aura des satellites plus éloignés que les satellites géodésiques prévus. Enfin M. HAMILTON remarque qu'on gagnera deux ordres de grandeur sur a_c dès que des sondes lunaires auront tourné autour de la Lune.

La séance est levée à 18 h.

SIXIÈME SÉANCE.

Judi 30 mai à 9 h 30 m.

(Tous les délégués présents.)

Le système de constantes fondamentales (suite).

M. KAULA dresse un tableau comparatif des valeurs de GM obtenues par diverses méthodes (voir p. 26).

M. WILKINS fait un exposé sur le système de constantes (voir p. 251).

M. LEDERLE est d'accord en principe avec M. WILKINS quant à l'intérêt d'avoir un système idéal cohérent. Mais cette exigence accroît beaucoup les difficultés de trouver des valeurs numériques compatibles avec les valeurs observées des diverses fonctions des constantes fondamentales.

M. COOK, en tant que physicien, pense que, dans la mesure du possible, toutes les quantités devraient être définies dans le même système d'unités, de préférence, le système international, car l'histoire prouve que cela permet de trouver plus facilement les incohérences et, par suite, de nouveaux phénomènes.

MM. JEFFREYS et HERRICK suggèrent qu'on définisse en même temps que les constantes secondaires, des formules différentielles permettant de calculer leur variation en fonction d'erreurs sur les constantes fondamentales, sous une forme analogue à celle donnée par De Sitter.

M. COOK dit qu'on devra les utiliser, mais ne pense pas qu'il faille les codifier. M. CLEMENCE voudrait que le futur système soit autant que possible simple et sans ambiguïté. Il ne devrait contenir que les constantes fondamentales et, en plus, un petit nombre de constantes secondaires avec des relations les définissant. En allant plus loin, on prend plus de risques d'erreur. Le problème particulier des corrections différentielles doit être laissé à l'initiative personnelle.

M. FRICKE, commentant l'exposé de M. WILKINS, considère que l'incohérence du système actuel n'est pas une justification suffisante du changement. C'est parce qu'on a des valeurs meilleures de ces constantes, qu'on voudrait changer de système.

M. VICENTE insiste pour que les définitions des constantes employées soient bien explicitées et aimerait que les notations soient aussi imposées. Il remarque également que les constantes de la précession et de la nutation sont effectivement indépendantes des autres constantes. D'ailleurs la théorie qui les lie est trop difficile et n'existe pas encore sous une forme complète.

Après une discussion générale sur les corrections différentielles, M. CLEMENCE résume la situation en matière de constantes fondamentales : les astronomes ont depuis longtemps hésité à améliorer le système de constantes fondamentales, faute de valeurs pouvant être utiles pendant longtemps. Maintenant que, grâce aux expériences spatiales, nous avons des valeurs qui sont bonnes, il faut réformer le système fondamental, sans oublier, si possible, les valeurs des masses des planètes. Les expériences spatiales, en particulier, nécessitent, pour leur exécution, des valeurs des constantes plus exactes que les valeurs conventionnelles.

D'autres justifications pour un tel changement sont données par MM. WILKINS, VICENTE et FRICKE qui mettent en lumière les besoins des services des éphémérides pour la comparaison des théories avec

l'observation, les besoins des diverses branches de la recherche spatiale et les besoins des services horaires et des services des latitudes.

M. LÉVY met en garde contre l'espoir de trouver un système qui soit toujours cohérent. Ainsi, si le système proposé par De Sitter il y a 25 ans était cohérent à l'époque, il ne l'est plus maintenant. Nous courons le même danger avec le système soi-disant cohérent que nous essayerions d'établir. Notre souci devrait être de trouver des valeurs numériques représentant au mieux les observations.

M. CLEMENCE dit qu'il faut distinguer deux aspects du problème : l'aspect théorique, astronomique et l'aspect plus pratique. Il faut constater que le système actuel n'est satisfaisant à aucun des deux points de vue.

M. FRICKE donne un résumé du travail qu'il a préparé avec M. BOEHME sur les déterminations récentes des diverses constantes astronomiques (voir p. 269). Il renvoie en particulier au livre de M. KULIKOV sur le même sujet.

M. CLEMENCE remercie M. FRICKE pour cet important travail qui servira de base aux travaux du futur Groupe de travail au cas où il en serait constitué un.

Discussion des questions du COSPAR.

Les sept questions posées par le Groupe *ad hoc* du COSPAR sont examinées une à une. Le texte est donné page 298.

Première question. — Les éléments de réponse ont été donnés au cours de la deuxième séance (voir p. 300). La théorie actuelle du mouvement de la Lune a une précision suffisante. D'après M. HAMILTON, il est difficile de prévoir ce qu'il en sera lorsque, dans quelques années, on aura une décimale de plus pour la valeur de la distance moyenne de la Terre à la Lune. M. MIKHAILOV signale que la définition de la parallaxe lunaire ne correspond pas exactement à la distance Terre-Lune, la réduction au centre géométrique de la Terre n'étant pas équivalente à la réduction à son centre de gravité.

D'après M. KAULA, même si des erreurs ont été introduites dans les positions sur la surface de la Terre, celles-ci peuvent être réduites et constituent de toute façon une cause d'erreurs moins importantes que celles dues à la figure de la Lune.

Deuxième question. — Le problème de la détermination du rayon de la Lune a été discuté au cours de la troisième séance par M. KAULA (voir p. 302). M. YAPLEE aurait atteint en 1959 la précision de 200 m. MM. MUHLEMAN et SHAPIRO décrivent les projets de radar qui permettront d'améliorer ces déterminations en utilisant des faisceaux de 60 km.

Enfin, M. MIKHAILOV pose le problème du bord lunaire dont la connaissance est essentielle pour la détermination du temps des éphémérides. M. POTTER utilise les éclipses par la pénombre ainsi que les éclipses annulaires pour étudier le profil lunaire.

Troisième question (voir aussi p. 298). — L'utilité d'une éventuelle rediscussion des observations d'Éros de 1930-1931 est rejetée par MM. CLEMENCE et FRICKE, surtout si l'on se place du point de vue de la méthode trigonométrique.

Par contre, M. CLEMENCE estimerait profitable une éventuelle rediscussion de l'ensemble des observations d'Éros de 1894 à 1963, M. FRICKE souligne qu'un travail de ce genre devrait inclure la rediscussion du matériel photographique encore disponible. M. RABE considère qu'une telle rediscussion devrait utiliser la nouvelle théorie de la Terre de Clemence.

En ce qui concerne les méthodes nouvelles de détermination de la masse de la Lune, M. MIKHAILOV propose une résolution demandant la création de satellites de la Lune. Selon M. HAMILTON, *Ranger 3* n'est pas parvenu à une distance suffisamment faible de la Lune, mais a tout de même permis d'observer le mouvement du barycentre.

Quatrième question. — MM. MUHLEMAN et SHAPIRO considèrent qu'une rediscussion des résultats de 1958, manifestement erronés, serait très difficile et sans utilité. La technique était alors très insuffisante. Tous les résultats depuis 1959 sont, par contre, cohérents. Toutefois, pour avoir une très grande précision, il faut multiplier les observations.

M. HERRICK se demande si le danger d'erreurs systématiques n'existe pas même avec les observations actuelles par radar. M. CLEMENCE pense que le danger est moindre que dans les observations anciennes.

Cinquième question. — Le problème de l'amélioration des catalogues stellaires en relation avec la rediscussion des observations d'Éros est abordé.

M. CLEMENCE met l'accent sur l'importance de cette tâche pour de nombreuses recherches, celles sur Éros mises à part. Des programmes très importants sont en cours de réalisation pour améliorer les positions des étoiles jusqu'à la magnitude 10 au moins. Il faut encore attendre plusieurs années avant que ces nouveaux catalogues paraissent.

En ce qui concerne Éros, il faudrait, d'après M. FRICKE réexaminer quand ce sera possible les clichés un à un et le réduire à un même système. Lorsque, l'AGK 3 sera terminé, les positions et les mouvements propres d'une qualité suffisamment bonne pour 180 000 étoiles du ciel boréal seront connus dans le système FK 4.

M. BROUWER fait remarquer que si la recherche spatiale est convaincue de l'importance de la Mécanique céleste, elle l'est beaucoup moins de celle de l'Astrométrie et que le COSPAR rendrait un bon service s'il attirait l'attention sur ces problèmes.

La séance est levée à 12 h.

SEPTIÈME SÉANCE.

Vendredi 31 mai à 9 h 30 m.

(Absent : M. OORT.)

M. le PRÉSIDENT a reçu de M. DANJON une carte de remerciements pour les vœux que le Symposium lui a adressés.

Il est décidé de repousser à plus tard la discussion de la sixième question du Comité *ad hoc* du COSPAR sur les valeurs les plus probables des constantes.

La septième et dernière question sur les constantes autres que les constantes fondamentales qui sont utiles à la navigation dans l'espace se rapportent essentiellement aux coefficients du potentiel terrestre autres que J_2 et aux masses des planètes. Le Symposium n'a pas les éléments pour préciser la valeur de ces constantes.

Discussion des résolutions.

Des rédactions provisoires de huit résolutions proposées au Comité de résolutions et prises en considération par ce dernier, ont été distribuées à tous les participants.

M. le PRÉSIDENT insiste sur la nécessité de discuter tous les projets de résolutions car il est essentiel de dégager les raisons pour lesquelles chacun des participants est favorable ou opposé au contenu de celles-ci. Une discussion est même particulièrement importante lorsque l'opinion est unanime.

M. FRICKE insiste sur la nécessité, étant donnée l'importance des décisions à prendre, d'examiner en détail les raisons pour lesquelles on adopte telle ou telle rédaction pour chaque résolution.

M. BROUWER, président du Comité de résolutions, donne lecture du projet de résolution 1, qui propose d'introduire un nouveau système de constantes astronomiques, défini par un certain nombre de constantes fondamentales, de relations entre ces dernières et des constantes de second ordre, système qui serait en accord convenable avec les observations.

M. FRICKE est d'accord avec ce texte, mais fait remarquer que le Comité de résolutions a décidé d'enlever le qualificatif « cohérent » pour le système. En effet, la résolution 3 prévoit que la constante de la précession ne sera pas modifiée, ce qui est une première entorse à la cohérence du système. Il insiste sur la nécessité de donner les raisons qui ont poussé le Symposium à proposer le changement de système. Ces raisons sont les suivantes :

1. La non-cohérence du système actuel. Toutefois, cette raison est connue depuis longtemps et n'a, jusqu'à présent, pas été considérée comme justifiant à elle seule un changement.

2. Le fait que les valeurs conventionnelles actuellement adoptées sont inexactes et que les observations actuelles nous en fournissent de meilleures. Cet argument n'est valable que si cette inexactitude a des répercussions fâcheuses sur l'interprétation des résultats d'observations. Ce ne semble pas être le cas de la constante de la précession, mais c'est le cas de la constante de l'aberration.

M. GUINOT souligne la quasi-impossibilité, sans revenir aux observations brutes, de corriger les observations de latitude ou de l'heure, d'une erreur de ce type, une partie de cette erreur étant absorbée par les erreurs de fermeture.

Une longue discussion générale s'engage autour d'un premier texte en anglais du préambule, qui, en définitive, ne donne pas pleinement satisfaction. Sur proposition de M. LÉVY, il est décidé de renoncer à la première partie de ce texte et en propose un autre, plus concis, en français. Ce texte, après quelques modifications de détail, est retenu.

En ce qui concerne le texte même de la résolution, il est décidé sur proposition de M. SADLER qu'il est inutile de préciser que le système doit être en accord convenable avec l'observation. Cette condition paraît évidente, mais il ne faut pas lier par trop le Groupe de travail prévu par la résolution 2 s'il y a une raison majeure de ne pas adopter une valeur qui semble la meilleure, par exemple en faveur d'une valeur déjà adoptée par une autre Union internationale.

M. SADLER ayant suggéré d'adopter la résolution sans autre discussion, M. COOK insiste sur l'importance d'une formulation précise de cette première résolution dont l'importance est telle qu'il est indispensable qu'elle représente exactement l'avis du Symposium. M. le PRÉSIDENT décide de continuer la discussion détaillée de la proposition.

Une longue discussion a lieu sur la manière de caractériser les formules liant les constantes dérivées aux fondamentales. Le terme « explicite », proposé par M. KOVALEVSKY est adopté. M. COOK insiste pour qu'il soit bien spécifié que le nombre de constantes fondamentales ne soit pas surabondant.

Ainsi modifiée, la résolution 1 est adoptée à l'unanimité (*voir* le texte p. 320).

M. le PRÉSIDENT propose qu'on examine d'abord les résolutions 3 et 6 qui ne semblent pas devoir présenter de difficulté.

M. BROUWER présente la résolution 3, qui prévoit que les constantes de la précession et de la nutation, ainsi que les masses conventionnelles des planètes, à l'exception de celles du système Terre-Lune, ne seront pas modifiées.

MM. FRICKE et CLEMENCE considèrent que l'erreur sur la constante de la précession, $0",8$ par siècle, est entièrement absorbée par les mouvements propres stellaires et les moyens mouvements des planètes, sans conséquence grave pour l'instant. Sa modification entraînerait, par contre, une très grande difficulté pour la comparaison des observations.

Cette résolution rejoint les conclusions de la Communication de M. VICENTE (*voir* p. 112).

M. CLEMENCE considère que le besoin de changement de la valeur des masses de toutes les planètes inférieures est pressant. La méthode des sondes spatiales a donné une valeur précise de la masse de Vénus et les discussions des observations d'Éros ont montré le peu de confiance qu'on doit accorder à celle de Mars. Nous aurons bientôt de bonnes valeurs des masses de ces planètes, et il ne faut pas les exclure *a priori* du changement prévu.

Il est décidé de supprimer toute allusion aux masses dans cette résolution. La mise en considération de nouvelles valeurs de ces quantités sera décidée par le Groupe de travail prévu dans la deuxième résolution.

La résolution 3 (*voir* texte p. 321) est alors adoptée à l'unanimité moins une abstention (M. HAMILTON).

M. GUINOT présente la résolution 6 qui recommande de développer les mesures des constantes par les méthodes classiques de l'Astrométrie et de comparer ces résultats avec ceux obtenus par des méthodes radio-électriques afin d'élucider les désaccords actuellement constatés. A la suite de remarques de MM. SHAPIRO et MUHLEMAN, M. GUINOT insiste particulièrement sur ce problème de la nécessité d'élucider la raison des désaccords.

A la suite d'interventions de MM. HERRICK, FRICKE et RABE, il est convenu qu'on étendra cette recommandation à toutes les méthodes quel qu'en soit le caractère, sans les opposer entre elles, à condition qu'elles soient adéquates.

La résolution 6 est alors adoptée à l'unanimité.

M. CLEMENCE propose de passer à la discussion de la résolution 2 dont on a distribué deux versions, l'une due à MM. DUNCOMBE

et WILKINS et l'autre, plus explicite, due à M. KOVALEVSKY. C'est cette dernière qui a été retenue par le Comité des programmes.

M. BROUWER lit cette proposition, qui donne la liste des huit quantités qui pourraient être considérées comme constantes fondamentales formant un ensemble cohérent, compte non tenu des constantes réservées pour la résolution 3. Un certain choix est laissé concernant la deuxième quantité (J_2 ou l'ellipticité) et la quatrième (l'accélération de la pesanteur à l'équateur, la constante géocentrique de gravitation ou la distance moyenne Terre-Lune).

M. KOVALEVSKY estime qu'il est souhaitable que les constantes relatives à l'ellipsoïde terrestre soient, dans la mesure du possible, identiques à celles qu'adopterait éventuellement l'U. G. G. I.

M. CLEMENCE n'est pas certain que l'U. G. G. I. définisse un nouvel ellipsoïde de référence. M. FRICKE, estime qu'il ne fait pas détailler par trop cette résolution qui représente, en fait, comme l'indique M. COOK, des instructions au Groupe de travail.

Constatant que la discussion ne peut aboutir avant que le rôle du Groupe de travail soit défini, M. le PRÉSIDENT propose de surseoir à la discussion de la résolution 4 et d'aborder celle de la résolution 2.

M. BROUWER lit ce projet de résolution dans lequel, on demande au Comité exécutif de l'U. A. I. de créer un Groupe de travail chargé de proposer, si possible à l'Assemblée générale de l'U. A. I. en 1964, des valeurs numériques des constantes, des relations entre ces constantes et de proposer un calendrier pour la mise en vigueur de ce système.

Il est d'abord décidé qu'il est inutile de redéfinir le nouveau système, puisque sa forme est donnée par la résolution 1. Enfin, après discussion, il est décidé de laisser à l'appréciation du Comité exécutif, la manière dont les membres de l'U. A. I. seront saisis du projet.

M. SADLER considère que le Comité exécutif accepterait de constituer un Groupe de travail de sa propre autorité, mais accepterait également un avis sur sa composition, si la présente conférence jugeait bon de lui en donner un.

Il envisage successivement trois résolutions pour la constitution de ce Groupe de travail. Une émanation de la présente conférence, un Groupe formé des directeurs des principales éphémérides, ou un Groupe restreint ayant pouvoir de consulter des experts.

M. FRICKE est partisan de cette dernière solution. Il pense que ce Groupe devrait fonctionner sur le modèle des Comités consultatifs pour la définition du mètre ou de la seconde auprès du Comité International des Poids et Mesures.

De toute façon, le Groupe de travail devra se mettre d'accord avec les membres de la Commission 4, bien que d'autres Commissions, en particulier les Commissions 7, 8, 17, 19, 20 et 31 auront leur mot à dire.

M. CLEMENCE ne pense pas qu'il soit utile ni qu'il soit souhaitable que le Groupe de travail ne soit constitué que des directeurs des services des éphémérides. Un tel Groupe serait plus important qu'il n'est nécessaire et excluerait des spécialistes qu'il serait souhaitable d'y admettre.

M. KOVALEVSKY estime que le problème du calendrier, s'il intéresse essentiellement les services des éphémérides, doit influencer aussi sur les décisions du Groupe de travail. Si le Comité a conscience du fait qu'on a intérêt à grouper les changements à introduire dans les éphémérides, il peut retarder les propositions pour certaines constantes. Par exemple il peut choisir d'attendre que des valeurs meilleures pour les masses des planètes inférieures soient obtenues. Il est décidé que ce problème ne sera toutefois pas posé explicitement dans les instructions au Groupe de travail.

Contrairement à M. NEMIRO qui estime qu'un tel choix est difficile à faire maintenant, MM. MIKHAILOV et SADLER aimeraient que la Conférence propose des noms pour ce Groupe de travail. M. SADLER estime que celui-ci doit être très restreint, étant bien entendu qu'il devra consulter de nombreuses personnes, ainsi que le demande M. HAMILTON.

M. le PRÉSIDENT propose de laisser la question temporairement ouverte pour permettre des consultations en privé.

Le problème de la relation entre les valeurs des constantes du nouveau système et d'autres valeurs adoptées par d'autres Organisations scientifiques internationales qui n'a pas été résolu à propos de la résolution 4 est de nouveau évoqué et conduit à mettre au point un additif à la résolution 2, recommandant au Groupe de travail de tenir compte des décisions prises par ces Organisations, sans imposer l'obligation de les suivre.

Les premier et dernier paragraphes de la résolution 2 (*voir* p. 320) sont adoptés à l'unanimité.

La séance est levée à 12 h 30 m.

HUITIÈME SÉANCE.

Vendredi 31 mai à 15 h.

(Absent : M. OORT.)

M. STOY, après consultation du Comité des résolutions, propose que le Groupe de travail soit composé de MM. BROUWER, DANJON, FRICKE et MIKHAILOV. Il suggère que M. WILKINS soit désigné comme secrétaire.

M. SADLER est d'accord avec cette liste et pense qu'elle sera acceptée par le Comité exécutif.

Cette liste est adoptée à l'unanimité, et incluse dans la résolution 2 (voir p. 320).

MM. CLEMENCE et SADLER estiment que ce Groupe devra consulter les principales personnes intéressées et, en premier lieu, les directeurs des Éphémérides nationales et internationales, et des représentants de quelques organismes particuliers, comme le J. P. L. ou le Lincoln Laboratory. Il semble que les participants au présent Symposium devront être tous, à titres divers, consultés.

Afin de faciliter le travail de secrétariat et de permettre la mise au point et la traduction définitive des résolutions, M. le PRÉSIDENT propose une résolution de procédure qui est ainsi rédigée.

“ The secretaries, in consultation with the chairman, are authorised to edit and renumber the resolutions in such ways as may be necessary to present the views of the Symposium in a clear and logical form ”.

Cette résolution est adoptée à l'unanimité.

M. BROUWER présente de nouveau la résolution 4, dont on avait déjà commencé la discussion le matin (voir p. 321).

M. COOK, tout en constatant que l'une ou l'autre des possibilités offertes par les paragraphes 2 et 4 de la résolution, exprime sa préférence pour le facteur J_2 et la constante géocentrique de la gravitation, bien que, très probablement, ce ne sont pas les quantités que retiendra l'U. G. G. I. En ce qui concerne, par exemple, le paragraphe 4 qui laisse le choix entre l'accélération de la pesanteur à l'équateur, g_0 , la constante géocentrique de la gravitation et la distance moyenne Terre-Lune, l'U. G. G. I. choisirait g_0 .

M. HAMILTON préférerait le choix de la distance moyenne Terre-Lune, car le radar permettra de la mesurer bientôt avec une très grande précision. Mais il lui est objecté que la définition de la distance moyenne peut être délicate, et que les mesures dépendent trop de l'évaluation du rayon de la Lune dans la direction de la Terre. Seule, la constante géocentrique de la gravitation semble pouvoir être mesurée de façon directe grâce aux satellites artificiels.

Il est décidé que le choix proposé par M. COOK sera suggéré au Groupe de travail en supprimant de la résolution les autres éventualités. Par contre, on laissera toute liberté au Groupe de travail au sujet de ce choix en ajoutant la dernière ligne du texte qui, dans sa première rédaction, imposait les six autres constantes.

M. COOK pense qu'il faut spécifier que l'unité employée pour les distances est le mètre, alors que M. HAMILTON se basant sur le fait que les mesures récentes sont en fait des mesures de temps de trajet, préférerait voir employer la seconde de lumière.

M. MUHLEMAN demande qu'il soit bien précisé que, si l'on adopte la longueur en mètres de l'unité astronomique, celle-ci doit être cohérente

avec la vitesse de la lumière, compte tenu des résultats des mesures par radar.

Il paraît évident aux participants qu'il en sera bien ainsi. Le Symposium décide, sans opposition, qu'il est préférable que la figure de la Terre soit définie par le coefficient J_2 plutôt que par son aplatissement.

M. WILKINS propose que la constante géocentrique de la gravitation soit choisie comme constante fondamentale plutôt que la distance moyenne Terre-Lune, cette dernière pouvant être modifiée par de nouvelles théories. Cette proposition est acceptée à l'unanimité moins une voix. M. SHAPIRO demande que la vitesse de la lumière soit exprimée en kilomètres par seconde et M. CLEMENCE insiste pour que la valeur numérique de la constante k de la gravitation soit inaltérée.

Sur une question de M. LÉVY, M. BROUWER considère que le Groupe de travail aura à se prononcer sur la question de savoir si le moyen mouvement de la Lune sera une constante ou une fonction du temps. Cette seconde éventualité paraît la plus probable.

La résolution 4 (*voir* le texte p. 321) est alors adoptée par 24 voix pour 2 contre (MM. HAMILTON et MUHLEMAN).

M. BROUWER lit le projet de résolution 7 qui souligne l'importance de lancer des satellites artificiels autour de la Lune, observables optiquement et suggère de définir les éléments optimaux de ces satellites.

M. COOK demande de remplacer les mots « masse et figure de la Lune » par « le champ gravitationnel et la forme géométrique de la Lune ».

M. MESSAGE remarque que les mots « figure de la Lune » peuvent se rapporter aussi bien à la forme géométrique de sa surface qu'à la nature de son champ de gravité. M. COOK pense qu'il doit être bien entendu que notre intérêt porte sur les deux propriétés.

M. SHAPIRO s'inquiète qu'on restreigne la portée de ce vœu en spécifiant que le satellite doit être observable optiquement. Les méthodes radio-électriques permettraient en effet des déterminations aussi précises de l'orbite, sans nécessiter des dimensions importantes pour l'objet.

Il est décidé de tenir compte de cette remarque dans la rédaction.

Après discussion et malgré l'avis de M. HAMILTON, il est décidé de bien spécifier que l'optimisation des éléments des orbites se fera en vue de la détermination du champ de gravitation de la Lune.

La résolution 7 ainsi modifiée (*voir* le texte p. 321) est adoptée à l'unanimité.

M. BROUWER présente la résolution 5, qui a été formulée compte tenu des remarques de MM. HERRICK et JEFFREYS (*voir* p. 321) sur l'utilité des facteurs correctifs analogues à ceux de De Sitter aux constantes fondamentales, une fois que des valeurs numériques de celles-ci auront été choisies.

M. FRICKE demande qu'on enlève de la résolution toute mention sur l'utilité même de ces facteurs.

La résolution 5 est adoptée à l'unanimité.

La réponse à la question 6 posée par le COSPAR sur les valeurs les plus probables des constantes fondamentales indépendamment de leur valeur conventionnelle (*voir* p. 298) a fait l'objet d'une proposition de résolution. Il apparaît toutefois, au cours d'une discussion générale, qu'il est très difficile de se mettre d'accord sur des nombres dans une telle réunion. D'ailleurs, tous les éléments d'appréciation et les valeurs des résultats d'observation ayant été donnés dans les Communications entendues au cours de ce Symposium, MM. HERRICK et KOVALEVSKY demandent le retrait de cette résolution et se considèrent, au nom du Comité *ad hoc* du COSPAR, comme suffisamment informés.

A l'unanimité, il est décidé de retirer cette question de l'ordre du jour.

MM. DUNCOMBE et KAULA déposent un nouveau projet de résolution demandant la continuation systématique des recherches astronomiques par les méthodes radio et radar.

Cette résolution pouvant être interprétée comme un soutien à toutes les méthodes de la Radio astronomie, M. MESSAGE suggère d'explicitier le fait qu'il s'agit uniquement de recherches sur les trajectoires des planètes et les satellites naturels. M. HAMILTON aimerait qu'on mentionne aussi la méthode des sondes spatiales.

Après une discussion générale, et d'autres amendements de détail, cette résolution, qui prend le n° 8, est adoptée à l'unanimité (*voir* p. 322).

M. SADLER mentionne de nouveau le problème des masses des planètes inférieures. Il paraît évident aux personnes présentes, que, sans instruction particulière, le Groupe de travail étudiera ce problème que M. CLEMENCE considère comme très important.

M. SADLER émet le vœu que M. CLEMENCE achève rapidement sa théorie du mouvement de la Terre. Il souhaiterait aussi que des théories analytiques de Vénus et de Mercure soient entreprises rapidement. Tous les participants s'associent à ce vœu, mais il ne paraît pas nécessaire de faire une résolution en ce sens, ces résolutions devant plutôt être émises par les Commissions compétentes de l'U. A. I.

M. le PRÉSIDENT constate que l'ordre du jour est épuisé et qu'aucune autre question n'est soulevée.

M. le PRÉSIDENT remercie M. BROUWER et le Comité de résolutions pour le travail qu'il a fourni.

M. le PRÉSIDENT propose alors la résolution suivante qui est votée par acclamation.

La Conférence remercie MM. GUINOT et KOVALEVSKY ainsi que leur personnel pour l'organisation de la Conférence et l'accueil qui a été réservé à tous les délégués.

Elle remercie également MM. KOVALEVSKY et MESSAGE, les secrétaires, pour leur travail.

M. MIKHAILOV, vivement applaudi, remercie, au nom de tous les participants, M. CLEMENCE pour la compétence et l'activité qu'il a déployée pour diriger les travaux. Le succès de ce Symposium est dû en grande partie aux qualités dont a fait preuve le Président.

Le Symposium est terminé à 18 h.

Les Secrétaires :

J. KOVALEVSKY, P. J. MESSAGE.

RÉSOLUTIONS ADOPTÉES PAR LE SYMPOSIUM N° 21 DE L'U. A. I. SUR LE SYSTÈME DES CONSTANTES FONDAMENTALES

PREMIÈRE RÉOLUTION. — En raison, d'une part, du manque de cohérence et des insuffisances de l'actuel système de constantes astronomiques, d'autre part des progrès que les récentes observations ont apportés à la connaissance de ces constantes, nous recommandons que les éphémérides nationales et internationales soient fondées sur un système de constantes astronomiques amélioré; les Services chargés de l'établissement des éphémérides appliqueront cette recommandation dès qu'ils seront en mesure de le faire. Le nouveau système devra être défini par un ensemble non surabondant de constantes fondamentales, et par des relations explicites entre celles-ci et celles qui en seront dérivées.

DEUXIÈME RÉOLUTION. — Nous recommandons au Comité exécutif de l'Union Astronomique Internationale de constituer, lors de sa prochaine réunion, un Groupe de travail chargé d'élaborer le système défini par la résolution 1 et de le soumettre, dans la mesure du possible, à la XII^e Assemblée générale de l'U. A. I. Le Groupe de travail pourrait avoir la composition suivante : D. BROUWER, A. DANJON, W. FRICKE, A. MIKHAILOV et G. WILKINS (secrétaire).

En choisissant des valeurs numériques pour les constantes du système, le Groupe de travail devra tenir compte des avantages présentés par le respect de la cohérence avec les décisions des autres Organisations scientifiques internationales.