RÉSOLUTIONS UAI
ADOPTÉES À LA 24ème ASSEMBLÉE GÉNÉRALE
(Manchester, août 2000)

Version française

B1.1 Suivi et construction de repères et de systèmes de référence

La XXIVème Assemblée générale de l'Union Astronomique Internationale,

Notant

1. que la résolution B2 de la XXIIIème Assemblée générale (1997) a spécifié que "le repère de référence fondamental sera le repère céleste international de référence (ICRF) construit par le groupe de travail de l'UAI sur les repères de référence",
2. que la résolution B2 de la XXIIIème Assemblée générale (1997) a spécifié que "le catalogue Hipparcos sera la réalisation primaire du système céleste international de référence (ICRS) pour les longueurs d'onde optiques", et
3. la nécessité d'établir une définition exacte des systèmes de référence par suite d'une amélioration sans précédent de la précision des observations, et

Reconnaissant

1. l'importance de la poursuite des observations opérationnelles à l'aide de l'interférométrie à très longue base (VLBI) pour maintenir l'ICRF,
2. l'importance des observations VLBI pour une détermination opérationnelle des paramètres nécessaires pour déterminer la transformation dépendant du temps entre les repères internationaux de référence céleste et terrestre,
3. le décalage progressif entre le repère Hipparcos et l'ICRF, et
4. la nécessité de maintenir la réalisation optique aussi proche que possible de l'ICRF,

Recommande

1. que la Division I conserve le Groupe de travail sur les systèmes de référence célestes constitué de membres de la Division I comme consultant auprès du Service international de la rotation terrestre (IERS) en ce qui concerne la maintenance de l'ICRS,
2. que l'UAI reconnaisse le Service international VLBI pour la géodésie et l'astrométrie (IVS) comme un organisme de service de l'UAI,
3. qu'un représentant officiel de l'IVS soit invité à participer au groupe de travail de l'UAI sur les systèmes de référence,
4. que l'UAI continue à désigner un représentant officiel au comité de direction de l'IVS,
5. que les programmes d'observation VLBI pour l'astrométrie et la géodésie prennent en compte dans la sélection des sources à observer, dans la conception des réseaux d'observation et dans la distribution des données (en particulier dans l'hémisphère sud), les besoins pour la maintenance de l'ICRF et pour la liaison avec le repère optique Hipparcos et,
6. que la communauté scientifique continue à effectuer, avec une grande priorité, des observations au sol et dans l'espace (a) pour la maintenance du repère Hipparcos ou à d'autres longueurs d'onde et (b) pour le raccordement de ces repères avec l'ICRF.

B1.2 Le repère de référence céleste Hipparcos

La XXIVème Assemblée générale de l'Union Astronomique Internationale,

Notant

1. que la résolution B2 de la XXIIIème Assemblée générale (1997) a spécifié que "le catalogue Hipparcos sera la réalisation primaire du système céleste international de référence (ICRS) pour les longueurs d'onde optiques",
2. la nécessité que cette réalisation ait la précision la plus grande possible,
3. que les mouvements propres de nombreuses étoiles Hipparcos connues ou suspectées d'être multiples sont affectés de manière défavorable par des mouvements orbitaux non corrigés,
4. l'usage extensif du catalogue Hipparcos comme référence à l'ICRS dans les travaux d'extension à des étoiles plus faibles,
5. la nécessité d'éviter toute confusion entre le repère céleste international de référence (ICRF) et le repère Hipparcos, et
6. le décalage progressif entre le repère Hipparcos et l'ICRF,

Recommande

1. que la résolution B2 de la XXIIIème Assemblée générale (1997) de l'UAI soit amendée en excluant de la réalisation optique de l'ICRS toutes les étoiles notées C, G, O, V et X dans le catalogue Hipparcos, et
2. que ce repère Hipparcos modifié soit dénommé Repère de référence céleste Hipparcos (HCRF).

B1.3. Définition du système de référence céleste barycentrique et du système de référence céleste géocentrique

La XXIVème Assemblée générale de l'Union Astronomique Internationale,

Considérant

1. que la résolution A4 de la XXIème Assemblée générale (1991) de l'UAI a défini un système de coordonnées d'espace-temps pour (a) le système solaire (appelé maintenant système de référence céleste barycentrique, BCRS) et (b) pour la Terre (appelé maintenant système de référence céleste géocentrique, GCRS), dans le cadre de la relativité générale,
2. qu'il est souhaitable d'écrire les tenseurs métriques aussi bien dans le BCRS que dans le GCRS sous une forme compacte et cohérente,
3. le fait qu'un travail considérable a été effectué en relativité générale en utilisant la jauge harmonique dont on a trouvé qu'elle était utile et permettait des simplifications dans de nombreux types d'applications,

Recommande

1. de choisir les coordonnées harmoniques à la fois pour les systèmes de référence barycentrique et géocentrique,

2. d'écrire les composantes temps-temps et espace-espace de la métrique barycentrique $g_{\mu\nu}$ avec les coordonnées barycentriques $(t, \mathbf{x})$ ($t=$ Temps-coordonnée barycentrique (TCB)) en util-

isant un seul potentiel scalaire $w(t,\mathbf{x})$ qui généralise le potentiel newtonien, et la composante espace-temps en utilisant le potentiel vecteur $w^i(t,\mathbf{x})$; on supposera, comme condition aux limites que ces deux potentiels s'annulent loin du Système solaire;

de façon explicite,

$$g_{00} = -1 + \frac{2w}{c^2} - \frac{2w^2}{c^4},$$

$$g_{0i} = -\frac{4}{c^3} w^i,$$

$$g_{ij} = \delta_{ij}\left(1 + \frac{2}{c^2} w\right),$$

avec

$$w(t,\mathbf{x}) = G\int d^3\mathbf{x}' \frac{\sigma(t,\mathbf{x}')}{|\mathbf{x}-\mathbf{x}'|} + \frac{1}{2c^2} G \frac{\partial^2}{\partial t^2}\int d^3\mathbf{x}' \sigma(t,\mathbf{x}')|\mathbf{x}-\mathbf{x}'|,$$

$$w^i(t,\mathbf{x}) = G\int d^3\mathbf{x}' \frac{\sigma^i(t,\mathbf{x}')}{|\mathbf{x}-\mathbf{x}'|},$$

les quantités σ et σ^i sont respectivement la densité de masse gravitationnelle et la densité d'impulsion gravitationnelle,

3. d'écrire le tenseur métrique géocentrique G_{ab} avec les coordonnées géocentriques $(T, \mathbf{X})$ ($T=$ Temps-coordonnée géocentrique (TCG)) sous la même forme que pour le cas barycentrique, mais avec les potentiels $W(T,\mathbf{X})$ et $W^a(T,\mathbf{X})$; ces potentiels géocentriques devraient être scindés en deux parties : les potentiels W_E et W_E^a provenant de l'action gravitationnelle de la Terre et les potentiels extérieurs W_{ext} and W_{ext}^a dus aux marées et aux effets inertiels; on supposera que les parties externes des potentiels métriques s'annulent au géocentre et admettent un développement en puissances positives de $\mathbf{X}$;

de façon explicite,

$$G_{00} = -1 + \frac{2W}{c^2} - \frac{2W^2}{c^4},$$

$$G_{0a} = -\frac{4}{c^3} W^a,$$

$$G_{ab} = \delta_{ab}\left(1 + \frac{2}{c^2} W\right),$$

les potentiels W et W^a doivent être scindés selon

$$W(T,\mathbf{X}) = W_E(T,\mathbf{X}) + W_{ext}(T,\mathbf{X}),$$

$$W^a(T,\mathbf{X}) = W_E^a(T,\mathbf{X}) + W_{ext}^a(T,\mathbf{X}),$$

les potentiels terrestres W_E et W_E^a sont définis de la même manière que w et w^i mais avec des quantités calculées dans le GCRS avec les intégrales calculées sur l'ensemble de la Terre,

4. si l'exactitude recherchée le nécessite, on utilisera la transformation post-newtonienne des coordonnées entre le BCRS et le GCRS telle qu'elle est déduite de la forme des tenseurs métriques correspondants;

de façon explicite, pour le GCRS cinématiquement non tournant, (T=TCG, t=TCB, $r_E^i = x^i - x_E^i(t)$ et avec la convention implicite de sommation de 1 à 3 sur les indices identiques),

$$T = t - \frac{1}{c^2}\left[A(t) + v_E^i r_E^i\right] + \frac{1}{c^4}\left[B(t) + B^i(t) r_E^i + B^{ij}(t) r_E^i r_E^j + C(t, \mathbf{x})\right] + O(c^{-5}),$$

$$X^a = \delta_{ai}\left[r_E^i + \frac{1}{c^2}\left(\frac{1}{2} v_E^i v_E^j r_E^j + w_{ext}(\mathbf{x}_E) r_E^i + r_E^i a_E^j r_E^j - \frac{1}{2} a_E^i r_E^2\right)\right] + O(c^{-4}),$$

où

$$\frac{d}{dt}A(t) = \frac{1}{2} v_E^2 + w_{ext}(\mathbf{x}_E),$$

$$\frac{d}{dt}B(t) = -\frac{1}{8} v_E^4 - \frac{3}{2} v_E^2 w_{ext}(\mathbf{x}_E) + 4 v_E^i w_{ext}^i(\mathbf{x}_E) + \frac{1}{2} w_{ext}^2(\mathbf{x}_E),$$

$$B^i(t) = -\frac{1}{2} v_E^2 v_E^i + 4 w_{ext}^i(\mathbf{x}_E) - 3 v_E^i w_{ext}(\mathbf{x}_E),$$

$$B^{ij}(t) = -v_E^i \delta_{aj} Q^a + 2 \frac{\partial}{\partial x^j} w_{ext}^i(\mathbf{x}_E) - v_E^i \frac{\partial}{\partial x^j} w_{ext}(\mathbf{x}_E) + \frac{1}{2} \delta_{ij} \dot{w}_{ext}(\mathbf{x}_E),$$

$$C(t, \mathbf{x}) = -\frac{1}{10} r_E^2 (\dot{a}_E^i r_E^i),$$

dans ces formules, x_E^i, v_E^i , et a_E^i, sont respectivement les composantes des vecteurs position, vitesse et accélération barycentriques de la Terre, le point signifiant la dérivée totale par rapport à t, et

$$Q^a = \delta_{ai}\left[\frac{\partial}{\partial x^i} w_{ext}(\mathbf{x}_E) - a_E^i\right].$$

Les potentiels extérieurs, w_{ext} et w_{ext}^i, sont donnés par

$$w_{ext} = \sum_{A \neq E} w_A, \qquad w_{ext}^i = \sum_{A \neq E} w_A^i,$$

où E se rapporte à la Terre et w_A et w_A^i sont déterminés par les expressions de w et w_A^i, les intégrales étant calculées sur le corps A seulement.

Notes

Il doit être entendu que ces expressions pour w et w^i donnent une expression de g_{00} correcte jusqu'à $O(c^{-5})$, g_{0i} jusqu'à $O(c^{-5})$, et g_{ij} jusqu'à $O(c^{-4})$. Les densités σ et σ^i sont déterminées par les composantes du tenseur impulsion-énergie de la matière composant le système solaire; elles sont données dans les références ci-après. Les exactitudes pour G_{ab} en termes de c^{-n} correspondent à celles de $g_{\mu\nu}$.

Les potentiels extérieurs W_{ext} et W_{xt}^a peuvent être écrits sous la forme suivante :

$$W_{ext} = W_{tidal} + W_{iner},$$

$$W_{ext}^a = W_{tidal}^a + W_{iner}^a.$$

W_{tidal} généralise l'expression newtonienne pour le potentiel de marée. Les expressions post-newtoniennes de W_{tidal} et W_{tidal}^a se trouvent dans les références ci-après. Les potentiels W_{iner}, W_{iner}^a sont les contributions inertielles linéaires en X^a. Le premier est déterminé essentiellement par le couplage entre la non-sphéricité de la Terre et le potentiel extérieur. Dans le système de référence céleste géocentrique cinématiquement non tournant, W_{iner}^a décrit la force de Coriolis produite essentiellement par la précession géodésique.

Enfin, les potentiels gravitationnels locaux W_E et W_E^a de la Terre se rattachent aux potentiels gravitationnels w_E et w_E^i par

$$W_E(T,\mathbf{X}) = w_E(t,\mathbf{x})\left(1 + \frac{2}{c^2}v_E^2\right) - \frac{4}{c^2}v_E^i w_E^i(t,\mathbf{x}) + O(c^{-4}),$$

$$W_E^a(T,\mathbf{X}) = \delta_{ai}\left(w_E^i(t,\mathbf{x}) - v_E^i w_E(t,\mathbf{x})\right) + O(c^{-2}).$$

Références

Brumberg, V.A., Kopeikin, S.M., 1988, *Nuovo Cimento B* ,**103**, 63.
Brumberg, V.A., 1991, *Essential Relativistic Celestial Mechanics* , Hilger, Bristol.
Damour, T., Soffel, M., Xu, C., *Phys.Rev. D* **43**, 3273 (1991); **45**, 1017 (1992); **47**, 3124 (1993); **49**, 618 (1994).
Klioner, S. A., Voinov, A.V., 1993, *Phys Rev. D*, **48**, 1451.
Kopeikin, S.M., 1989, *Celest. Mech.,* **44, 87.**

B1.4 Coefficients post-newtoniens du potentiel

La XXIVème Assemblée générale de l'Union Astronomique Internationale,

Considérant

1. que pour de nombreuses applications dans le domaine de la mécanique céleste et de l'astrométrie, une paramétrisation des potentiels métriques (ou des moments multipolaires) en dehors des corps massifs du système solaire sous forme de développements en fonction de coefficients du potentiel sont extrêmement utiles,

2. que des coefficients post-newtoniens du potentiel physiquement significatifs peuvent être trouvés dans des publications,

Recommande

1. de développer le potentiel terrestre post-newtonien dans le système de référence céleste géocentrique (GCRS) en dehors de la Terre sous la forme

$$W_E(T,\mathbf{X}) = \frac{GM_E}{R}\left[1 + \sum_{l=2}^{\infty}\sum_{m=0}^{+l}\left(\frac{R_E}{R}\right)^l P_{lm}(\cos\theta)\left(C_{lm}^E(T)\cos m\phi + S_{lm}^E(T)\sin m\phi\right)\right],$$

Dans cette expression, C_{lm}^E et S_{lm}^E sont, avec une précision suffisante, équivalents aux moments multipolaires post-newtoniens introduits par Damour *et al. (Phys. Rev. D,* **43**, 3273, 1991). θ et ϕ sont les angles polaires correspondant aux coordonnées spatiales X^a du GCRS et $R = |\mathbf{X}|$, et

2. d'exprimer le potentiel vecteur en dehors de la Terre, donnant l'effet bien connu de Lense-Thirring en fonction du moment angulaire total de la Terre $\mathbf{S}_E$, sous la forme

$$W_E^a(T,\mathbf{X}) = -\frac{G(\mathbf{X}\times\mathbf{S}_E)^a}{2R^3}.$$

B1.5 Extension du cadre relativiste pour les transformations de temps et pour la réalisation des temps-coordonnée dans le système solaire

La XXIVème Assemblée générale de l'Union Astronomique Internationale,

Considérant

1. que la résolution A4 (1991) a défini des systèmes de coordonnées d'espace-temps pour le système solaire (système de référence barycentrique) et pour la Terre (système de référence géocentrique), dans le cadre de la relativité générale,
2. que la résolution B1.3 sur la "définition du système de référence barycentrique et du système de référence géocentrique" donne à ces systèmes respectivement les noms de Système de référence céleste barycentrique (BCRS) et de Système de référence céleste géocentrique (GCRS) et donne le cadre général pour exprimer leurs tenseurs métriques et pour définir les transformations de coordonnées au premier niveau post-newtonien,
3. que, compte-tenu des performances prévues pour les horloges atomiques, les mesures futures de temps et de fréquence exigeront de mettre en pratique ce cadre général dans le BCRS,
4. que les travaux théoriques demandant ces développements ont déjà été effectués.

Recommande

que, pour des applications relatives aux transformations de temps et la construction des temps-coordonnée dans le système solaire, la résolution B1.3 soit appliquée comme suit :

1. le tenseur métrique soit exprimé sous la forme suivante :

$$g_{00} = -\left[1 - \frac{2}{c^2}\left(w_0(t,\mathbf{x}) + (w_L(t,\mathbf{x})\right) + \frac{2}{c^4}\left(w_0^2(t,\mathbf{x}) + \mathit{\Delta}(t,\mathbf{x})\right)\right],$$

$$g_{0i} = -\frac{4}{c^3}w^i(t,\mathbf{x}),$$

$$g_{ij} = \delta_{ij}\left(1 + \frac{2}{c^2}w_0(t,\mathbf{x})\right),$$

où ($t \equiv$ Temps-coordonnée barycentrique (TCB), $\mathbf{x}$) sont les coordonnées barycentriques, où $w_0 = G\sum_A M_A/r_A$, la sommation étant faite sur tous les corps A du ystème solaire, $\mathbf{r}_A = \mathbf{x} - \mathbf{x}_A$, $\mathbf{x}_A$ sont les coordonnées du centre de masse du corps A, $r_A = |\mathbf{r}_A|$ et où w_L contient le développement en terme de moments multipolaires [voir la résolution B1 - 4 sur les "coefficients du potentiel post-newtonien"] pour chaque corps; le vecteur potentiel $w^i(t,\mathbf{x}) = \sum_A w_A^i(t,\mathbf{x})$ et la fonction $\Delta(t,\mathbf{x}) = \sum_A \mathit{\Delta}_A(t,\mathbf{x})$ sont donnés dans la note 2,

2. la relation entre TCB et le temps-coordonnée géocentrique (TCG) peut être exprimée avec une précision suffisante par :

$$\mathrm{TCB} - \mathrm{TCG} = c^{-2}\left[\int_{t_0}^{t}\left(\frac{v_E^2}{2} + w_{0ext}(\mathbf{x}_E)\right)dt + v_E^i r_E^i\right]$$

$$-c^{-4}\left[\int_{t_0}^{t}\left(-\frac{1}{8}v_E^4 - \frac{3}{2}v_E^2 w_{0ext}(\mathbf{x}_E) + 4v_E^i w_{ext}^i(\mathbf{x}_E) + \frac{1}{2}w_{0ext}^2(\mathbf{x}_E)\right)dt - \left(3w_{0ext}(\mathbf{x}_E) + \frac{v_E^2}{2}\right)v_E^i r_E^i\right]$$

où v_E est la vitesse barycentrique de la Terre et où l'indice *ext* se rapporte à la sommation sur tous les corps sauf la Terre.

Notes

1. Cette formulation assurera une incertitude ne dépassant pas 5×10^{-18} *en marche et, pour les termes quasi-périodiques, ne dépassant pas* 5×10^{-18} *en amplitude de marche et 0.2 ps en amplitude de phase, pour des lieux plus éloignés du Soleil que quelques rayons solaires. La même majoration de l'incertitude s'applique aussi à la transformation entre TCB et TCG pour des lieux situés à moins de 50 000 km de la Terre. Les incertitudes dans les valeurs de certaines quantités astronomiques pourraient induire des erreurs plus grandes dans les formules.*

2. Dans la limite des incertitudes données ci-dessus, il suffit d'exprimer le potentiel vecteur $w^i(t, \mathbf{x})$ *du corps A par*

$$w_A^i(t, \mathbf{x}) = G\left[\frac{-(\mathbf{r}_A \times \mathbf{S}_A)^i}{2r_A^3} + \frac{M_A v_A^i}{r_A}\right],$$

où $\mathbf{S}_A$ *est le moment cinétique total du corps A et* v_A^i *est la vitesse du corps A en coordonnées barycentriques. En ce qui concerne la fonction* $\Delta_A(t, \mathbf{x})$ *, il suffit d'utiliser l'expression*

$$\Delta_A(t, \mathbf{x}) = \frac{GM_A}{r_A}\left[-2v_A^2 + \sum_{B \neq A} \frac{GM_B}{r_{BA}} + \frac{1}{2}\left(\frac{(r_A^k v_A^k)^2}{r_A^2} + r_A^k a_A^k\right)\right] + \frac{2Gv_A^k(r_A \times \mathrm{S}_A)^{\mathrm{k}}}{r_A^3},$$

où $\mathbf{r}_{BA} = |\mathbf{x}_B - \mathbf{x}_A|$ *et* a_A^k *est l'accélération du corps A en coordonnées barycentriques. Dans ces formules, les termes en* $\mathbf{S}_A$ *ne sont nécessaires que pour Jupiter* ($S \approx 6.9 \times 10^{38} m^2 s^{-1} kg$) *et Saturne* ($S \approx 1.4 \times 10^{38} m^2 s^{-1} kg$)*, dans le voisinage immédiat de ces planètes.*

3. En raison du fait que la présente recommandation constitue une extension des recommandations UAI 1991 valable au niveau post-newtonien complet, les constantes L_C *et* L_B *qui avaient été introduites par les recommandations UAI 1991 doivent être définies comme signifiant* $<TCG/TCB> = 1 - L_C$ *et* $<TT/TCB> = 1 - L_B$*, où TT est le Temps terrestre et <> se rapporte à une moyenne calculée au centre de la Terre sur une durée suffisamment longue. L'estimation la plus récente de* L_C *est (Irwin et Fukushima, 1999, Astron. Astrophys.* **348** *, 642-652)*

$$L_C = 1.480\,826\,867\,41 \times 10^{-8} \pm 2 \times 10^{-17},$$

De la résolution B1.9, sur la redéfinition du Temps terrestre TT, et en utilisant la relation

$$1 - L_B = (1 - L_C)(1 - L_G),$$

où L_G *est défini par la résolution B1.9, il résulte que*

$$L_B = 1.550\,519\,767\,72 \times 10^{-8} \pm 2 \times 10^{-17}.$$

Comme il n'est pas possible de donner une définition non ambigüe de L_B *et* L_C*, ces constantes ne doivent pas être utilisées pour formuler des transformations de temps lorsqu'il sera nécessaire de connaître leur valeur avec une incertitude de l'ordre de* 1×10^{-16} *ou moins.*

4. Si TCB-TCG est calculé à partir d'éphémérides planétaires exprimées en termes d'un argument temps (noté T_{eph}*) proche du temps dynamique barycentrique (TDB), plutôt qu'en* *terme du TCB, la première intégrale de la recommandation 2 ci-dessus peut être calculée de la manière suivante :*

$$\int_{t_0}^{t} \left(\frac{v_E^2}{2} + w_{0ext}(\mathbf{x}_E) \right) dt = \frac{1}{1 - L_B} \int_{Teph0}^{Teph} \left(\frac{v_E^2}{2} + w_{0ext}(\mathbf{x}_E) \right) dt.$$

B1.6. Modèle de précession-nutation UAI 2000

La XXIVème Assemblée générale de l'Union Astronomique Internationale,

Reconnaissant

1. que le groupe de travail (IAU-IUGG WG) sur la théorie de la nutation de la Terre non rigide de l'Union Astronomique Internationale et de l'Union Internationale de Géodésie et de Géophysique a atteint ses objectifs en
a. établissant de nouvelles séries de nutation de la Terre rigide de haute précision telles que (1) SMART97 de Bretagnon *et al.*, 1998, *Astron. Astroph.* **329**, 329-338; (2) REN2000 de Souchay *et al.*, 1999, *Astron. Astroph. Supl. Ser.* **135**, 111-131; (3) RDAN97 de Roosbeek and Dehant 1999, *Celest. Mech.* **70**, 215-253,
b. ayant achevé la comparaison des nouvelles fonctions de transfert de la Terre non-rigide pour une Terre initialement en équilibre non hydrostatique, incorporant l'inélasticité du manteau et une période de la nutation libre du noyau en accord avec les observations,
c. notant que les modèles utilisant l'intégration numérique ne sont pas encore prêts à incorporer la dissipation dans le noyau, et
d. prenant acte que d'autres effets dus à des phénomènes géophysiques et astronomiques tels que les marées océaniques et atmosphériques doivent être modélisés et doivent faire l'objet de nouveaux travaux;

2. que, suivant les instructions données par la recommandation UAI C1 de 1994, le Service international de la rotation de la Terre (IERS) publiera dans les Conventions IERS (2000) un modèle de précession-nutation qui rend compte des observations avec une erreur quadratique moyenne pondérée de 0.2 millième de seconde de degré (mas);

3. qu'il existe des théories géophysiques semi-analytiques de la nutation forcée qui incorporent tout ou partie des phénomènes suivants : inélasticité et couplage électromagnétique aux frontières noyau-manteau et graine-noyau extérieur, la marée atmosphérique annuelle, la nutation géodésique et les effets des marées océaniques;

4. que les corrections de marées océaniques sont nécessaires à toutes les fréquences de la nutation; et

5. que des modèles empiriques basés sur une formule de résonance sans autre correction existent également;

Accepte

les conclusions de l'IAU-IUGG WG sur la théorie de la nutation de la Terre non rigide publiées par Dehant *et al.* (1999, *Celest. Mech.* **72** (4), 245-310) et les comparaisons récentes effectuées entre les diverses possibilités, et,

Recommande

qu'à compter du 1er Janvier 2003, le modèle de précession UAI 1976 et la théorie de la nutation UAI 1980 soient remplacés par le modèle de précession-nutation UAI 2000A (MHB 2000, basé sur la fonction de transfert de Mathews, Herring et Buffet, 2000, soumis au *Journal of Geophysical Research*) pour ceux qui ont besoin d'un niveau de précision de 0.2 mas ou sa version réduite UAI 2000B pour ceux qui n'ont besoin que d'un modèle à 1 mas près, avec les termes séculaires de la précession et de l'obliquité qui sont associés à ce modèle, ainsi que le décalage correspondant du pôle à J2000.0 tels qu'ils seront publiés dans les Conventions IERS 2000, et

Encourage

1. à continuer les recherches théoriques sur les séries de la nutation de la Terre non-rigide,

2. à poursuivre les observations VLBI afin d'accroître l'exactitude des séries et des modèles de nutation, et de mesurer la nutation libre non prévisible du noyau, et

3. à développer de nouvelles expressions de la précession compatible avec le modèle UAI 2000A.

B1.7 Définition du Pôle céleste intermédiaire

La XXIVème Assemblée générale de l'Union Astronomique Internationale,

Notant

la nécessité d'une définition précise des systèmes de référence qu'entraîne l'amélioration sans précédent de la précision des observations, et

Reconnaissant

1. la nécessité de spécifier l'axe par rapport auquel l'angle de rotation de la Terre est défini,
2. que le Pôle céleste des éphémérides ne permet pas de prendre en compte les variations de l'orientation de la Terre diurnes et de fréquence plus élevée,

Recommande

1. que le Pôle céleste intermédiaire (CIP) soit le pôle dont le mouvement dans le Système de référence céleste géocentrique (GCRS, voir la résolution B1.3) correspond à celui de l'axe moyen de Tisserand de la Terre limité aux composantes de périodes supérieures à 2 jours,

2. que la direction du CIP à J2000.0 soit décalée de la direction du pôle du GCRS d'une façon cohérente avec le modèle de précession - nutation IAU 2000A (voir la résolution B1.6),

3. que le mouvement du CIP dans le GCRS soit réalisé par le modèle IAU 2000 A de la précession et de la nutation forcée pour les périodes supérieures à deux jours corrigée des corrections additionnelles dépendant du temps fournies par le Service international de la rotation

terrestre (IERS) à partir des observations astro-géodésiques appropriées,

4. que le mouvement du CIP dans le Système de référence international terrestre (ITRS) soit fourni par l'IERS à partir d'observations astro-géodésiques appropriées et des modèles incluant des variations à haute fréquence,

5. que, pour obtenir une plus grande précision, les corrections aux modèles du mouvement du CIP dans l'ITRS peuvent être estimées en utilisant des procédures spécifiées par l'IERS, et

6. que la mise en œuvre du CIP ait lieu le 1er Janvier 2003.

Notes

Les nutations forcées ayant des périodes inférieures à deux jours sont incluses dans le modèle du mouvement du CIP dans l'ITRS.

L'axe moyen de Tisserand de la Terre correspond à l'axe géographique moyen appelé axe B par Seidelmann, 1982 (Celest. Mech. **27***, 79-106).*

La conséquence de cette résolution, est que le Pôle céleste des éphémérides n'est plus nécessaire.

B1.8 Définition et utilisation des Origines céleste et terrestre des éphémérides

La XXIVème Assemblée générale de l'Union Astronomique Internationale,

Reconnaissant

1. le besoin d'avoir, pour les systèmes de référence, des définitions convenant aux réalisations modernes des systèmes de référence conventionnels et cohérents avec la précision des observations,
2. la nécessité d'une définition rigoureuse de la rotation sidérale de la Terre,
3. les avantages qu'il y a de décrire la rotation de la Terre indépendamment de son mouvement orbital, et

Notant

que l'utilisation de "l'origine non tournante" (Guinot, 1979) sur l'équateur mobile remplit ces conditions et permet de définir l'UT1 de telle façon qu'il soit insensible à des changements de modèle de précession et de nutation au niveau de la microseconde de degré,

Recommande

1. l'usage de "l'origine non tournante" pour le Système de référence céleste géocentrique GCRS sur l'équateur du pôle céleste intermédiaire (CIP), ce point étant appelé Origine céleste des éphémérides (CEO),
2. l'usage de "l'origine non tournante" pour le système de référence international terrestre (ITRS) sur l'équateur du CIP, ce point étant appelé Origine terrestre des éphémérides (TEO),
3. que l'UT1 soit linéairement proportionnel à l'angle de rotation de la Terre, défini comme étant l'angle mesuré le long de l'équateur du CIP entre les vecteurs unitaires dirigés vers le CEO et le TEO,

4. que la transformation entre l'ITRS et le GCRS soit définie par la position du pôle céleste intermédiaire (CIP) dans le système CGRS, la position du CIP dans l'ITRS et l'angle de rotation de la Terre,

5. que le Service International de la rotation de la Terre (IERS) prenne les mesures utiles pour mettre ceci en œuvre le 1er Janvier 2003, et

6. que l'IERS continue de fournir aux usagers les données et les algorithmes pour les transformations conventionnelles.

Note

La position du CEO peut être calculée à partir du modèle UAI 2000A de précession - nutation, du CIP et des valeurs du décalage du CIP par rapport au pôle de l'ICRF à J2000.0 en utilisant le développement donné par Capitaine et al. (2000).

La position du TEO ne dépend que très peu du mouvement du pôle et peut être extrapolée ainsi que l'ont fait Capitaine et al. (2000) en utilisant les données de l'IERS.

La relation linéaire entre l'angle de rotation de la Terre θ et l'UT1 doit permettre d'assurer la continuité en phase et en terme linéaire de l'UT1 avec la valeur obtenue par la relation conventionnelle entre le temps sidéral du méridien de Greenwich et l'UT1. Ceci est réalisé par la relation suivante :

$$\theta(UT1) = 2\pi\,(0.779\,057\,273\,2640 + 1.002\,737\,811\,911\,354\,48 \times (Julian\,UT1\,date - 2451\,545.0))$$

Références

Guinot, B., 1979, in D.D. McCarthy and J.D. Pilkington (eds.), Time and the Earth's Rotation, D. Reidel Publ. 7-18.

Capitaine, N., Guinot, B. and Mc Carthy, D. D., 2000, *Astron. Astrophys.*, **335,** 398-405.

B1.9 Redéfinition du Temps terrestre TT

La XXIVème Assemblée générale de l'Union Astronomique Internationale,

considérant

1. que la résolution A4 (1991) de la XXIème Assemblée générale de l'UAI a défini le Temps terrestre (TT) dans sa recommandation 4,

2. que la complexité et les changements temporels inhérents à la définition et à la réalisation du géoïde sont des sources d'incertitude dans la définition et la réalisation du TT, qui peuvent devenir, dans un avenir proche, les sources dominantes d'incertitude dans le réalisation du TT à l'aide d'horloges atomiques,

Recommande

que le Temps terrestre (TT) soit une échelle de temps qui diffère du temps- coordonnée géocentrique (TCG) par une valeur constante de la dérivée $dTT/dTCG = 1 - L_G$, où
$L_G = 6.969\,290\,134 \times 10^{-10}$ est une constante de définition.

Note

L_G a été défini par la résolution A4 (1991) de l'UAI dans sa recommandation 4 comme étant égale à U_G/c^2 où U_G est le géopotentiel sur le géoïde. L_G est maintenant utilisé comme

constante de définition.

B2 Temps universel coordonné

La XXIVème Assemblée générale de l'Union Astronomique Internationale,

reconnaissant

1. que la définition du Temps universel coordonné (UTC) repose sur les observations astronomiques de l'échelle de temps UT1 afin d'introduire les secondes intercalaires,

2. que l'imprévisibilité des secondes intercalaires affecte les systèmes modernes de communication et de navigation,

3. que les observations astronomiques fournissent une estimation précise de la décélération de la vitesse de rotation de la Terre,

Recommande

1. que l'UAI mette en place un groupe de travail pour examiner une éventuelle redéfinition de l'UTC et rendre compte à la Division 1 lors de l'Assemblée générale de 2003,

2. que ce groupe de travail discute de la nécessité d'avoir des secondes intercalaires, la possibilité d'insérer des secondes intercalaires à des intervalles prédéterminés et les limites de tolérance pour UT1-UTC, et

3. que cette étude soit entreprise en coopération avec les groupes compétents de l'Union radio-scientifique internationale (URSI), l'Union internationale des télécommunications (ITU-R), le Bureau international des poids et mesures (BIPM), le Service international de la rotation terrestre (IERS) et les agences de navigation appropriées.

B3 Sauvegarde des données des observations photographiques

La XXIVème Assemblée générale de l'Union Astronomique Internationale,

Conformément à la recommandation C13 de la XXIème Assemblée générale de l'UAI (1991) de créer des archives accessibles des grandes quantités observationnelles amassées au cours du 20ème siècle et gardées actuellement sur des clichés photographiques,

Reconnaissant que

si des actions ne sont pas prises, ces archives historiques uniques des phénomènes astronomiques seront perdues pour les futures générations d'astronomes,

Considérant

les efforts importants déployés par les Groupes de travail (1) pour la surveillance du Ciel, (2) pour les clichés de la Carte du Ciel et (3) pour les archives des données spectroscopiques, ainsi que par le Centre pour les clichés européens récemment créé à l'Observatoire Royal de Belgique, pour trouver et cataloguer ces clichés, pour définir les outils nécessaires pour assurer leur sauvegarde et pour négocier les moyens de préserver les informations qu'ils contiennent sous forme digitale accessible au public, et

Reconnaissant

que le recensement, l'archivage et la sauvegarde des clichés photographiques sont une condition importante pour pouvoir effectuer dans l'avenir la digitalisation nécessaire à un transfert de données de haute qualité sur un support adéquat.

Recommande

le transfert des observations historiques sur des supports modernes par des techniques digitales, ce qui donnera un accès mondial aux données au bénéfice de la recherche astronomique d'une manière qui convienne aux outils de recherche futurs.