

XXIst General Assembly

Buenos Aires  
Argentina

1991

XXIe Assemblée Générale

Buenos Aires  
Argentine

1991

Resolution No. A 1

*Sharing Hydroxyl Band with Land Mobile Satellite Services*

*Partage de la bande de l'hydroxyl avec les services mobile au sol*

The XX1st General Assembly of the International Astronomical Union,

considering

- a) that the 1660-1660.5 MHz band is allocated to the Radio Astronomy Service on a shared, primary basis, and is used to observe hydroxyl lines, which are of the highest astrophysical importance, in many galaxies in the nearby Universe;
- b) that the World Administrative Radio Conference for the Mobile Services (WARC MOB-87) has also allocated the 1660-1660.5 MHz band to the land mobile satellite service;
- c) that WARC MOB-87 has added Footnote 730A to the Regulations, allowing administrations to authorize aircraft stations and ship stations to communicate with space stations in the land mobile satellite service in the 1660-1660.5 MHz band.

urges

that administrations adhering to the International Astronomical Union and to the International Telecommunication Union bear in mind at WARC 92 the importance of the primary allocation to the Radio Astronomy Service in the band 1660.0-1660.5 MHz;

and instructs the President

to support IUCAF strongly in its efforts to bring this resolution to the attention of delegations participating in WARC 92.

*IUCAF*        *Inter-Union Commission on Frequency Allocations for Radio Astronomy and Space Science*

*WARC MOB*    *World Administrative Radio Conference for Mobile Services*

La XXIe Assemblée générale de l'Union Astronomique Internationale,

considérant

- a) que la bande 1660-1660.5 MHz est attribuée au Service de la Radioastronomie sur une base de priorité et de partage et qu'elle est utilisée pour l'observation des raies de l'hydroxyle qui sont de la plus grande importance astrophysique dans de nombreuses galaxies appartenant à l'Univers proche ;
- b) que la Conférence Administrative Mondiale des Radiocommunications pour les services mobiles (WARC MOB-87) a aussi attribué la bande 1660-1660.5 MHz aux services mobiles au sol associés aux satellites ;
- c) que la WARC MOB-87 a ajouté la note 730A aux Réglementations Radio, permettant ainsi aux administrations d'autoriser les stations embarquées sur avion ou sur bateau de communiquer avec les stations spatiales par des services mobiles dans la bande 1660-1660.5 MHz ;

recommande de façon pressante

que les administrations adhérant à l'Union Astronomique Internationale et à l'Union Internationale des Télécommunications aient présente à l'esprit, lors de la Conférence Administrative Mondiale des Radiocommunications (WARC 92), l'importance d'attribuer en premier au Service de la Radioastronomie la bande 1660.0-1660.5 MHz ;

et demande au Président

d'appuyer fortement la Commission Inter-union pour les Allocations des Bandes de Fréquences à la Radioastronomie et à la Recherche Spatiale (IUCAF) dans ses efforts en vue de porter cette résolution à l'attention des délégations participant à la WARC 92.

IUCAF      Commission Inter-Union pour les Allocations des Bandes de Fréquences  
pour la Radioastronomie & la Recherche Spatiale

WARC MOB    Conférence Administrative Mondiale des Radiocommunications pour les  
services mobiles

## Resolution No. A 2

### *Revision of Frequency Bands for Astrophysically Significant Lines* *Révision des bandes de fréquences pour les raies d'intérêt astrophysique*

The XXIst General Assembly of the International Astronomical Union,

recalling

- a) resolutions passed by the International Astronomical Union in 1979 and 1982 recommending the provision by national administrations of frequency bands for the astrophysically most important spectral lines;
- b) the need expressed in those resolutions to protect these frequency bands from in-band, band-edge and harmonic emissions, especially from space-borne transmitters;
- c) the documentation of Study Group 7 of the CCIR in Recommendation 314 and Reports 224 and 697 concerning harmful interference to the Radio Astronomy Service;

and considering

the careful reviews by the International Astronomical Union in the period 1983-1991 of the astrophysically most important spectral lines;

recommends

that the International Astronomical Union take note of the revision of the frequencies of the astrophysically most important spectral lines listed in Tables 1 and 2 below;

and instructs the President

to bring the resolution to the attention of the General Secretary of the International Telecommunication Union, and to support IUCAF strongly in its efforts to bring this resolution to the attention of delegations participating in WARC 92.

CCIR            *Consultative Committee on International Radiocommunications*

IUCAF          *Inter-Union Commission on Frequency Allocations for Radio Astronomy and Space Science*

WARC          *World Administrative Radio Conference*

La XXII<sup>e</sup> Assemblée générale de l'Union Astronomique Internationale,

rappelant

- a) les résolutions de l'Union Astronomique Internationale de 1979, 1982 and 1988 recommandant la mise à disposition, par les administrations nationales, de bandes de fréquences pour les raies spectrales de plus grande importance en Astrophysique ;
- b) la nécessité exprimée dans ces résolutions de protéger ces bandes de fréquences des émissions dans la bande, en bordure de bande et des harmoniques, en particulier celles provenant de transmetteurs spatiaux ;
- c) la documentation du Groupe d'étude 7 du Comité Consultatif Radio International (CCIR) dans sa Recommandation 314 et les rapports 224 et 697 traitant des interférences nuisibles au Service de la Radioastronomie ;

et considérant

les revues faites avec grand soin par l'Union Astronomique Internationale, au cours de la période 1983-1991, des raies spectrales de plus grande importance en Astrophysique ;

recommande

que l'Union Astronomique Internationale prenne note de la révision de la liste des raies spectrales les plus importantes en astrophysique, telles que répertoriées dans les Tableaux 1 et 2 annexés ;

et demande au Président

de porter cette résolution à l'attention du Secrétaire Général de l'Union Internationale des Télécommunications et d'appuyer fortement la Commission Inter-Union pour les Allocations des Bandes de Fréquences pour la Radioastronomie et la Recherche Spatiale (IUCAF) dans ses efforts pour porter cette résolution à l'attention des délégations participant à la WARC 92.

CCIR            *Comité Consultatif Radio International*

IUCAF          *Commission Inter-Union pour les Allocations des Bandes de Fréquences pour la Radioastronomie & la Recherche Spatiale*

WARC          *Conférence Administrative Mondiale des Radiocommunications*

TABLE I

Radio-frequency lines of the greatest importance to radio astronomy  
at frequencies below 275 GHz

(Raies de fréquence radio d'importance majeure pour la Radioastronomie  
aux fréquences inférieures à 275 GHz)

Substance	Rest frequency	Suggested minimum band	Notes (1)
<i>Corps Composé</i>	<i>Fréquences au repos</i>	<i>Bande minimum suggérée</i>	
Deuterium (D1) <i>Deuterium</i>	327.384 MHz	327.0 - 327.7 MHz	
Hydrogen (H1) <i>Hydrogène</i>	1420.406 MHz	1370.0 - 1427.0 MHz	(2),(3)
Hydroxyl radical (OH) <i>Radical oxhydrile</i>	1612.231 MHz	1606.8 - 1613.8 MHz	(3),(4)
Hydroxyl radical (OH) <i>Radical oxhydrile</i>	1665.402 MHz	1659.8 - 1667.1 MHz	(4)
Hydroxyl radical (OH) <i>Radical oxhydrile</i>	1667.359 MHz	1661.8 - 1669.0 MHz	(4)
Hydroxyl radical (OH) <i>Radical oxhydrile</i>	1720.530 MHz	1714.8 - 1722.2 MHz	(3),(4)
Methyladyne (CH) <i>Méthyladyne</i>	3263.794 MHz	3252.9 - 3267.1 MHz	(3),(4)
Methyladyne (CH) <i>Méthyladyne</i>	3335.481 MHz	3324.4 - 3338.8 MHz	(3),(4)
Methyladyne (CH) <i>Méthyladyne</i>	3349.193 MHz	3338.0 - 3352.5 MHz	(3),(4)
Formaldehyde (H <sub>2</sub> CO) <i>Formaldéhyde</i>	4829.660 MHz	4813.6 - 4834.5 MHz	(3),(4)
Methanol (CH <sub>2</sub> OH) <i>Méthanol</i>	6668.518 MHz	6661.8 - 6675.2 MHz	(3),(6)
Ionized helium isotope ( <sup>3</sup> HeII) <i>Isotope ionisé de l'Hélium<sup>3</sup></i>	8665.650 MHz	8660.0 - 8670.0 MHz	
Methanol (CH <sub>3</sub> OH) <i>Méthanol</i>	12.178 GHz	12.17 - 12.19 GHz	(3),(6)
Formaldehyde (H <sub>2</sub> CO) <i>Formaldéhyde</i>	14.488 GHz	14.44 - 14.50 GHz	(3),(4)
Cyclopropenylidene (C <sub>3</sub> H <sub>2</sub> ) <i>Cyclopropénylidène</i>	18.343 GHz	18.28 - 18.36 GHz	(3),(4),(6)
Water vapour (H <sub>2</sub> O) <i>Vapeur d'eau</i>	22.235 GHz	22.16 - 22.26 GHz	(3),(4)
Ammonia (NH <sub>3</sub> ) <i>Ammoniac</i>	23.694 GHz	23.61 - 23.71 GHz	(4)
Ammonia (NH <sub>3</sub> ) <i>Ammoniac</i>	23.723 GHz	23.64 - 23.74 GHz	(4)
Ammonia (NH <sub>3</sub> ) <i>Ammoniac</i>	23.870 GHz	23.79 - 23.89 GHz	(4)

Silicon monoxide (SiO) <i>Monoxyde de silicium</i>	42.821 GHz	42.77 - 42.86 GHz	
Silicon monoxide (SiO) <i>Monoxyde de silicium</i>	43.122 GHz	43.07 - 43.17 GHz	
Carbon monosulphide (CS) <i>Monosulfure de carbone</i>	48.991 GHz	48.94 - 49.04 GHz	
Deuterated formylium (DCO <sup>+</sup> ) <i>Formylium deutéré</i>	72.039 GHz	71.96 - 72.11 GHz	(3)
Silicon monoxide (SiO) <i>Monoxyde de silicium</i>	86.243 GHz	86.16 - 86.33 GHz	
Formylium (H <sup>13</sup> CO <sup>+</sup> ) <i>Formylium</i>	86.754 GHz	86.66 - 86.84 GHz	
Silicon monoxide (SiO) <i>Monoxyde de silicium</i>	86.847 GHz	86.76 - 86.93 GHz	
Ethynyl radical (C <sub>2</sub> H) <i>Radical Ethynil</i>	87.300 GHz	87.21 - 87.39 GHz	(5)
Hydrogen cyanide (HCN) <i>Cyanure d'hydrogène</i>	88.632 GHz	88.34 - 88.72 GHz	(4)
Formylium (HCO <sup>+</sup> ) <i>Formylium</i>	89.189 GHz	88.89 - 89.28 GHz	(4)
Hydrogen isocyanide (HNC) <i>Isocyanure d'hydrogène</i>	90.664 GHz	90.57 - 90.76 GHz	
Diazenylium (N <sub>2</sub> H <sup>+</sup> ) <i>Diazénylium</i>	93.174 GHz	93.07 - 93.27 GHz	
Carbon monosulphide (CS) <i>Monosulfure de Carbone</i>	97.981 GHz	97.65 - 98.08 GHz	(4)
Carbon monoxide (C <sup>18</sup> O) <i>Monoxyde de carbone</i>	109.782 GHz	109.67 - 109.89 GHz	
Carbon monoxide ( <sup>13</sup> CO) <i>Monoxyde de carbone</i>	110.201 GHz	109.83 - 110.31 GHz	(4)
Carbon monoxide (C <sup>17</sup> O) <i>Monoxyde de carbone</i>	112.359 GHz	112.25 - 112.47 GHz	(6)
Carbon monoxide (CO) <i>Monoxyde de carbone</i>	115.271 GHz	114.88 - 115.39 GHz	(4)
Formaldehyde (H <sub>2</sub> <sup>13</sup> CO) <i>Formaldéhyde</i>	137.450 GHz	137.31 - 137.59 GHz	(3), (6)
Formaldehyde (H <sub>2</sub> CO) <i>Formaldéhyde</i>	140.840 GHz	140.69 - 140.98 GHz	
Carbon monosulphide (CS) <i>Monosulfure de carbone</i>	146.969 GHz	146.82 - 147.12 GHz	
Water vapour (H <sub>2</sub> O) <i>Vapeur d'eau</i>	183.310 GHz	183.12 - 183.50 GHz	
Carbon monoxide (C <sup>18</sup> O) <i>Monoxyde de carbone</i>	219.560 GHz	219.34 - 219.78 GHz	
Carbon monoxide ( <sup>13</sup> CO) <i>Monoxyde de carbone</i>	220.399 GHz	219.67 - 220.62 GHz	(4)
Carbon monoxide (CO) <i>Monoxyde de carbone</i>	230.538 GHz	229.77 - 230.77 GHz	(4)

Carbon monosulphide (CS) <i>Monoxyde de carbone</i>	244.953 GHz	244.72 - 245.20 GHz	(6)
Hydrogen cyanide (HCN) <i>Cyanure d'hydrogène</i>	265.886 GHz	265.62 - 266.15 GHz	
Formylium (HCO <sup>+</sup> ) <i>Formylium</i>	267.557 GHz	267.29 - 267.83 GHz	
Hydrogen isocyanide (HNC) <i>Isocyanure d'hydrogène</i>	271.981 GHz	271.71 - 272.25 GHz	

- (1) If Note (4) or Note (2) are not listed, the band limits are the Doppler-shifted frequencies corresponding to radial velocities of  $\pm 300$  km/s (consistent with line radiation occurring in our galaxy).

*(Les limites des bandes, pour toutes les raies spectrales figurant dans ce Tableau à l'exception de celles qui portent la note (4) ou la note (2), sont les fréquences décalées par l'effet Doppler correspondant à des vitesses radiales de  $\pm 300$  km/s (compatible avec l'émission spectrale se produisant dans notre Galaxie).*

- (2) An extension to lower frequency of the allocation of 1400-1427 MHz is required to allow for the higher Doppler shifts for HI observed in distant galaxies.

*(Une extension vers les basses fréquences de l'attribution de la bande 1400-1427 MHz est nécessaire afin de tenir compte des effets Doppler importants pour la raie de HI observée dans les galaxies éloignées).*

- (3) The current international allocation is not primary and/or does not meet bandwidth requirements. See the Radio Regulations for more detailed information.

*(L'attribution internationale actuelle n'est pas une attribution principale et/ou ne répond pas aux besoins pour la largeur de bande. On trouvera à ce sujet des précisions dans le Règlement des radiocommunications).*

- (4) Because these line frequencies are also being used for observing other galaxies, the listed bandwidths include Doppler shifts corresponding to radial velocities of up to  $1000 \text{ km s}^{-1}$ . It should be noted that HI has been observed at frequencies redshifted to 500 MHz, while some lines of the most abundant molecules have been detected in galaxies with velocities up to  $50000 \text{ km s}^{-1}$ , corresponding to a frequency reduction of up to 17%.

*(Ces raies spectrales étant utilisées également pour l'observation d'autres galaxies, les largeurs des bandes mentionnées ci-dessus tiennent compte des effets Doppler correspondant à des vitesses radiales allant jusqu'à  $1000 \text{ km s}^{-1}$ . Il est à noter que HI a été observé à des fréquences décalées vers le rouge jusqu'à 500 MHz, et que quelques raies spectrales des molécules les plus abondantes ont été détectées dans des galaxies ayant des vitesses allant jusqu'à  $50000 \text{ km s}^{-1}$ , ce qui correspond à une diminution de fréquence pouvant atteindre 17%.*

- (5) There are six closely spaced lines associated with this molecule at this frequency. The listed band is wide enough to permit observations of all six lines.

*(Six raies spectrales très proches les unes des autres à cette fréquence sont associées à cette molécule. La bande indiquée est suffisamment large pour permettre d'observer toutes ces raies).*

- (6) This line frequency is not mentioned in Article 8 of the Radio Regulations.

*(Cette raie spectrale n'est pas mentionnée par le Règlement des radiocommunications. Article 8).*

TABLE II

Radio-frequency lines of the greatest importance to radio astronomy  
at frequencies between 275 and 811 GHz

(not allocated in the Radio Regulations)

(Raies de fréquence radio d'importance majeure  
pour la Radioastronomie  
aux fréquences comprises entre 275 et 811 GHz)

(Dans le Règlement des radiocommunications, il n'existe aucune attribution sur ces  
fréquences)

Substance	Rest frequency	Suggested minimum band
Corps Composé	Fréquences au repos	Bande minimum suggérée
Diazenylium ( $N_2H^+$ ) <i>Diazénylium</i>	279.511 GHz	279.23 - 279.79 GHz
Carbon monoxide ( $C^{18}O$ ) <i>Monoxyde de carbone</i>	329.330 GHz	329.00 - 329.66 GHz
Carbon monoxide ( $^{13}CO$ ) <i>Monoxyde de carbone</i>	330.587 GHz	330.25 - 330.92 GHz
Carbon monosulphide (CS) <i>Monosulphure de carbone</i>	342.883 GHz	342.54 - 343.23 GHz
Carbon monoxide (CO) <i>Monoxyde de carbone</i>	345.796 GHz	345.45 - 346.14 GHz
Hydrogen cyanide (HCN) <i>Cyanure d'hydrogène</i>	354.484 GHz	354.13 - 354.84 GHz
Formylium ( $HCO^+$ ) <i>Formylium</i>	356.734 GHz	356.37 - 357.09 GHz
Diazenylium ( $N_2H^+$ ) <i>Diazénylium</i>	372.672 GHz	372.30 - 373.05 GHz
Water vapour ( $H_2O$ ) <i>Vapeur d'eau</i>	380.197 GHz	379.81 - 380.58 GHz
Carbon monoxide ( $C^{18}O$ ) <i>Monoxyde de carbone</i>	439.088 GHz	438.64 - 439.53 GHz
Carbon monoxide ( $^{13}CO$ ) <i>Monoxyde de carbone</i>	440.765 GHz	440.32 - 441.21 GHz
Carbon monoxide (CO) <i>Monoxyde de carbone</i>	461.041 GHz	460.57 - 461.51 GHz
Heavy water (HDO) <i>Eau lourde</i>	464.925 GHz	464.46 - 465.39 GHz
Carbon (CI) <i>Carbone</i>	492.162 GHz	491.66 - 492.66 GHz
Water vapour ( $H_2^{18}O$ ) <i>Vapeur d'eau</i>	547.676 GHz	547.13 - 548.22 GHz

Water vapour (H <sub>2</sub> O) Vapeur d'eau	556.936 GHz	556.37 - 557.50 GHz
Ammonia ( <sup>15</sup> NH <sub>3</sub> ) Ammoniac	572.113 GHz	571.54 - 572.69 GHz
Ammonia (NH <sub>3</sub> ) Ammoniac	572.498 GHz	571.92 - 573.07 GHz
Carbon monoxide (CO) Monoxyde de carbone	691.473 GHz	690.78 - 692.17 GHz
Hydrogen cyanide (HCN) Cyanure d'hydrogène	797.433 GHz	796.64 - 798.23 GHz
Formylium (HCO <sup>+</sup> ) Formylium	802.653 GHz	801.85 - 803.85 GHz
Carbon monoxide (CO) Monoxyde de carbone	806.652 GHz	805.85 - 807.46 GHz
Carbon (CI) Carbone	809.350 GHz	808.54 - 810.16 GHz

### Resolution No. A 3

#### *Preservation of Radio Frequencies for Radio Astronomy*

#### *Préservation des fréquences radio pour la radioastronomie*

The XXIst General Assembly of the International Astronomical Union,

noting

- a. the long-standing concern of the International Astronomical Union for protecting radio astronomy from interference, particularly through resolutions passed at the General Assemblies in 1979, 1982, 1985 and 1988;
- b. the increasing levels of harmful interference to radio astronomy, particularly from space and airborne transmitters, which diminish the advantages of locating observatories at remote sites;
- c. the particularly high levels of harmful interference experienced consistently in the sub-band 1610.6-1613.8 MHz from navigation satellites which make observations of an astrophysically important hydroxyl line increasingly difficult;
- d. that the 1612 MHz hydroxyl line has assumed greatly increased importance since the 1979 World Administrative Radio Conference due particularly to the discovery of numerous OH/IR stars which have been used for absolute distance determination in the Galaxy and for understanding stellar evolution;
- e. that the World Administrative Radio Conference for the Mobile Services (WARC MOB-87) has also allocated the band 1610-1626.5 MHz to the Radio-Determination Satellite Service (RDSS), subject to footnote 733E of the Radio Regulations, which states that in Regions 1 and 3 harmful interference shall not be caused to the Radio Astronomy Service (RAS), and that in Region 2 several administrations have agreed to limited protection for the RAS;

- f. that the WARC MOB-87 in Resolution PLEN/1 has invited the CCIR to continue its studies in order to obtain more precise results concerning the conditions of sharing in the band 1610-1625.5 MHz between the RDSS on the one hand and the RAS, among other services, on the other;

urges

1. that administrations adhering to the International Astronomical Union and the International Telecommunication Union strive for improved protection of the RAS in the 1610.6-1613.8 MHz band by upgrading the allocation status of the RAS to that of primary service in this sub-band at WARC 92;
2. that national administrations cooperate with IUCAF to examine means to prevent harmful interference to observations in the band 1610.6-1613.8 MHz from global navigation satellite systems, particularly in designing changes to existing systems and planning new systems;
3. that IUCAF, representing the IAU, respond rapidly to the invitation to continue studying in Study Group 7 of the CCIR the conditions for successfully sharing the band 1610-1626.5 MHz;
4. that administrations operating satellites or satellite systems in the aeronautical navigation satellite service at 1.5/1.6 GHz frequencies protect the RAS from harmful interference by appropriately filtering unwanted emissions;

and instructs the President

to bring this Resolution to the attention of the Secretary General of the International Telecommunication Union, and to support IUCAF strongly in its efforts to bring this resolution to the attention of delegations participating in WARC 92.

CCIR	<i>Consultative Committee on International Radiocommunications</i>
IUCAF	<i>Inter-Union Commission on Frequency Allocations for Radio Astronomy and Space Science</i>
RAS	<i>Radio Astronomy Service</i>
RDSS	<i>Radio Determination Satellite Service</i>
WARC	<i>World Administrative Radio Conference</i>

La XXIIe Assemblée générale de l'Union Astronomique Internationale,

notant

- a. l'intérêt manifesté de longue date par l'Union Astronomique Internationale pour la protection de la Radioastronomie des interférences, en particulier par les résolutions adoptées lors des Assemblées Générales de 1979, 1982, 1985 et 1988 ;
- b. le niveau croissant des interférences nuisibles affectant la Radioastronomie, et en particulier celles provenant de transmetteurs spatiaux ou aéroportés, réduisant de ce fait l'intérêt de situer les observatoires dans des sites éloignés ;

- c. le niveau particulièrement élevé des interférences nuisibles régulièrement observées dans la sous-bande 1610.6-1613.8 MHz provenant de satellites de navigation qui rendent de plus en plus difficiles les observations d'une raie importante en astrophysique de l'hydroxyle ;
- d. que la raie de l'hydroxyle à 1612 MHz a pris un intérêt croissant depuis la Conférence Administrative Mondiale des Radiocommunications (WARC) de 1979 en raison, en particulier, de la découverte de nombreuses étoiles OH/IR qui ont été utilisées pour la détermination des distances absolues dans la Galaxie et pour la compréhension de l'évolution stellaire ;
- e. que la WARC pour les services mobiles (WARC MOB-87) a également attribué la fréquence 1610-1626.5 MHz au Service de Détermination Radio par Satellite (RDSS), en application de la note 733E du Règlement des radiocommunications, laquelle précise que dans les Régions 1 et 3 aucune interférence nuisible ne doit être causée aux services de Radioastronomie (RAS), et que, dans la Région 2, plusieurs administrations ont accepté une protection minimale du RAS ;
- f. que la WARC MOB-87 dans sa Résolution PLEN/1 a invité le Comité Consultatif Radio International (CCIR) à poursuivre ses études en vue d'obtenir des résultats plus précis sur les conditions de partage de la bande 1610-1625.5 MHz entre le RDSS d'une part, et le RAS, entre autres services, d'autre part ;

demande expressément

- 1. que les organisations adhérant à l'Union Astronomique Internationale et à l'Union Internationale des Télécommunications s'efforcent d'obtenir une protection accrue du Service de Radioastronomie dans la bande de fréquence 1610.6-1613.8 MHz en élevant la classe de l'allocation au Service de Radioastronomie à celle d'un service principal pour cette sous-bande lors de la WARC 92 ;
- 2. que les administrations nationales coopèrent avec l'Inter-Union Commission pour les Allocations des Bandes de Fréquence pour la Radioastronomie et la Recherche Spatiale (IUCAF) afin d'étudier les moyens d'éviter les interférences nuisibles aux observations dans la bande 1610.6-1613.8 MHz dues aux systèmes de satellites de navigation globale, particulièrement par la planification de la modification des systèmes existants et de la conception de nouveaux systèmes ;
- 3. que l'IUCAF, représentant l'Union Astronomique Internationale, réponde rapidement à l'invitation à poursuivre, dans le cadre du Groupe d'étude n° 7 du CCIR, l'étude des conditions d'un partage réussi de la bande 1610-1626.5 MHz ;
- 4. que les administrations exploitant des satellites ou des systèmes de satellites dans le service de satellites de navigation aéronautiques à des fréquences comprises entre 1.5 et 1.6 GHz protègent des interférences nuisibles le Service de Radioastronomie par un filtrage adéquat des émissions indésirables ;

et demande au Président

de porter cette Résolution à l'attention du Secrétaire Général de l'Union Internationale des télécommunications, et d'appuyer fortement l'IUCAF dans ses démarches pour porter cette résolution à l'attention des délégations participant à la WARC 92.

CCIR            Comité Consultatif Radio International  
IUCAF          Commission pour les Allocations des Bandes de Fréquence pour la Radioastronomie et la Recherche Spatiale  
RAS            Service de Radioastronomie  
RDSS          Service de Détermination Radio par Satellite  
WARC          Conférence Administrative Mondiale des Radiocommunications

#### Resolution No. A 4

#### *Recommendations from the Working Group on Reference Systems Recommandation du Groupe de Travail sur les Systèmes de référence*

#### Recommendations I to IX

The XXist General Assembly of the International Astronomical Union,

#### RECOMMENDATION I

considering,

that it is appropriate to define several systems of space-time coordinates within the framework of the General Theory of Relativity,

recommends,

that the four space-time coordinates ( $x^0 = ct$ ,  $x^1$ ,  $x^2$ ,  $x^3$ ) be selected in such a way that in each coordinate system centred at the barycentre of any ensemble of masses, the squared interval  $ds^2$  be expressed with the minimum degree of approximation in the form:

$$ds^2 = -c^2 d\tau^2 \\ = - \left(1 - \frac{2U}{c^2}\right) (dx^0)^2 + \left(1 + \frac{2U}{c^2}\right) [(dx^1)^2 + (dx^2)^2 + (dx^3)^2],$$

where  $c$  is the velocity of light,  $\tau$  is proper time, and  $U$  is the sum of the gravitational potentials of the above mentioned ensemble of masses, and of a tidal potential generated by bodies external to the ensemble, the latter potential vanishing at the barycentre.

Notes for Recommendation I

1. This recommendation explicitly introduces The General Theory of Relativity as the theoretical background for the definition of the celestial space-time reference frame.
2. This recommendation recognizes that space-time cannot be described by a single coordinate system because a good choice of coordinate system may significantly facilitate the treatment of the problem at hand, and elucidate the meaning of the relevant physical events. Far from the space origin, the potential of the ensemble of masses to which the coordinate system pertains becomes negligible, while the potential of external bodies manifests itself only by tidal terms which vanish at the space origin.
3. The  $ds^2$  as proposed gives only those terms required at the present level of observational accuracy. Higher order terms may be added as deemed necessary by users. If the IAU should find it generally necessary, more terms will be added. Such terms may be added without changing the rest of the recommendation.
4. The algebraic sign of the potential in the formula giving  $ds^2$  is to be taken as positive.
5. At the level of approximation given in this recommendation, the tidal potential consists of all terms at least quadratic in the local space coordinates in the expansion of the Newtonian potential generated by external bodies.

RECOMMENDATION II

considering,

- a) the need to define a barycentric coordinate system with spatial origin at the centre of mass of the solar system and a geocentric coordinate system with spatial origin at the centre of mass of the Earth, and the desirability of defining analogous coordinate systems for other planets and for the Moon,
- b) that the coordinate systems should be related to the best realization of reference systems in space and time, and,
- c) that the same physical units should be used in all coordinate systems.

recommends that,

1. the space coordinate grids with origins at the solar system barycentre and at the centre of mass of the Earth show no global rotation with respect to a set of distant extragalactic objects,
2. the time coordinates be derived from a time scale realized by atomic clocks operating on the Earth,
3. the basic physical units of space-time in all coordinate systems be the second of the International System of Units (SI) for proper time, and the SI meter for proper length, connected to the SI second by the value of the velocity of light  $c = 299792458 \text{ ms}^{-1}$ .

### Notes for Recommendation II

1. This recommendation gives the actual physical structures and quantities that will be used to establish the reference frames and time scales based upon the ideal definition of the system given by Recommendation I.
2. The kinematic constraint for the rate of rotation of both the geocentric and barycentric reference systems cannot be perfectly realized. It is assumed that the average rotation of a large number of extragalactic objects can be considered to represent the rotation of the universe which is assumed to be zero.
3. If the barycentric reference system as defined by this recommendation is used for studies of dynamics within the solar system, the kinematic effects of the galactic geodesic precession may have to be taken into account.
4. In addition, the kinematic constraint for the state of rotation of the geocentric reference system as defined by this recommendation implies that when the system is used for dynamics (e.g., motions of the Moon and Earth satellites), the time dependent geodesic precession of the geocentric frame relative to the barycentric frame must be taken into account by introducing corresponding inertial terms into the equations of motion.
5. Astronomical constants and quantities are expressed in SI units without conversion factors depending upon the coordinate systems in which they are measured.

### RECOMMENDATION III

considering,

the desirability of the standardisation of the units and origins of coordinate times used in astronomy,

recommends that,

1. the units of measurement of the coordinate times of all coordinate systems centred at the barycentres of ensembles of masses be chosen so that they are consistent with the proper unit of time, the SI second,
2. the reading of these coordinate times be 1977 January 1,  $0^{\text{h}} 0^{\text{m}} 32.184^{\text{s}}$  exactly, on 1977 January 1,  $0^{\text{h}} 0^{\text{m}} 0^{\text{s}}$  TAI exactly (JD = 2443144.5, TAI), at the geocentre,
3. coordinate times in coordinate systems having their spatial origins respectively at the centre of mass of the Earth and at the solar system barycentre, and established in conformity with the above sections (1) and (2), be designated as Geocentric Coordinate Time (TCG) and Barycentric Coordinate Time (TCB).

Notes for Recommendation III

1. In the domain common to any two coordinate systems, the tensor transformation law applied to the metric tensor is valid without re-scaling the unit of time. Therefore, the various coordinate times under consideration exhibit secular differences. Recommendation 5 (1976) of IAU Commissions 4, 8 and 31, completed by Recommendation 5 (1979) of IAU Commissions 4, 19 and 31, stated that Terrestrial Dynamical Time (TDT) and Barycentric Dynamical Time (TDB) should differ only by periodic variations. Therefore, TDB and TCB differ in rate. The relationship between these time scales in seconds is given by:

$$TCB - TDB = L_B \times (JD - 2443144.5) \times 86400.$$

The present estimate of the value of  $L_B$  is  $1.550505 \times 10^{-8} (\pm 1 \times 10^{-14})$  (Fukushima et al., *Celestial Mechanics*, 38, 215, 1986).

2. The relation TCB -TCG involves a full 4-dimensional transformation

$$TCB - TCG = c^{-2} \left[ \int_{t_0}^t (v_e^2/2 + U_{ext}(x_e)) dt + v_e \cdot (x - x_e) \right],$$

$x_e$  and  $v_e$  denoting the barycentric position and velocity of the Earth's centre of mass and  $x$  the barycentric position of the observer. The external potential  $U_{ext}$  is the Newtonian potential of all solar system bodies apart from the Earth. The external potential must be evaluated at the geocentre. In the integral,  $t = TCB$  and  $t_0$  is chosen to agree with the epoch of Note 3. As an approximation to TCB -TCG in seconds one might use:

$$TCB - TCG = L_C \times (JD - 2443144.5) \times 86400 + c^{-2} v_e \cdot (x - x_e) + P.$$

The present estimate of the value of  $L_C$  is  $1.480813 \times 10^{-8} (\pm 1 \times 10^{-14})$  (Fukushima et al., *Celestial Mechanics*, 38, 215, 1986). It may be written as  $[3GM/2c^2a] + \epsilon$  where  $G$  is the gravitational constant,  $M$  is the mass of the Sun,  $a$  is the mean heliocentric distance of the Earth, and  $\epsilon$  is a very small term (of order  $2 \times 10^{-12}$ ) arising from the average potential of the planets at the Earth. The quantity  $P$  represents the periodic terms which can be evaluated using the analytical formula by Hirayama et al., ('Analytical Expression of TDB-TDT<sub>0</sub>', in *Proceedings of the IAG Symposium, IUGG XIX General Assembly, Vancouver, August 10-22, 1987*). For observers on the surface of the Earth, the terms depending upon their terrestrial coordinates are diurnal, with a maximum amplitude of 2.1  $\mu$ s.

3. The origins of coordinate times have been arbitrarily set so that these times all coincide with the Terrestrial Time (TT) of Recommendation IV at the geocentre on 1977 January 1, 0<sup>h</sup> 0<sup>m</sup> 0<sup>s</sup> TAI. (See Note 3 of Recommendation IV.)
4. When realizations of TCB and TCG are needed, it is suggested that these realizations be designated by expressions such as TCB(xxx), where xxx indicates the source of the realized time scale (e.g., TAI) and the theory used for the transformation into TCB or TCG.

## RECOMMENDATION IV

considering,

- a) that the time scales used for dating events observed from the surface of the Earth and for terrestrial metrology should have as the unit of measurement the SI second, as realized by terrestrial time standards,
- b) the definition of the International Atomic Time, TAI, approved by the 14th Conférence Générale des Poids et Mesures (1971) and completed by a declaration of the 9th session of the Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde (1980).

recommends that,

- 1) the time reference for apparent geocentric ephemerides be Terrestrial Time, TT,
- 2) TT be a time scale differing from TCG of Recommendation III by a constant rate, the unit of measurement of TT being chosen so that it agrees with the SI second on the geoid,
- 3) at instant 1977 January 1,  $0^h 0^m 0^s$  TAI exactly, TT have the reading 1977 January 1,  $0^h 0^m 32.184^s$  exactly.

### *Notes for Recommendation IV*

1. *The basis of the measurement of time on the Earth is International Atomic Time (TAI) which is made available by the dissemination of corrections to be added to the readings of national time scales and clocks. The time scale TAI was defined by the 59th session of the Comité International des Poids et Mesures (1970) and approved by the 14th Conférence Générale des Poids et Mesures (1971) as a realized time scale. As the errors in the realization of TAI are not always negligible, it has been found necessary to define an ideal form of TAI, apart from the  $32.184^s$  offset, now designated Terrestrial Time, TT.*
2. *The time scale TAI is established and disseminated according to the principle of coordinate synchronization, in the geocentric coordinate system, as explained in CCDS, 9th Session (1980) and in Reports of the CCIR, 1990, annex to Volume VII (1990).*
3. *In order to define TT it is necessary to define the coordinate system precisely, by the metric form, to which it belongs. To be consistent with the uncertainties of the frequency of the best standards, it is at present (1991) sufficient to use the relativistic metric given in Recommendation I.*
4. *For ensuring an approximate continuity with the previous time arguments of ephemerides, Ephemeris Time, ET, a time offset is introduced so that  $TT - TAI = 32.184^s$  exactly at 1977 January 1,  $0^h$  TAI. This date corresponds to the implementation of a steering process of the TAI frequency, introduced so that the TAI unit of measurement remains in close agreement with the best realizations of the SI second on the geoid. TT can be considered as equivalent to TDT as defined by IAU Recommendation 5 (1976) of Commissions 4, 8 and 31, and Recommendation 5 (1979) of Commissions 4, 19 and 31.*

5. The divergence between TAI and TT is a consequence of the physical defects of atomic time standards. In the interval 1977-1990, in addition to the constant offset of  $32.184^s$ , the deviation probably remained within the approximate limits of  $\pm 10\mu s$ . It is expected to increase more slowly in the future as a consequence of improvements in time standards. In many cases, especially for the publication of ephemerides, this deviation is negligible. In such cases, it can be stated that the argument of the ephemerides is  $TAI + 32.184^s$ .
6. Terrestrial Time differs from TCG of Recommendation III by a scaling factor, in seconds:

$$TCG - TT = L_G \times (JD - 2443144.5) \times 86400.$$

The present estimate of the value of  $L_G$  is  $6.969291 \times 10^{-10}$  ( $\pm 3 \times 10^{-16}$ ). The numerical value is derived from the latest estimate of gravitational potential on the geoid,  $W = 62636860 (\pm 30) \text{ m}^2/\text{s}^2$  (Chovitz, Bulletin Géodésique, 62, 359, 1988). The two time scales are distinguished by different names to avoid scaling errors. The relationship between  $L_B$  and  $L_C$  of Recommendation III, notes 1 and 2, and  $L_G$  is,  $L_B = L_C + L_G$ .

7. The unit of measurement of TT is the SI second on the geoid. The usual multiples, such as the TT day of 86400 SI seconds on the geoid and the TT Julian century of 36525 TT days, can be used provided that the reference to TT be clearly indicated whenever ambiguity may arise. Corresponding time intervals of TAI are in agreement with the TT intervals within the uncertainties of the primary atomic standards (e.g., within  $\pm 2 \times 10^{-14}$  in relative value during 1990).
8. Markers of the TT scale can follow any date system based upon the second, e.g., the usual calendar date or the Julian Date, provided that the reference to TT be clearly indicated whenever ambiguity may arise.
9. It is suggested that realizations of TT be designated by TT(xxx) where xxx is an identifier. In most cases a convenient approximation is:

$$TT(TAI) = TAI + 32.184^s.$$

However, in some applications it may be advantageous to use other realizations. The BIPM, for example, has issued time scales such as TT(BIPM90).

## RECOMMENDATION V

considering,

that important work has already been performed using Barycentric Dynamical Time (TDB), defined by IAU Recommendation 5 (1976) of IAU Commissions 4, 8 and 31, and Recommendation 5 (1979) of IAU Commissions 4, 19 and 31,

recognizes,

that where discontinuity with previous work is deemed to be undesirable, TDB may be used.

*Note to Recommendation V*

*Some astronomical constants and quantities have different numerical values depending upon the use of TDB or TCB. When giving these values, the time scale used must be specified.*

RECOMMENDATION VI

considering,

the desirability of implementing a conventional celestial barycentric reference system based upon the observed positions of extragalactic objects, and,

noting,

the existence of tentative reference frames constructed by various institutions and combined by the International Earth Rotation Service (IERS) into a frame used for Earth rotation series,

recommends,

1. that intercomparisons of these frames be extensively made in order to assess their systematic differences and accuracy,
2. that an IAU Working Group consisting of members of Commissions 4, 8, 19, 24, 31 and 40, the IERS, and other pertinent experts, in consultation with all the institutions producing catalogues of extragalactic radio sources, establish a list of candidates for primary sources defining the new conventional reference frame, together with a list of secondary sources that may later be added to or replace some of the primary sources, and,

requests,

1. that such a list be presented to the XXIInd General Assembly (1994) as a part of the definition of a new conventional reference system,
2. that the objects in this list be systematically observed by all VLBI and other appropriate astrometric programmes.

*Note for Recommendation VI*

*This recommendation essentially describes the first part of the work that must be done to prepare the realization of the reference system defined by Recommendations I and II. The choice of objects must be made in the first place by considering their observability by VLBI, but special care should be taken to include a large proportion of extragalactic radio sources with well identified optical counterparts.*

## RECOMMENDATION VII

considering,

- a) that the new conventional celestial barycentric reference frame should be as close as possible to the existing FK5 equator and equinox and the dynamical equinox which are referred to J2000.0,
- b) that it should be accessible to astrometry in visual as well as in radio wavelengths,

recommends,

1. that the principal plane of the new conventional celestial reference system be as near as possible to the mean equator at J2000.0 and that the origin in this principal plane be as near as possible to the dynamical equinox of J2000.0,
2. that the positions of the extragalactic objects selected in accordance with Recommendation VI and representing the reference frame be computed initially for the equator and equinox J2000.0 using the best available values of the celestial pole offset with respect to the IAU expressions for precession and nutation,
3. that a great effort be made to compare reference frames of all types, in particular the FK5, solar system and extragalactic reference frames,
4. that observing programmes be undertaken or continued in order to relate planetary positions to radio and optical objects, and to determine the relationship between catalogues of extragalactic source positions and the best catalogues of star positions, in particular the FK5 and Hipparcos catalogues.

### *Notes for Recommendation VII*

1. *This recommendation specifies the choice of the coordinate axes that will be adopted in the final reference frame and describes the work to be done before such a frame can be constructed. Although the considerations call for visual and radio wavelengths for the primary catalogue, other observable wavelengths are not excluded. Positions of objects observed in other wavelengths should also be referred to the same system.*
2. *The objective set by this recommendation is that there should be no discontinuity in the positions of stars when the present FK5 frame is replaced by the extragalactic reference frame. This means that the position of the extragalactic objects should be in the FK5 system for J2000.0. It is acknowledged that the best values of precession and nutation must be used in order to avoid introducing spurious proper motions into the positions of extragalactic objects. The final transfer to the preferred equinox and principal plane will be done by applying a rotation at J2000.0.*

3. *The dynamical equinox in this recommendation is defined as the intersection of the mean equator and the ecliptic. The latter is defined as the uniformly rotating plane of the orbit of the Earth-Moon barycentre averaged over the entire period for which the ephemerides are valid. Since it is ephemeris dependent, the choice of the equinoctial point will be made using the most accurate and generally available ephemerides of the solar system at the time.*
4. *The definition given to the reference system by Recommendations I and II implies the stability in time of the system of coordinates realized by the celestial reference frame. The directions of the coordinate axes should not be changed even if at some later date the realizations of the dynamical equinox or the celestial ephemeris pole are improved. Similarly, modifications to the set of extragalactic objects realizing the reference system should be made in such a way that the directions of the axes are not changed. This means that once the coordinate axes have been specified, in the way described in the first part of the recommendation, the connection between the definition of the conventional reference system and the peculiarities of the Earth's kinematics will have been severed.*
5. *As long as the relationship between the optical and the extragalactic radio frames is not sufficiently accurately determined, the FK5 catalogue shall be considered as a provisional realization of the celestial reference system in optical wavelengths.*

#### RECOMMENDATION VIII

recognizing,

- a) the importance to astronomy of adopting conventional values of astronomical and physical constants,
- b) that values of these constants should be unchanged unless they differ significantly from their latest estimates,
- c) that estimates of these constants should be improved frequently to represent the current status of knowledge,
- d) the necessity of providing standard procedures using these numerical values, and,

noting,

- a) that the MERIT Standards and IERS Standards have contributed significantly to the progress of astronomy and geodesy,
- b) that numerical values in these standards have served as a system of constants in analyzing observations of high quality, and

considering,

that procedures in these standards do not cover the whole of fundamental astronomy,

recommends,

that a permanent working group be organized by Commissions 4, 5, 8, 19, 24 and 31, in consultation with the IAG and the IERS, in order to update and improve the system of astronomical units and constants, the list of estimates of fundamental astronomical quantities and standard procedures; this group shall:

1. prepare a draft report on the system of astronomical units and constants, at least six months before the XXIInd General Assembly (1994),
2. prepare a draft list of best estimates of astronomical quantities at least six months before each following General Assembly,
3. prepare, at least six months before each following General Assembly, a draft report on standard procedures needed in fundamental astronomy, which,
  - a) should have a maximum degree of compatibility with the IERS Standards,
  - b) should include the implementations of procedures in the form of tested software and/or test cases,
  - c) should be available not only in written form, but also in machine-readable form,
4. prepare a draft report on possible electronic access to these units, constants, quantities and procedures at least six months before the XXIInd General Assembly (1994).

#### RECOMMENDATION IX

recognizing,

that a generally accepted non-rigid Earth theory of nutation, including all known effects at the one tenth milliarcsecond level, is not yet available,

recommends,

1. that those satisfied with accuracy of the nutation angles ( $\epsilon$  or  $\psi \sin \epsilon_0$ ) numerically greater than  $\pm 0.002''$  (one sigma rms) may continue to use the 1980 IAU Nutation Theory (P.K. Seidelmann, Celestial Mechanics, 27, 79, 1982),
2. that those requiring values of the nutation angles more accurate than  $\pm 0.002''$  (one sigma rms) should make use of the Bulletins of the IERS which publish observations and predictions of the celestial pole offsets accurate to about  $\pm 0.0006''$  (one sigma rms) for a period of up to six months in advance,

3. that the IUGG be encouraged to develop and adopt an appropriate Earth model to be used as the basis for a new IAU Theory of Nutation.

CCIR	<i>Consultative Committee on International Radiocommunications</i>
IAG	<i>International Association of Geodesy</i>
IUGG	<i>International Union of Geodesy &amp; Geophysics</i>
IERS	<i>International Earth Rotation Service</i>

Résolution A4: Recommandations du Groupe de travail sur les Systèmes de référence

Recommandations I à IX

La XXII<sup>e</sup> Assemblée générale de l'Union Astronomique Internationale.

RECOMMANDATION I

considérant

qu'il convient de définir, dans le cadre de la théorie de la Relativité générale, plusieurs systèmes de coordonnées spatio-temporelles,

recommande

que les coordonnées spatio-temporelles ( $x^0 = ct, x^1, x^2, x^3$ ) soient choisies de telle façon que dans chaque système de coordonnées, centré au barycentre de tout ensemble de masses, le carré  $ds^2$  de l'intervalle soit exprimé au plus faible niveau d'approximation sous la forme :

$$ds^2 = -c^2 d\tau^2 \\ = - \left(1 - \frac{2U}{c^2}\right) (dx^0)^2 + \left(1 + \frac{2U}{c^2}\right) [(dx^1)^2 + (dx^2)^2 + (dx^3)^2],$$

où  $c$  est la vitesse de la lumière,  $\tau$  le temps propre et  $U$  la somme des potentiels de gravitation de l'ensemble de masses considéré et d'un potentiel de marée engendré par les corps extérieurs à cet ensemble, ce potentiel étant écrit de façon à s'annuler au barycentre.

*Notes pour la recommandation I*

1. Cette recommandation introduit explicitement la théorie de la Relativité générale comme base pour la définition du repère de référence spatio-temporel céleste.

2. Cette recommandation reconnaît que l'espace-temps ne peut pas être décrit par un système de coordonnées unique parce qu'un choix judicieux d'un système de coordonnées peut faciliter de façon significative la résolution des problèmes et clarifier la signification physique des phénomènes qui s'y rapportent. Lorsqu'on se trouve loin de l'origine spatiale, le potentiel de l'ensemble de masses auquel appartient le système de coordonnées devient négligeable alors que le potentiel des corps extérieurs se manifeste seulement par des termes de marées qui disparaissent à l'origine.
3. Le  $ds^2$  proposé ne comprend que les termes nécessaires au niveau actuel de la précision des observations. Des termes d'ordre plus élevé peuvent être ajoutés si les utilisateurs le jugent utile. Si l'UAI l'estime nécessaire de façon générale, on ajoutera d'autres termes. Cette addition pourra être faite sans changer le reste de la recommandation.
4. Le potentiel dans la formule donnant le  $ds^2$  doit être défini avec le signe plus.
5. Au niveau de l'approximation qu'implique cette recommandation, le potentiel de marée comprend tous les termes du deuxième degré au moins par rapport aux coordonnées spatiales locales dans le développement du potentiel newtonien créé par les corps extérieurs.

## RECOMMANDATION II

### considérant

- a) la nécessité de définir un système de coordonnées barycentriques ayant pour origine spatiale le centre de masse du système solaire et un système de coordonnées géocentriques ayant pour origine spatiale le centre de masse de la Terre, ainsi que l'avantage qu'il y aurait à définir les systèmes de coordonnées analogues pour d'autres planètes et pour la Lune,
- b) que les systèmes de coordonnées devraient correspondre aux meilleures réalisations des systèmes de référence spatiaux et temporels,
- c) que les mêmes unités physiques devraient être utilisées dans tous les systèmes de coordonnées,

### recommande que

1. les réseaux de coordonnées spatiales ayant pour origine le barycentre du système solaire et le centre de masse de la Terre ne présentent pas de rotation globale par rapport à un ensemble d'objets extragalactiques éloignés,
2. les coordonnées temporelles dérivent d'une échelle de temps construite en utilisant des horloges atomiques en fonctionnement sur la Terre,
3. les unités physiques de base pour l'espace-temps dans tous les systèmes de coordonnées soient la seconde du Système international d'unités (SI) pour le temps propre et le mètre SI pour les longueurs propres, lié à la seconde SI par la valeur de la vitesse de la lumière  $c = 299792458 \text{ ms}^{-1}$ .

### Notes pour la recommandation II

1. Cette recommandation indique les structures et les quantités physiques qui seront utilisées pour construire les repères de référence et les échelles de temps basés sur la définition idéale du système donnée par la recommandation I.
2. La contrainte cinématique relative à la rotation des systèmes de référence géocentrique et barycentrique ne peut être réalisée de façon parfaite. On fait l'hypothèse que la rotation moyenne d'un grand nombre d'objets extragalactiques peut être considérée comme représentant la rotation de l'Univers que l'on admet être nulle.
3. Si le système de référence barycentrique, tel qu'il est défini par cette recommandation, est utilisé dans des études de dynamique dans le système solaire, les effets cinématiques de la précession géodésique d'origine galactique peuvent devoir être pris en compte.
4. De plus, la contrainte cinématique relative à l'état de rotation du système de référence géocentrique, tel qu'il est défini par cette recommandation, implique que si on effectue des études de dynamique dans ce système (par exemple les mouvements de la Lune ou des satellites de la Terre), les effets variables avec le temps de la précession géodésique du repère géocentrique par rapport au repère barycentrique doivent être pris en compte en introduisant les termes d'inertie correspondants dans les équations du mouvement.
5. Les constantes et grandeurs astronomiques seront exprimées en unités du Système international (SI) sans facteurs de conversion qui dépendraient des systèmes de coordonnées dans lesquels elles sont mesurées.

### RECOMMANDATION III

#### considérant

qu'il est souhaitable de normaliser les unités et les origines des temps-coordonnées utilisés en astronomie,

#### recommande que

1. les unités d'échelle des temps-coordonnées de tous les systèmes de coordonnées centrés au barycentre d'ensembles de masses soient choisies de sorte qu'elles soient toutes compatibles avec l'unité de temps propre, la seconde du SI,
2. les lectures de ces temps-coordonnées soient 1977 janvier 1,  $0^h 0^m 32,184^s$  exactement pour 1977 janvier 1,  $0^h 0^m 0^s$  TAI exactement (JD = 2443144,5, TAI), au géocentre,
3. les temps-coordonnées dans les systèmes de coordonnées qui ont leur origine spatiale respectivement au centre de masse de la Terre et au barycentre du système solaire et qui sont établis conformément aux sections 1. et 2. ci-dessus soient désignés par Temps-coordonnée géocentrique (TCG) et Temps-coordonnée barycentrique (TCB).

Notes sur la recommandation III

1. Dans le domaine commun à deux systèmes de coordonnées quelconques, la loi de transformation tensorielle appliquée au tenseur métrique est valable sans modification supplémentaire de l'unité de temps. En conséquence, la différence des temps-coordonnées de ces systèmes présente une variation séculaire. La Recommandation 5 (1976) des commissions de l'UAI 4, 8 et 31, complétée par la Recommandation 5 (1979) des commissions de l'UAI 4, 19 et 31, spécifie que le Temps dynamique terrestre (TDT) et le Temps dynamique barycentrique (TDB) ne doivent différer que par des variations périodiques. Il en résulte que TDB et TCB ont une différence de marche. La relation entre ces échelles de temps, en secondes, est donnée par :

$$TCB - TDB = L_B \times (JD - 2443144,5) \times 86400.$$

La valeur actuellement estimée de  $L_B$  est  $1,550505 \times 10^{-8} (\pm 1 \times 10^{-14})$  (Fukushima et al., *Celestial Mechanics*, 38, 215, 1986).

2. La relation TCB - TCG exige une transformation quadri-dimensionnelle complète :

$$TCB - TCG = c^{-2} \left[ \int_{t_0}^t (v_e^2/2 + U_{ext}(x_e)) dt + v_e \cdot (x - x_e) \right],$$

$x_e$  et  $v_e$  désignant la position et la vitesse barycentriques du centre de masse de la Terre et  $x$  la position barycentrique de l'observateur. Le potentiel extérieur  $U_{ext}$  est le potentiel newtonien de tous les corps du système solaire, sauf la Terre. Dans l'intégrale,  $t = TCB$  et  $t_0$  est choisi pour être en accord avec les origines spécifiées par la note 3. Comme approximation de TCB - TCG, exprimé en secondes, on peut utiliser :

$$TCB - TCG = L_C \times (JD - 2443144,5) \times 86400 + c^{-2} v_e \cdot (x - x_e) + P.$$

La valeur actuellement estimée de  $L_C$  est  $1,480813 \times 10^{-8} (\pm 1 \times 10^{-14})$  (Fukushima et al., *Celestial Mechanics*, 38, 215, 1986).  $L_C$  peut être exprimé par  $[3GM/2c^2a] + \epsilon$  où  $G$  est la constante de la gravitation,  $M$  est la masse du Soleil,  $a$  est la distance héliocentrique moyenne de la Terre, et où  $\epsilon$  est un très petit terme (de l'ordre de  $2 \times 10^{-12}$ ) provenant du potentiel des planètes au niveau de la Terre. La quantité  $P$  représente les termes périodiques qui peuvent être évalués en utilisant la formule analytique de Hirayama et al. ('Analytical Expression of TDB-TDT<sub>0</sub>', in *Proceedings of the IAG Symposia, UGGI XIXe Assemblée générale, Vancouver, 10-22 août, 1987*). Pour des observateurs sur la surface de la Terre, les termes dépendant de leurs coordonnées terrestres sont diurnes, avec une amplitude maximale de 2,1  $\mu$ s.

3. Les origines des temps-coordonnées ont été arbitrairement fixées de sorte que ces temps coïncident tous avec le Temps terrestre (TT) de la Recommandation IV, au géocentre, pour 1977 janvier 1, 0<sup>h</sup> 0<sup>m</sup> 0<sup>s</sup> (Voir note 4 de la Recommandation IV).
4. Quand des réalisations de TCB et TCG sont nécessaires, il est suggéré que ces réalisations soient désignées par des expressions telles que TCB(xxx), où xxx indique la source de l'échelle de temps réalisée (par exemple TAI) et la théorie utilisée pour la transformation en TCB ou en TCG.

## RECOMMANDATION IV

### considérant

- a) que les échelles de temps utilisées pour dater les événements observés depuis la surface de la Terre ainsi que pour la métrologie terrestre doivent avoir comme unité d'échelle la seconde du SI, telle qu'elle est réalisée par des étalons terrestres de temps,
- b) la définition du Temps atomique international (TAI), approuvée par la 14e Conférence générale des poids et mesures (1971) et complétée par une déclaration de la 9e session du Comité consultatif pour la définition de la seconde (1980),

### recommande que

- 1) la référence temporelle pour les éphémérides apparentes géocentriques soit le Temps terrestre (TT),
- 2) TT soit une échelle de temps différant du TCG de la Recommandation III par une marche constante, l'unité d'échelle de TT étant choisie de sorte qu'elle s'accorde avec la seconde du SI sur le géoïde,
- 3) à l'instant 1977 janvier 1, 0<sup>h</sup> 0<sup>m</sup> 0<sup>s</sup> TAI exactement, la lecture de TT soit 1977 janvier 1, 0<sup>h</sup> 0<sup>m</sup> 32,184<sup>s</sup> exactement.

### *Notes sur la Recommandation IV*

1. La base de la mesure du temps sur la Terre est le Temps atomique international (TAI) qui est mis à la disposition de ses utilisateurs par la publication de corrections à ajouter aux lectures des échelles de temps et horloges nationales. L'échelle de temps TAI a été définie par la 59e session du Comité international des poids et mesures (1970) et approuvée par la 14e Conférence générale des poids et mesures (1971) comme une échelle de temps réalisée. Comme les erreurs dans la réalisation du TAI ne sont pas toujours négligeables, on a jugé nécessaire de définir une forme idéale du TAI, mis à part le décalage de 32,184s, qui est maintenant désignée par Temps terrestre, TT.
2. L'échelle de temps TAI est établie et disséminée suivant le principe de la synchronisation coordonnée, dans le système de coordonnées géocentrique, comme cela est expliqué dans les documents CCDS, 9e session (1980) et Rapports du CCIR, 1990, annexe au Volume VII (1990).
3. Afin de définir TT, il est nécessaire de définir précisément le système de coordonnées auquel il appartient en donnant sa métrique relativiste. Compte tenu des incertitudes en fréquence des meilleurs étalons, il suffit à présent (1991) d'employer la métrique donnée dans la Recommandation I.
4. Pour assurer une continuité approximative avec l'argument temporel précédemment utilisé pour les éphémérides, le Temps des éphémérides TE, un décalage de temps est introduit de sorte que  $TT - TAI = 32,184^s$  exactement pour 1977 janvier 1, 0<sup>h</sup> TAI. Cette date correspond à la mise en pratique d'un pilotage de la fréquence du TAI, introduit pour que l'unité d'échelle du TAI reste en accord étroit avec les meilleures réalisations de la seconde du SI sur le géoïde. On peut considérer que TT est équivalent au TDT défini par la Recommandation 5 (1976) des commissions de l'UAI 4, 8 et 31 et par la Recommandation 5 (1979) des commissions de l'UAI 4, 19 et 31.

5. La divergence entre TAI et TT est une conséquence des défauts physiques des étalons atomiques de temps. Dans l'intervalle 1977-1990, outre le décalage constant de  $32,184^S$ , l'écart entre TAI et TT est probablement resté entre les limites approximatives de  $\pm 10\mu s$ . On espère que cet écart s'accroîtra plus lentement à l'avenir, par suite de l'amélioration des étalons de temps. Dans bien des cas, en particulier pour la publication d'éphémérides, cet écart est négligeable. Dans ces cas, on peut déclarer que l'argument des éphémérides est  $TAI + 32,184^S$ .
6. Le Temps terrestre TT diffère du TCG de la Recommandation III par un facteur d'échelle; on a, en secondes:

$$TCG - TT = L_G \times (JD - 2443144,5) \times 86400.$$

La valeur actuellement estimée de  $L_G$  est  $6,969291 \times 10^{-10} (\pm 3 \times 10^{-16})$ . Cette valeur numérique est déduite de la dernière estimation du potentiel gravitationnel sur le géoïde,  $W = 62636860 (\pm 30)m^2/s^2$  (Chovitz, Bulletin Géodésique, 62, 359, 1988). Les deux échelles de temps sont distinguées par des noms différents afin d'éviter les erreurs de facteur d'échelle. La relation entre les quantités  $L_B$  et  $L_C$  de la Recommandation III, notes 1 et 2, et  $L_G$  est  $L_B = L_C + L_G$ .

7. L'unité d'échelle de TT est la seconde du SI sur le géoïde. Les multiples usuels, tels que le jour de TT de 86400 secondes du SI sur le géoïde et le siècle julien de TT de 36525 jours de TT, peuvent être employés, pourvu que la référence au TT soit clairement indiquée chaque fois qu'il peut y avoir ambiguïté. Les intervalles d'échelle correspondants de TAI et de TT ont des durées qui s'accordent dans la limite des incertitudes des étalons atomiques primaires (par exemple à moins de  $\pm 2 \times 10^{-14}$  en valeur relative, en 1990).
8. Les repères de l'échelle TT peuvent suivre n'importe quel système de datation basé sur la seconde, par exemple la date du calendrier habituelle ou la Date julienne, pourvu que la référence au TT soit clairement indiquée chaque fois qu'il peut y avoir ambiguïté.
9. Il est suggéré que les réalisations de TT soient désignées par TT(xxx) où xxx est un identificateur. Dans la plupart des cas une approximation convenable est:

$$TT(TAI) = TAI + 32,184^S.$$

Cependant, dans certaines applications, il peut être avantageux d'utiliser d'autres réalisations. Le BIPM, par exemple, a produit des échelles de temps telles que TT(BIPM90).

## RECOMMANDATION V

### considérant

que des travaux importants ont déjà été réalisés en employant le Temps dynamique barycentrique (TDB), défini par la Recommandation 5 (1976) des commissions de l'UAI 4, 8 et 31 et la Recommandation 5 (1979) des commissions de l'UAI 4, 19 et 31,

### reconnait

que lorsqu'une discontinuité avec les travaux antérieurs est jugée indésirable, TDB peut être utilisé.

*Note sur la Recommandation V*

*Certaines grandeurs et constantes astronomiques ont des valeurs numériques qui dépendent de l'usage de TDB ou de TCB. Quand on donne ces valeurs, l'échelle de temps employée doit être spécifiée.*

RECOMMANDATION VI

considérant

qu'il est souhaitable de réaliser un système de référence céleste barycentrique conventionnel basé sur les positions observées d'objets extragalactiques et

notant

l'existence de repères de référence expérimentaux, construits par divers établissements et dont la combinaison établie par le Service international de la rotation terrestre (IERS) constitue un repère utilisé pour décrire la rotation de la Terre,

recommande

1. qu'on effectue de façon extensive des comparaisons entre ces repères afin d'établir leurs différences systématiques et leur exactitude,
2. qu'un groupe de travail de l'UAI, comprenant des membres des Commissions 4, 8, 19, 24, 31, 40 et de l'IERS ainsi que d'autres experts, en consultation avec tous les instituts produisant des catalogues de radio-sources extragalactiques, établisse une liste de sources primaires définissant le nouveau repère conventionnel de référence ainsi qu'une liste de sources secondaires qui pourraient ultérieurement être ajoutées, ou remplacer certaines sources primaires.

et demande

1. que cette liste soit présentée à la XXIIe Assemblée générale de l'UAI en 1994 à titre de contribution à la définition du nouveau système conventionnel de référence,
2. que les objets de cette liste soient systématiquement observés en radio-interférométrie à longue base et par d'autres programmes astrométriques appropriés.

*Note pour la Recommandation VI*

*Cette recommandation décrit essentiellement la première partie du travail qui doit être effectué pour préparer la réalisation du système de référence défini par les recommandations I et II. Le choix des objets de référence doit être fait en tenant compte en premier lieu de leur observabilité par la radio-interférométrie à longue base, mais on prendra soin d'inclure une proportion importante de radio-sources extragalactiques ayant des contreparties optiques bien identifiées.*

## RECOMMANDATION VII

### considérant

- a) que le nouveau repère barycentrique céleste conventionnel de référence devrait se rapprocher autant que possible des équateur et équinoxe FK5 existants ainsi que de l'équinoxe dynamique, rapportés à l'époque J2000.0,
- b) qu'il devrait être accessible aux instruments astrométriques aussi bien en lumière visible qu'en ondes radio,

### recommande

1. que le plan principal du nouveau système céleste conventionnel de référence soit aussi proche que possible de l'équateur moyen de J2000.0 et que l'origine sur ce plan principal soit aussi proche que possible de l'équinoxe dynamique de J2000.0,
2. que les positions des objets extragalactiques sélectionnés en conformité avec la recommandation VI et représentant le repère de référence, soient initialement calculées pour l'équateur et l'équinoxe de J2000.0 en utilisant les meilleures corrections disponibles à la position du pôle céleste de J2000.0 donnée par les expressions adoptées par l'UAI pour la précession et la nutation,
3. qu'un grand effort soit fait pour comparer les repères de référence de tous types, en particulier le FK5, les repères dynamiques dans le système solaire et les repères extragalactiques,
4. que l'on entreprenne ou continue tous programmes d'observation destinés à rapporter les positions des planètes à des objets émettant en ondes radio ou en lumière visible et à déterminer les relations qui existent entre les catalogues de positions de sources extragalactiques et les meilleurs catalogues de positions d'étoiles, notamment les catalogues FK5 et HIPPARCOS.

### *Notes pour la Recommandation VII*

1. Cette recommandation spécifie les axes de coordonnées qui seront adoptés pour le repère de référence définitif et décrit le travail qu'il faut effectuer avant que l'on puisse construire un tel repère. Bien que les considérants se réfèrent, pour le catalogue primaire, aux longueurs d'onde visuelles et radio, d'autres longueurs d'onde observables ne sont pas exclues. Les positions des objets observés dans d'autres longueurs d'onde devront également être rapportées au même système.
2. L'objectif établi par cette recommandation est qu'il ne doit pas y avoir de discontinuité dans les positions des étoiles lorsque le repère FK5 actuel sera remplacé par le repère de référence extragalactique. Ceci signifie que les positions des objets extragalactiques devront être données dans le système FK5 pour J2000.0. On reconnaît que, pour ce faire, les meilleures valeurs de la précession et de la nutation doivent être utilisées afin d'éviter que des mouvements propres fictifs soient introduits dans la position des objets extragalactiques. La transformation finale pour se référer à l'équinoxe et au plan principal adoptés sera faite en appliquant une rotation à l'instant J2000.0.

3. L'équinoxe dynamique, dans cette recommandation, est défini comme l'intersection de l'équateur moyen et de l'écliptique. Ce dernier est considéré comme le plan de l'orbite du barycentre Terre/Lune, en rotation uniforme moyennée sur l'intervalle de validité des éphémérides. Comme le choix de l'équinoxe dépend ainsi des éphémérides, on prendra les éphémérides du système solaire, généralement disponibles, qui seront les plus exactes en temps voulu.
4. La définition du système de référence donnée par les Recommandations I et II implique la stabilité dans le temps du système de coordonnées réalisé par le repère de référence céleste. Les directions des axes de coordonnées ne doivent pas être changées, même si à quelque date ultérieure les réalisations de l'équinoxe dynamique ou du Pôle céleste des éphémérides sont améliorées. De la même manière, des modifications de l'ensemble des objets extragalactiques qui réalisent le système de référence doivent être faites de telle sorte que les directions des axes ne soient pas changées. Cela signifie qu'une fois que les axes de coordonnées ont été spécifiés, comme cela est indiqué par la première partie de la recommandation, la connexion entre la définition du système conventionnel de référence et les particularités des mouvements de la Terre doit être abandonnée.
5. Tant que la relation entre le repère optique et le repère extragalactique radio n'est pas établie avec une exactitude suffisante, le catalogue FK5 sera considéré comme une réalisation provisoire du système de référence céleste, pour les longueurs d'onde optique.

#### RECOMMANDATION VIII

##### reconnaissant

- a) l'importance pour l'astronomie de l'adoption de valeurs conventionnelles de constantes astronomiques et physiques,
- b) que les valeurs de ces constantes doivent demeurer inchangées à moins qu'elles ne diffèrent significativement de leur plus récente estimation,
- c) que l'estimation de ces constantes doit être fréquemment améliorée afin de représenter l'état actuel des connaissances,
- d) la nécessité de fournir des procédés de calcul normalisés pour utiliser ces valeurs numériques et

##### notant

- a) que les "MERIT Standards" et les "IERS Standards" ont apporté une contribution significative au progrès de l'astronomie et de la géodésie,
- b) que les valeurs numériques de ces normes (standards) ont servi de système de constantes pour analyser des observations de grande qualité et

considérant

que les procédés de calcul fournis par ces normes ne couvrent pas la totalité de l'astronomie fondamentale,

recommande

qu'un groupe de travail permanent soit organisé par les commissions 4, 5, 8, 19, 24 et 31, en consultation avec l'AGI et l'IERS, afin de mettre à jour et d'améliorer le système des unités et constantes astronomiques, la liste des estimations de grandeurs astronomiques fondamentales et des procédés de calcul normalisés; ce groupe devra

1. préparer un rapport provisoire sur le système des unités et constantes astronomiques au plus tard six mois avant la XXIIe Assemblée générale (1994),
2. préparer une liste provisoire des meilleures estimations de grandeurs astronomiques au plus tard six mois avant chaque Assemblée générale suivante,
3. préparer, au plus tard six mois avant chaque Assemblée générale suivante, un rapport provisoire sur les procédés de calcul normalisés dont on a besoin en astronomie fondamentale, lequel
  - a) devrait avoir un maximum de compatibilité avec les "IERS Standards",
  - b) devrait inclure des mises en pratique des procédés de calcul sous forme de programmes informatiques ou d'exemples éprouvés,
  - c) devrait être disponible, non seulement sous forme écrite, mais aussi sous forme informatisée,
4. préparer un rapport provisoire sur un possible accès électronique à ces unités, constantes, grandeurs et procédés de calcul, au plus tard six mois avant la XXIIe Assemblée générale (1994).

RECOMMANDATION IX

reconnaissant

qu'il n'existe pas, pour le moment, de théorie de la nutation d'une Terre non rigide incluant tous les effets au niveau de  $10^{-4}$  seconde de degré qui fasse l'objet d'un consensus général,

recommande

1. que, pour des besoins ne nécessitant pas une exactitude sur les angles de nutation ( $\epsilon$  or  $\psi \sin \epsilon_0$ ) meilleure que  $\pm 0.002''$  (à  $1 \sigma$ ), on peut continuer à utiliser la théorie de la nutation UAI 1980 (P.K. Seidelmann, *Celestial Mechanics*, 27, 79, 1982),
2. que, lorsqu'on a besoin d'une exactitude meilleure que  $\pm 0.002''$  (à  $1 \sigma$ ), il faut utiliser les bulletins de l'IERS qui donnent les observations et les prédictions des écarts de position du pôle céleste avec une exactitude de l'ordre de  $\pm 0.0006''$  (à  $1 \sigma$ ) pour une période allant jusqu'à 6 mois à l'avance,
3. que l'on encourage l'UGGI à établir et à adopter un modèle de Terre adéquat pour servir de base à une nouvelle théorie de la nutation de l'UAI.

CCIR            *Comité Consultatif International des Radiocommunications*

IAG/AIG        *Association Internationale de Géodésie*

IUGG           *Union Internationale de Géodésie & Géophysique*

IERS            *Service International de la Rotation de l'Heure*

Resolution No. A 5

*Encouraging International Development of Antarctic Astronomy*

*Encouragement pour le développement international de l'Astronomie en Antarctique*

The XXist General Assembly of the International Astronomical Union,

recognising

1. the potential for making some important classes of astronomical observations from Antarctica that are not possible from elsewhere on the Earth's surface,
2. the fact that the extremely dry, cold and tenuous atmosphere, above the Antarctic Plateau provides the best observing conditions on Earth in the infrared, sub-mm and mm wavelength range, and
3. the unique opportunities Antarctica offers for establishing truly international bases for scientific cooperation,

and noting that

1. technological advances are greatly widening the scope for exploiting the astronomical merits of Antarctica,
2. a Working Group of the ICSU Scientific Committee on Antarctic Research has formally recommended (\*) serious international consideration be given to participation in designing, building and operating a new station in the highest part of the inland plateau,

3. there is widespread concern to ensure any development in Antarctica is compatible with preservation of the natural environment,
4. some astronomical instruments in Antarctica will be well suited to studies of global environmental problems,
5. astronomical activities and planning for new instrumentation in Antarctica have greatly increased over the last few years, and
6. international links should be increased to enhance scientific returns.

urges

National Committees for Astronomy and National Antarctic agencies to establish an international astronomical base on the high plateau

and resolves

to create a Working Group to encourage international cooperation in site testing and in designing and constructing new Antarctica astronomical facilities.

*(\*) Recommendation 6 of the Atmospheric Sciences Working Group (now divided into two groups: Solar, Terrestrial and Astrophysical Research & and Physics and Chemistry of the Atmosphere) at the biennial meeting in 1990 of the Scientific Committee for Antarctic Research.*

La XXII<sup>e</sup> Assemblée générale de l'Union Astronomique Internationale,

reconnaisant

1. la possibilité de faire depuis l'Antarctique plusieurs types d'observations astronomiques importantes qui ne peuvent être effectuées d'aucun autre endroit sur la surface terrestre ;
2. le fait que l'atmosphère extrêmement sèche, froide et peu dense au-dessus du plateau antarctique fournit les meilleures conditions d'observation sur terre pour les domaines de longueurs d'onde infrarouge, submillimétrique et millimétrique ;
3. l'occasion unique qu'offre l'Antarctique d'établir des bases réellement internationales pour la coopération scientifique ;

et notant

1. que les progrès technologiques augmentent considérablement les possibilités d'exploiter les qualités astronomiques de l'Antarctique ;
2. qu'un Groupe de travail du Comité Scientifique pour la Recherche en Antarctique (SCAR, de l'ICSU) a formellement recommandé (\*) que soit sérieusement envisagée une participation internationale à la conception, la construction et l'exploitation d'une nouvelle station sur la partie la plus élevée du plateau central ;

3. qu'il y a une volonté très large de s'assurer que tout développement en Antarctique est compatible avec la protection de l'environnement naturel ;
4. que certains instruments astronomiques en Antarctique seront bien adaptés à l'étude de problèmes d'environnement global ;
5. que les activités astronomiques et les projets de nouvelle instrumentation en Antarctique ont considérablement augmenté au cours des dernières années et
6. que les coopérations internationales pour ces projets doivent être développées pour améliorer les résultats scientifiques ;

demande expressément

que les instances nationales d'astronomie, ainsi que les Agences nationales pour l'Antarctique établissent une base internationale pour l'astronomie sur le haut plateau ;

et décide

de mettre en place un Groupe de travail afin d'encourager la coopération internationale pour le test des sites, la définition et la construction de nouvelles installations et équipements pour l'astronomie en Antarctique.

(\* ) 6e Recommandation du Groupe de travail en sciences atmosphériques (maintenant divisé en deux sous-groupes: Recherche astrophysique, Terre, Soleil et Physique et chimie de l'atmosphère) lors de la réunion biennale de 1990 du Comité Scientifique pour la Recherche en Antarctique (SCAR).

## Resolution No. A 6

### *Working Group on the Prevention of Interplanetary Pollution*

### *Groupe de Travail sur la prévention de la pollution interplanétaire*

The XXIst General Assembly of the International Astronomical Union,

recognising

that the pollution of the space environment in the close vicinity of the Earth is now of serious concern, and that pollution of the remainder of the solar system is only a matter of time,

recommends

that steps be taken immediately to ensure that interplanetary space throughout the solar system is protected as far as possible from all forms of pollution,

urges

the International Astronomical Union to establish an inter-Commission Working Group on the Prevention of Interplanetary Pollution and that the Working Group should consult widely with COSPAR, other relevant Unions, Space Agencies and the United Nations Committee for the Peaceful Uses of Outer Space.

La XXI<sup>e</sup> Assemblée générale de l'Union Astronomique Internationale,

reconnaissant

que la pollution de l'espace dans un environnement proche de la Terre pose maintenant un sérieux problème et que la pollution du reste du système solaire n'est qu'une question de temps,

recommande

que des mesures soient prises immédiatement pour protéger de toutes formes de pollution l'ensemble de l'espace interplanétaire du système solaire aussi loin que possible.

et demande instamment

à l'Union Astronomique Internationale d'établir un groupe de travail inter-commission sur la prévention de la pollution interplanétaire et que ce dernier consulte largement le Comité de la Recherche Spatiale (COSPAR), les autres unions concernées, les agences spatiales et le Comité des Nations Unies pour assurer une utilisation pacifique de l'espace.

Resolution No. A 7

*Joint IUGG/IAU Working Group*

*Groupe de Travail conjoint IUGG/IAU*

The XXI<sup>st</sup> General Assembly of the International Astronomical Union,

recognizing

the importance of rapid determinations of Earth rotation recommended by the International Workshop "Interdisciplinary role of space geodesy" held in Erice (Italy) in 1988, and

considering

the proposal made to the International Association of Geodesy by its Special Study Group 5.98 on "Atmospheric excitation of the Earth's rotation" to set up a Working Group on "High time resolution measurements of Earth rotation",

requests

the Executive Committee of the International Astronomical Union to approach the International Association of Geodesy in order to consider the possibility of organizing a joint IUGG/IAU Working Group for such activity.

La XXI<sup>e</sup> Assemblée générale de l'Union Astronomique Internationale,

reconnaissant

l'importance des déterminations à haute résolution temporelle de la rotation de la Terre recommandées par le groupe de travail international "Rôle interdisciplinaire de la géodésie spatiale" tenu à Erice (Italie) en 1988, et

considérant

la proposition faite à l'Association Internationale de Géodésie par son groupe d'étude spécialisé 5.98 sur "l'excitation par l'atmosphère d'irrégularités de la rotation de la Terre" de constituer un groupe de travail sur les "Mesures à haute résolution temporelle de la rotation de la Terre",

demande

au Comité Exécutif de l'Union Astronomique Internationale de prendre contact avec l'Association Internationale de Géodésie et de Géophysique pour envisager la possibilité d'organiser un groupe de travail conjoint IUGG/UAI pour une telle étude.

IUGG                      Union internationale de géodésie & de géophysique

Resolution No. A 8  
*Catalogue Compilation*  
*Compilation des Catalogues*

The XXI<sup>st</sup> General Assembly of the International Astronomical Union,

recognizing

the great value to astronomical research of comprehensive catalogues of critically evaluated data on celestial objects of particular types,

urges

that appropriate support be provided by institutions and funding agencies to those experts who are willing to devote time to the long-term task of compiling such catalogues.

La XXI<sup>e</sup> Assemblée générale de l'Union Astronomique Internationale,

reconnaissant

l'importance majeure des grands catalogues complets de données critiquement sélectionnées concernant des objets célestes de différents types,

demande instamment

qu'une aide appropriée soit apportée par les institutions et agences de financement aux experts qui sont prêts à consacrer du temps à ce travail à long terme de compilation de tels catalogues.

Resolution No. A 9  
*Hazardous Near-Earth Objects*  
*Objets hasardeux proches de la Terre*

The XXist General Assembly of the International Astronomical Union,

considering

that various studies have shown that the Earth is subject to occasional impacts by minor bodies in the solar system, possibly with serious results, and

noting

that there is a well-founded evidence that only a very small fraction of NEO's (Natural Near-Earth Objects: minor planets, comets and fragments thereof) has actually been discovered and has well-determined orbits,

affirms

the importance of expanding and sustaining scientific programmes for the discovery, continued surveillance and in-depth physical and theoretical study of potentially hazardous objects, and

resolves

to establish an ad-hoc Joint Working Group on NEO's, with participation of Commissions 4, 7, 9, 15, 16, 20, 21 and 22, to:

1. assess and quantify the potential threat, in close interaction with other specialists in these fields;
2. stimulate the pooling of all appropriate resources in support of relevant national and international programmes;
3. act as an international focal point and contribute to the scientific evaluation, and
4. report back to the XXIInd General Assembly of the IAU in 1994 for possible further action.

La XXie Assemblée générale de l'Union Astronomique Internationale,

reconnaissant

que diverses études ont montré que la Terre est soumise à des impacts occasionnels avec de petits corps du système solaire, impacts qui ont parfois des conséquences graves, et

notant

qu'il est clairement établi que seulement une très faible proportion des objets naturels proches de la Terre (planètes mineures, comètes et leurs fragments) ont de fait été découverts et ont des orbites déterminées avec précision,

confirme

l'importance qu'il y a d'accroître et de soutenir les programmes scientifiques de découverte, de surveillance continue, et d'étude de fond, physique et théorique, des objets potentiellement dangereux, et

décide

d'établir un groupe de travail ad hoc inter-commissions sur les objets naturels proches de la Terre avec la participation des Commissions 4, 7, 9, 15, 16, 20, 21 et 22, pour :

1. évaluer et quantifier le danger potentiel, en concertation avec les autres spécialistes de ce domaine ;
2. encourager la mise en commun de toutes les ressources nationales et internationales consacrées à ces programmes ;
3. servir de point centralisateur international et contribuer à l'évaluation scientifique des travaux, et
4. rendre compte à la XXIIe Assemblée générale de l'Union Astronomique Internationale en vue d'actions ultérieures possibles.

## Resolution No. B 1

### *Endorsement of Commission Resolutions*

### *Soutien des Résolutions des Commissions*

The XXIIth General Assembly of the International Astronomical Union;

having

full confidence in its Commissions,

endorses

the Resolutions submitted by them to the Resolutions Committee (pp. 71-77).

La XXIIe Assemblée générale de l'Union Astronomique Internationale,

accordant

son entière confiance à ses Commissions,

souscrit

aux résolutions qu'elles ont soumises au Comité des Résolutions (pp. 71-77).

Resolution No. C 1

*Directory of Astronomical Software*

*Commission 5 (Documentation and Astronomical Data)*

*La Commission 5 (Documentations et Données Astronomiques)*

Commission 5

considers

that the establishment of an electronically accessible directory of astronomical software that is available and suitable for general use would be of great value to the astronomical community.

further considering

the need for an appropriate institution to providing facilities for the compilation and maintenance of such a directory, and

requests

that astronomers provide appropriate details for inclusion in the directory.

Resolution No. C 2

*Editorial Instructions*

*Commission 5 (Documentation and Astronomical Data)*

*La Commission 5 (Documentations et Données Astronomiques)*

Commission 5

welcomes

the efforts being made by the editors of the major astronomical journals to standardise their instructions to authors and

urges

all editors to include the recommendations adopted by the XXth IAU General Assembly concerning the use of SI units, the designation of celestial objects, and the abbreviations for the titles of journals.

Resolution No. C 3  
*Astronomical Telegrams*  
*Commission 6 (Astronomical Telegrams)*  
*Télégrammes Astronomique*  
*La Commission 6 (Télégrammes Astronomique)*

Commission 6

noting

the indispensable character of the service rendered to the international astronomical community by the Central Bureau for Astronomical Telegrams by rapid communication of critical information,

calls attention

to the importance of the token subvention as a demonstration of the support of the IAU for this crucial activity,

strongly urges

the continuation of this subvention, and

further urges

the General Secretary to maintain an appropriate subvention in the IAU budget and negotiate a payment schedule with the Director of the Central Bureau for Astronomical Telegrams.

Resolution No. C 4  
*Publication of Solar Eclipse Information*  
*Commissions 10 (Solar Activity) and 12 (Solar Radiation and Structure)*  
*Les Commissions 10 (Activité Solaire) et 12 (Radiation et Structure de Solaire)*

Commissions 10 & 12

considering

that the United States Naval Observatory (USNO) has for more than forty years generously provided crucial information to assist scientists who observe solar eclipses for scientific purposes (in the form of the Central Solar Eclipse Circulars and other specialized calculations) and,

recognising

that the USNO plans to cease publication of the Eclipse Circulars due to programmatic changes and plans to continue to support scientific observations by publishing eclipse circumstances in the Astronomical Almanac, and by providing specialized eclipse calculations to scientific researchers,

commend

on behalf of past and present eclipse researchers, the management and staff of the USNO responsible for the preparation and publication of the calculations and,

request

that the USNO continue to provide advance calculations for a variety of sites in order to aid site selection and to publish this information in Circulars or by other means and,

further commend

all official national organizations that prepare eclipse calculations, and urge that they continue their efforts.

Resolution No. C 5

*Long-term Solar Observations*

*Commissions 10 (Solar Activity) and 12 (Solar Radiation and Structure)*

*Les Commissions 10 (Activité Solaire) et 12 (Radiation et Structure de Solaire)*

Commissions 10 & 12

considering

long-term observations are essential to understand the behaviour of such quasi-periodic phenomena that characterize solar and stellar activity and that link the Sun to our terrestrial environment;

recommend

1. strong support for continuing data-gathering programmes and observational facilities that are essential to long-term research;
2. the optimization of data-gathering enterprises in order to improve services to the research community.

Resolution No. C 6

*Comet Rendezvous Asteroid Flyby (CRAF) Mission*

*Commission 15 (Physical Study of Comets, Minor Planets and Meteorites)*

*La Commission 15 (Etude Physycique des Comètes des petites Planètes et des Météorites)*

Commission 15

considering

current plans for the Comet Rendezvous Asteroid Flyby (CRAF) mission, and

recognising

the need to study many alternative scenarios because of the lack of basic data for possible target comets (P/Kopff, P/Tempel 2, P/Tempel 1, P/Wild 2, P/d'Arrest, and P/Wirtanen), and

noting

that the CRAF Project Science Group is strongly encouraging observations of these comets with ground-based, airborne, rocket-borne, and Earth-orbit instruments; particularly to determine the size, and spin-period of the nucleus, the orientation of the spin-axis, and the development of outgassing and dust ejection as the comets approach the Sun; and

that such observations are particularly desirable at the next aphelion and perihelion passages through 1996; and

that such observations, must be made with good temporal coverage and, especially near aphelion, require instruments with the highest sensitivity.

strongly urges

all observing-time allocation committees to take account of these considerations in their decisions about relevant programmes submitted to them.

Resolution No. C 7

*Expansion of the Minor Planets Names Committee*

*Commission 20 (Positions and Motions of Minor Planets, Comets & Satellites)*

*La Commission 20 (Positions Mouvements des petites Planètes, des Comètes and des Météorites)*

Commission 20,

noting

the recent disagreement between it and the Working Group on Planetary System Nomenclature (WGPSN) concerning the proposed names for the recently discovered satellites of Neptune,

drawing attention to

its 1985 resolution to minimize the duplication between the names of minor planets and natural satellites, and

considering

the vast potential for drawing on a number of different cultures for the selection of names,

recommends

that its Minor Planet Names Committee, currently consisting of the President, the Vice-President and the Director of the Minor Planet Centre, be expanded to include more effective liaison with the WGPSN, and

charges

the expanded Committee to take a more active rôle in both choosing names and writing completed, concise citations.

WGPSN      Working Group for Planetary System Nomenclature

Resolution No. C 8

*Long-Term Observation of Fifteen Minor Planets*

*Commission 20 (Positions and Motions of Minor Planets, Comets & Satellites)*

*La Commissions 20 (Positions Mouvements des petites Planètes, des Comètes and des Météorites)*

Commission 20,

welcoming

the proposal of the Institute of Theoretical Astronomy (USSR) to prolong the observational programme for 15 selected minor planets (Nos. 1, 2, 3, 4, 6, 7, 11, 18, 35, 39, 40, 148, 382, 532 and 704) for the period 1991-2000, and

encouraging

all observatories which have astrographs of focal length 2 m to take part in this programme,

recommends

that the most precise reference catalogues, PPM (Positions and Proper Motions), Fokat (Fotograficheskiy Katalog, Pulkovo) and ACRS (Astrographic Catalogue Reference System), are used for the determination of the spherical coordinates of the planets.

#### Resolution No. C 9

##### *Ephemerides of Minor Planets*

*Commission 20 (Positions and Motions of Minor Planets, Comets & Satellites)*

*La Commission 20 (Positions Mouvements des petites Planètes, des Comètes and des Météorites)*

Commission 20

supports

the activities of the Institute of Theoretical Astronomy (USSR) on the elaboration of PC software packages for the provision of ephemerides of minor planets, and

suggests

that systems like "STAMP" may be used together with the printed annual volumes "Ephemerides of Minor Planets".

#### Resolution No. C 10

##### *Data Centre at the Bureau des Longitudes*

*Commission 20 (Positions and Motions of Minor Planets, Comets & Satellites)*

*La Commission 20 (Positions Mouvements des petites Planètes, des Comètes and des Météorites)*

Commission 20

having heard

the report of the Chairman of the Working Group on Satellites, in which is proposed the creation of a Data Centre at the Bureau des Longitudes (France),

supports

this proposal, and

recommends

that this centre develops into an International Data Centre, as defined in Internal Resolution of Commission 20, adopted on August 8, 1988, during the XXth IAU General Assembly.

Resolution No. C 11

*Variable Star Observations*

*Commissions 27 (Variable Stars) and 42 (Close Binary Stars)*

*Les Commissions 27 (Etoiles variables) et 42 (Etoiles Binaires Serrées)*

Commissions 27 & 42

considering

that the systematic coverage of the long-term behaviour of the population of variable stellar objects, such as the sixty years of measurements made at Sonneberg Observatory, makes a major contribution to Astronomy and Astrophysics,

recommend

that all efforts be undertaken to continue these important measurements and to ensure the appropriate maintenance and availability of the data archives.

Resolution No. C 12

*Space Schmidt Telescope*

*Commission 28 (Galaxies)*

*La Commission 28 (Galaxies)*

Commission 28

recognizing

the important scientific opportunities inherent in the ASCHOT (80 cm Space Schmidt) project to be placed on board of the Soviet space station in 1996, and

noting

that several of the available focal positions have not yet been equipped with optimum detectors,

urges

astronomical institutions with detector capabilities to consider participation in this project and further to enhance its scientific return.

Resolution No. C 13  
*Archiving Spectroscopic Results*  
*Commission 29 (Stellar Spectra)*  
*La Commission 29 (Spectres Stellaires)*

Commission 29

considering

that a large amount of spectroscopic data has been collected on photographic plates,

that the widest use of electronic detectors has generated a rapid growth in the build-up of raw spectroscopic data files, and

that the information contained in such data could represent an important source for future studies,

recognizing

the importance of safeguarding such data, and the need to create an accessible archive of the observations,

recommends

that an IAU Working Group for spectroscopic Data Archives be set up in order to establish agreed means of archiving and distributing the spectroscopic data.

Resolution No. C 14  
*Astronomical Archives*  
*Commissions 41 (History of Astronomy) and 5 (Documentation and Astronomical Data)*  
*Les Commissions 41 (Histoire de l'Astronomie) et 5 (Documentation et Données Astronomiques)*

Commissions 41 and 5

recommend

that the Union supports the initiatives taken by them

1. to establish a register of the whereabouts of all extant astronomical archives of historical interest;
2. to impress on observatories and other institutions their responsibility for the preservation, conservation, and where possible, cataloguing of such archives;
3. to search for an institution that will allocate space and funds for maintaining such a register and publishing it.

Resolution No. C 15

*The use of Vacuum Wavelengths in Astronomy*

*Commission 44 (Astronomy from Space)*

*La Commission 44 (L'Astronomie à partir de l'Espace)*

Commission 44

recognizing

that with the increasing availability of spectroscopic observations in the middle and far ultraviolet provided by spectrometers in orbit, it has become desirable to provide a uniform wavelength scale by removing the traditional discontinuity in the expression of wavelengths from vacuum to air across 2000 Å, and

whereas

- (1) there is a trend in both space and ground-based astronomy to replace air wavelengths with vacuum values,
- (2) the IAU has already agreed upon and published a simple conversion formula between the two systems,
- (3) neglect by authors to indicate which standard they are using in this time of flux is a source of confusion,

recommends

that the IAU favors a uniform expression of vacuum wavelengths across the entire spectrum in astronomy,

urges

since we are in a transition period, that all publications clearly indicate which convention is being used, and

further urges

that the IAU conversion algorithm (current reference: Oosterhoff, P.T. 1957 Trans IAU Vol. IX pp. 69, 202) be used and referenced in articles expressing wavelengths in air.

Resolution No. C 16

*Concerning Extraterrestrial Intelligence*

*Commission 51 (Bioastronomy: Search for Exterrestrial Life)*

*La Commission 51 (Bioastronomie: Recherche de la vie extraterrestre)*

Commission 51

considering

that searches for evidence of technologically developed life elsewhere in the universe have been conducted for more than 30 years by means of astronomical instruments, and

that much more extensive searches, using large radio telescopes around the world, are about to commence,

recommends

that the astronomical community follows the guidelines for verifying the nature of a candidate extraterrestrial intelligent signal and announcing its detection, as presented in the document from the International Academy of Astronautics and the International Institute of Space Law entitled "Declaration of Principles Concerning Activities Following the Detection of Extraterrestrial Intelligence".