COORDONNÉES VRAIES, APPARENTES, MOYENNES: PRÉCESSION, NUTATION, ABERRATION, PARALLAXE

La Terre n'est pas un corps sphérique homogène; son axe de rotation est en mouvement, d'une part parce qu'il ne coïncide pas avec un axe principal d'inertie, d'autre part en raison de l'attraction différentielle que le Soleil et la Lune exercent sur les éléments de la Terre. Le mouvement de la Terre autour du Soleil est perturbé par l'attraction des autres objets du système solaire. Par suite l'équateur et l'écliptique se déplacent (le mouvement de l'écliptique étant d'ailleurs très faible) : il est nécessaire de rapporter à un système fixe les systèmes de coordonnées précédemment définis.

On distingue deux sortes de mouvements, représentés par des termes de nature différente.

- 1. Les termes à courte période, qui ont une amplitude limitée et qui constituent la nutation.
- 2. Les autres termes, exprimés par un développement en puissances entières du temps et donnant donc lieu à un effet cumulatif au cours de l'intervalle de validité du développement (qui est de plusieurs centaines de milliers d'années); ils constituent la *précession*.

Les divers éléments (coordonnées, plans fondamentaux, etc.) affectés de la précession et de la nutation sont dits *vrais*; débarrassés de la nutation, ils sont *moyens*. Il y a une réserve à faire à ces définitions : c'est l'écliptique moyen qui est conservé pour la définition des systèmes vrais de coordonnées.

Une autre cause de variation apparaît dans les directions observées : la propagation de la lumière n'est pas instantanée. De ce fait, la direction observée s'écarte de la direction vraie d'une quantité qui dépend de la vitesse de l'observateur à l'instant considéré, ce qui donne lieu au phénomène d'aberration. Les coordonnées de la direction affectées de l'aberration sont dites apparentes.

Pour exploiter l'observation des étoiles faite soit pour améliorer notre connaissance de leurs positions, soit pour déterminer le système local de référence, il faut passer de la position moyenne pour une certaine époque, position extraite des catalogues, à la position apparente à l'instant de l'observation : l'ensemble des corrections correspondantes (précession, nutation, aberration) constitue la réduction au jour.

Enfin les éléments périodiques du déplacement de l'observateur (translation et rotation terrestre) produisent, pour les astres les moins éloignés (objets du système solaire, étoiles proches), un effet de perspective variable, ou *effet de parallaxe*, dont il faut éventuellement tenir compte dans la réduction des observations.

Précession. — La précession se compose essentiellement d'un mouvement du pôle de l'équateur autour du pôle de l'écliptique (fig. 1-5), de période 26 000 ans environ, associé à une légère variation de l'obliquité ε de l'écliptique (angle du plan de l'écliptique sur l'équateur). Le point vernal décrit ainsi l'équateur, dans le sens rétrograde, à raison d'environ 50" par an.

Deux éléments sont nécessaires pour calculer l'effet de la précession sur les coordonnées équatoriales.

- 1. La précession annuelle en ascension droite m, qui mesure le déplacement annuel du point γ moyen sur l'équateur moyen mobile, déplacement compté depuis l'intersection de cet équateur avec l'équateur vrai.
- 2. La précession annuelle en déclinaison n, variation annuelle de l'inclinaison de l'équateur moyen mobile sur l'équateur origine.

On a sensiblement, pour une époque donnée :

$$m = 46,124'' + 0,028'' t;$$
 $n = 20,043'' - 0,009'' t;$

où t est mesuré en siècles juliens à partir de J2000.0 jusqu'à l'époque considérée. L'origine J2000.0 est définie au chapitre 2.

l'unité de temps est le jour (\mathcal{D}) , égal à 86 400 secondes internationales. Le siècle julien est défini comme étant égal à 36 525 jours. L'unité de masse est la masse du Soleil (S). L'unité de distance (\mathcal{A}) est le demi-grand axe de l'orbite autour du Soleil d'une planète de masse négligeable, non perturbée, dont la valeur du moyen mouvement est égale à celle attribuée par définition à la constante de Gauss, k, les unités de temps et de masse étant celles que l'on vient de définir.

Le système de constantes conventionnellement utilisé dans le calcul des éphémérides a été modifié lors de la XVI^e Assemblée générale de l'Union Astronomique Internationale à Grenoble en 1976 [2-1] et de l'Assemblée suivante à Montréal en 1979 [2-2]. On trouvera ci-après les valeurs de ces constantes ainsi que la définition de quantités fondamentales. On les trouve également dans la Connaissance des Temps [1-4].

A la suite sont publiées quelques données concernant les corps du système solaire pour lesquels nous possédons des informations, puis une correspondance entre différentes unités utilisées dans ce volume et les unités SI.

Le système UAI des constantes astronomiques

Certaines constantes sont, en fait, des fonctions du temps. Il est donc nécessaire de choisir une origine des temps ou époque standard. Les valeurs données ci-dessous pour ces constantes sont donc celles qu'elles prennent pour l'époque standard.

L'origine des temps, ou époque standard est le premier janvier 2000 à 12 heures. Elle correspond au début du jour julien 2451 545,0 et est désignée par J2000.0.

LES CONSTANTES ASTRONOMIQUES

La constante de définition

1. $k = 0.01720209895 = 0.9856076686^{\circ}$, constante de Gauss.

Les constantes primaires

- 2. c = 299792458 m/s, vitesse de la lumière:
- 3. $\tau_{\mathcal{A}} = 499,004782$ s, temps de lumière pour l'unité de distance;
- 4. R = 6378140 m, rayon équatorial de la Terre;
- 5. $J_2 = 0,001\,082\,63$, facteur d'ellipticité géopotentiel de la Terre;
- 6. $GM = 3,986\,005 \times 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$, constante géocentrique de la gravitation;
- 7. $G = 6,672 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$, constante de la gravitation;
- 8. $\mu = 0.01230002$, rapport de la masse de la Lune M_{π} à la masse de la Terre M;
- 9. p = 5029,0966'', précession générale en longitude par siècle julien, pour J2000.0;
- 10. $\varepsilon_0 = 23^{\circ}26'21,448''$, obliquité de l'écliptique pour J2000.0.

Les constantes dérivées

- 11. $N_0 = 9,2025''$, constante de la nutation pour J2000.0;
- 12. $\mathcal{A} = 1,495\,978\,70 \times 10^{11}$ m, unité de distance (unité astronomique);
- 13. $\arcsin(R/\mathcal{A}) = \pi_0 = 8,794148''$, parallaxe solaire;
- 14. $\kappa = 20,49552''$, constante de l'aberration pour J2000.0;
- 15. f=0,00335281=1/298,257, aplatissement de la Terre;
- 16. $\mathcal{A}^3 k^2/\mathcal{D}^2 = GS = 1,327\,124\,38 \times 10^{20} \text{ m}^3/\text{s}^2$, constante héliocentrique de la gravitation;
 - 17. $GS/GM = S/M = 332\,946,0$, rapport de la masse du Soleil à la masse de la Terre;
- . 18. $(S/M)/(1+\mu) = 328\,900,5$, rapport de la masse du Soleil à la somme des masses de la Terre et de la Lune;
 - 19. $GS/G = S = 1,989 \times 10^{30}$ kg, masse du Soleil.

Le système des masses

20. Rapports de la masse du Soleil aux masses des planètes :

Mercure	6 023 600	Saturne	3 498,5
Vénus	408 523.5	Uranus	22 869
Terre + Lune	328 900,5	Neptune	19 314
Mars	3 098 710	Pluton 1	130 000 000
Jupiter	1 047,355		

LES DONNÉES A UTILISER POUR LE CALCUL DES ÉPHÉMÉRIDES

Les valeurs suivantes sont recommandées par l'UAI.

Rayons équatoriaux des planètes, de la Lune et du Soleil, en kilomètres

Mercure	2 4 3 9	Uranus	25 400
Vénus	6 0 5 2	Neptune	24 300
Terre	6378,140	Pluton ²	1 500
Mars	3 397,2		
Jupiter	71 398	Lune	1 738
Saturne	60 000	Soleil	696 000

Masses des petites planètes, en masse solaire

Cérès 5.9×10^{-10} Pallas 1.1×10^{-10} Vesta 1.2×10^{-10}

Masses des satellites, en masse de la planète correspondante

Planète	Satellites	Masse
Terre	Lune	$1,23 \times 10^{-2}$
Jupiter	Io	$4,70 \times 10^{-5}$
	Europe	$2,56 \times 10^{-5}$
	Ganymède	$7,84 \times 10^{-5}$
	Callisto	$5,6 \times 10^{-5}$
Saturne	Titan	$2,41 \times 10^{-4}$
Neptune	Triton	2×10^{-3}

Champs de gravitation des planètes. — Les données obtenues grâce aux satellites artificiels ont permis d'évaluer le potentiel de la Terre, de la Lune et de certaines planètes avec une meilleure précision. Il faut, pour cela, utiliser des développements en série de fonctions de surface. Les constantes ci-dessous sont les coefficients de ces développements. Pour les notations relatives à ces fonctions, voir l'Encyclopédie scientifique de l'Univers : la Terre, les eaux, l'atmosphère, Paris, Gauthier-Villars, 1984, p. 13.

Terre	$J_2 + 0,00108263$	J_3 - 0,000 002 54	-0,00000161
Mars Jupiter	$+0,001964 \\ +0,01475$	+0,000 036	-0,000 58
Saturne Uranus	$+0,01645 \\ +0,012$		-0,0010
Neptune	+0,004 C ₂₂	S_{22}	S_{31}
Mars	-0,000055	+0,000031	+0,000 026

^{1.} La valeur donnée pour Pluton est différente de celle du système UAI 1976 qui était 3 000 000.

^{2.} La valeur donnée pour Pluton est différente de celle du système UAI 1976 qui était 2 500.

Champ de gravitation de la Lune

$$\gamma = (B - A)/C = 0,0002278,$$

$$\beta = (C - A)/B = 0,0006313,$$

 $C/M_{\sigma}R_{\sigma}^{2}=0,392,$

où C, désigne le moment d'inertie polaire; A, le moment d'inertie autour de l'axe dirigé vers la Terre; B, le moment d'inertie autour du troisième axe; $M_{\mathfrak{q}}$, la masse de la Lune; $R_{\mathfrak{q}}$, le rayon équatorial de la Lune.

 $I=5\,552,7''=1^{\circ}32'32,7''$, inclinaison moyenne de l'équateur lunaire sur l'écliptique. Coefficients du développement du potentiel.

ts du développement du potentiel.
$$C_{20} = -0,000\,202\,7 \qquad C_{30} = -0,000\,006 \qquad C_{32} = +0,000\,004\,8 \\ C_{22} = +0,000\,022\,3 \qquad C_{31} = +0,000\,029 \qquad S_{32} = +0,000\,001\,7 \\ S_{31} = +0,000\,004 \qquad C_{33} = +0,000\,001\,8 \\ S_{33} = -0,000\,001$$

Les données concernant les corps du système solaire

LES ÉLÉMENTS DES ORBITES

Les éléments elliptiques du mouvement d'un corps autour du Soleil sont définis au chapitre 3. Dans les deux premiers tableaux figurent les paramètres des orbites des planètes et des satellites.

Les éléments orbitaux des planètes. — Dans le tableau I, on donne pour les neuf planètes les éléments elliptiques de leur mouvement autour du Soleil.

Les éléments orbitaux des satellites naturels. — Le tableau II donne pour les satellites des planètes, outre leurs éléments orbitaux, le nom de l'auteur et les dates de leur découverte. Le demi-grand axe est en fait, pour un certain nombre de satellites qui ont une orbite quasi circulaire, la distance à la planète. Dans ce tableau figurent les satellites de Saturne découverts en 1980 par les sondes Voyager 1 et 2.

TABLEAU I

Demi-grand axe de l'orbite, a; excentricité, e; inclinaison de l'orbite sur l'écliptique, i; durée de la révolution sidérale, P; durée de la rotation sidérale, T; inclinaison de l'orbite sur l'équateur de la planète, I.

Nom	a (UA)	e	i (degré)	P (jour)	T	I (degré)
Mercure	0,387	0,206	7,00	87,969	58,646 2 (1)	0
Vénus	0,723	0,007	3,39	224,701	243 (1) (2)	2.10
Terre	1,000	0,017		365,256	23,9344 (3)	23.44
Mars	1,524	0,093	1,85	686,980	24,623 1	24.0
Jupiter	5,203	0,048	1,31	4 332.59	9,83-9,93	3.07
Saturne	9,555	0,056	2,49	10759,2	10.23	26,73
Uranus	19,218	0,046	0,77	30 688.4	17,10 (4)	98
Neptune	30,110	0,009	1,78	60 181.3	15.81	29
Pluton	39,44	0,250	17,17	90 469,7	?	?

⁽¹⁾ en jours; (2) rotation rétrograde; (3) en heures jusqu'à la fin de la colonne; (4) rotation du champ magnétique.

TABLEAU II

Demi-grand axe de l'orbite, a; excentricité de l'orbite, e; inclinaison l de l'orbite du satellite sur celle de la planète (0), sur l'équateur de la planète (e) ou sur l'écliptique (E); durée de la révolution sidérale, P.

Adrastée XV 129 0? 0? 0,298 1979- Amalthée V 181 0,003 0,4 (e) 0,498 179 Barnard 1892 Thébé XIV 221 0? 0? 0,675 1979 Io I 422 0,004 0,0 (e) 1,769 138 Galilée 1610 Europe II 671 0,000 0,5 (e) 3,551 181 Galilée 1610 Ganymède III 1070 0,001 0,2 (e) 7,154 552 Galilée 1610 Callisto IV 1883 0,01 0,2 (e) 16,689 018 Galilée 1610 Léda XIII 11 094 0,148 26,1 (o) 238,72 Kowal 1974 Himalia VI 11 480 0,158 27,6 (o) 250,566 2 Perrine 1904- Lvsithée X 11 720 0,107 29,0 <td< th=""><th>Nom</th><th>N°</th><th>(10^3 km)</th><th>е</th><th>(degre</th><th>é)</th><th>P (jours)</th><th>Découverte</th><th></th></td<>	Nom	N°	(10^3 km)	е	(degre	é)	P (jours)	Découverte	
MARS					TERRE				
MARS	lune		384 4			5(e)	27.3217		
Probos 9,38			50.,.						
Delmos 23,46	Dhohas		9 38	0,015		(0)	0.3189	Hall	1877
Metis									
Metis XVI 128 0? 0? 0.295 1979- Adrastée XV 129 0? 0? 0.298 1979- Adrastée XV 181 0,003 0,4 (e) 0,498179 Barnard 1892 Thébé XIV 221 0? 0? 0.675 1979 O. I 422 0,004 0,0 (e) 1,769138 Galilée 1610 Carope III 671 0,000 0,5 (e) 3,551181 Galilée 1610 Carope III 1070 0,001 0,2 (e) 7,154552 Galilée 1610 Carope III 1070 0,001 0,2 (e) 7,154552 Galilée 1610 Carope III 1070 0,001 0,2 (e) 7,154552 Galilée 1610 Carope III 1070 0,001 0,2 (e) 7,154552 Galilée 1610 Carope III 1070 0,001 0,2 (e) 7,154552 Galilée 1610 Carope III 1094 0,148 26,1 (o) 238,72 Kowal 1974 Carolle XIII 11094 0,148 26,1 (o) 238,72 Kowal 1974 Carolle XIII 11094 0,148 26,1 (o) 238,72 Kowal 1974 Carolle XIII 11720 0,107 29,0 (o) 259,22 Nicholson 1938 Carolle XIII 21200 0,169 147 (o) 631 Nicholson 1938 Carolle XIII 2200 0,169 147 (o) 631 Nicholson 1938 Carolle XII 2200 0,169 147 (o) 631 Nicholson 1938 Carolle XII 23500 0,38 145 (o) 735 Melotte 1988 Carolle XII 23500 0,38 145 (o) 735 Melotte 1988 Carolle XII 23500 0,38 145 (o) 735 Melotte 1988 Carolle XII 33,94 0,004 0,0 (e) 0,619 1980 Carolle XII 319,4 0,004 0,1 (e) 0,628 5 1980 Carolle XII 114,7 0,004 0,1 (e) 0,628 5 1980 Carolle XII 114,7 0,004 0,1 (e) 0,628 5 1980 Carolle XII 151,4 0,009 0,3 (e) 0,6019 1980 Carolle XII 151,4 0,009 0,3 (e) 0,6019 1980 Carolle XII 151,4 0,009 0,3 (e) 0,694 2 1980 Carolle XII 151,4 0,009 0,3 (e) 0,694 2 1980 Carolle XII 151,4 0,009 0,3 (e) 0,694 2 1980 Carolle XII 151,4 0,009 0,3 (e) 0,694 2 1980 Carolle XII 151,4 0,009 0,3 (e) 0,694 2 1980 Carolle XII 151,4 0,009 0,3 (e) 0,694 2 1980 Carolle XII 151,4 0,009 0,3 (e) 0,694 2 1980 Carolle XII 151,4 0,009 0,3 (e) 0,694 2 1980 Carolle XII 151,4 0,009 0,3 (e) 0,694 2 1980 Carolle XII 151,4 0,009 0,3 (e) 0,694 2 1980 Carolle XII 151,4 0,009 0,3 (e) 0,694 2 1980 Carolle XII 151,4 0,009 0,3 (e) 0,694 2 1980 Carolle XII 151,4 0,009 0,3 (e) 0,694 2 1980 Carolle XII 151,4 0,009 0,3 (e) 0,694 2 1980 Carolle XII 151,4 0,009 0,3 (e) 0,694 2 1980 Carolle XII 151,4 0,009 0,3 (e) 0,694 2 1980 Carolle XII 151,4 0,009 0,00 0,00 (e) 0,004 0,00									
Adriastée XV 179 07 07 0.298 1979 1971 1972 1871 1872 1	Métic	YVI	128				0.295		1979-1980
Carme									1979-198
Thébé						(e)		Barnard	
O						(-)			1979
Europe III 671 0,000 0,5 (e) 3,551 81 Galilée 1610 13anymède IIII 1070 0,001 0,2 (e) 7,154 552 Galilée 1610 13anymède III 1070 0,001 0,2 (e) 16,689 018 Galilée 1610 146 164 164 165 165 165 17V 1883 0,01 0,2 (e) 16,689 018 Galilée 1610 164 164 164 165 164 165 165 165 165 165 165 165 165 165 165						(e)		Galilée	1610
Sanymède									1610
Callisto IV									1610
Léda XIII 11 094 0,148 26,1 (o) 238,72 Kowal 1974 Himalia VI 11 480 0,158 27,6 (o) 250,566 2 Perrine 1904 Lysithée X 11 720 0,107 29,0 (o) 259,652 8 Perrine 1904 Lysithée X 11 737 0,207 24,8 (o) 259,652 8 Perrine 1904 Larane XI 21 2000 0,169 147 (o) 631 Nicholson 1931 Carme XI 22 600 0,21 164 (o) 692 Nicholson 1938 Asiphaé VIII 23 500 0,38 145 (o) 735 Melotte 1908 Anneaux (C, B, A) 75/137 0 0 (e) 0,2/0,6 Galièe 1610 Atlas XV 137,7 0,002 0,3 (e) 0,6019 1980 Atlas XV 137,7									1610
Himalia									1974
Second S				일본 하를 사용하는 발표를 받았습니다.		1			1904-190
Saturnal								Nicholson	1938
Annankė. XII 21 200 0,169 147 (o) 631 Nicholson 1951 Parme XI 22 600 0,21 164 (o) 692 Nicholson 1938 Paisphaė VIII 23 500 0,38 145 (o) 735 Melotte 1908 Paisphaė IX 23 700 0,28 153 (o) 758 Nicholson 1918 SATURNE Naneaux (C, B, A) 75/137 0 0 0 (e) 0,2/0,6 Galilėe 1610 Paisphaė XV 137,7 0,002 0,3 (e) 0,601 9 1980 PasoS27 (1) XVI 139,4 0,004 0,0 (e) 0,613 0 1980 PasoS26 (1) XVII 141,7 0,004 0,1 (e) 0,628 5 1980 Paimėthėe XI 151,4 0,009 0,3 (e) 0,694 2 1980 Paimans X 151,5 0,007 0,1 (e) 0,694 5 Dollfus 1966 Paimelade III 238,04 0,004 5 0,0 (e) 1,370 217 Herschel 1789 Paichelade III 238,04 0,004 5 0,0 (e) 1,370 217 Herschel 1789 Paichelade III 294,67 ? ? 1,887 8 1980 Palysos (2) XIV 294,67 ? ? 1,887 8 1980 Palysos (3) XIV 294,67 ? ? 1,887 8 1980 Palysos (4) XII 377,42 0,002 2 0,02 (e) 2,736 91 Cassini 1684 PasoS6 (1) XII 377,42 0,000 0,35 (e) 4,517 500 Cassini 1684 Paichelade V 527,04 0,001 0,35 (e) 4,517 500 Cassini 1684 Paper V III 3561,3 0,028 3 14,7 (e) 79,331 82 Cassini 1672 Phoebė IX 12954 0,002 7 4,22 (e) 1,413 479 25 Kuiper 1948 Pariada V 129,39 0,002 7 4,22 (e) 1,413 479 25 Kuiper 1948 Pariada V 129,39 0,002 7 4,22 (e) 1,413 479 25 Kuiper 1948 Pariada III 266,30 0,005 0,36 (e) 4,144 177 2 Lassell 1851 Pariadia III 435,91 0,002 2 0,042 (e) 8,705 8717 Herschel 1787 Pobèron IV 583,52 0,000 8 0,101 (e) 13,463 238 Herschel 1787 Paper III 1 266,30 0,005 0 0,36 (e) 4,144 177 2 Lassell 1851 Pariadia III 435,91 0,002 0,142 (e) 8,705 8717 Herschel 1787 Paper III 1 266,30 0,005 0 0,36 (e) 4,144 177 2 Lassell 1851 Paper III 266,30 0,005 0 0,36 (e) 4,144 177 2 Lassell 1851 Paper III 266,30 0,005 0 0,36 (e) 4,144 177 2 Lassell 1851 Paper III 266,30 0,005 0 0,36 (e) 4,144 177 2 Lassell 1851 Paper III 266,30 0,005 0 0,36 (e) 4,144 177 2 Lassell 1851 Paper III 266,30 0,005 0 0,36 (e) 4,144 177 2 Lassell 1851 Paper III 266,30 0,005 0 0,36 (e) 4,144 177 2 Lassell 1851 Paper III 266,30 0,005 0 0,36 (e) 4,144 177 2 Lassell 1851 Paper III 266,30 0,005 0 0,36 (e) 4,144 177 2 Lassell 1851 Paper III 266,30 0,005 0 0,36 (e) 4,144 1									1904-190
Carme XI 22 600 0,21 164 (o) 692 Nicholson 1938 Aasiphaê VIII 23 500 0,38 145 (o) 735 Melotte 1908 Sinopé IX 23 700 0,28 153 (o) 758 Nicholson 1914 Carme XII 23 700 0,28 153 (o) 758 Nicholson 1914 Carme XIII 23 700 0,28 153 (o) 758 Nicholson 1914 Carme XIIII 23 700 0,28 153 (o) 758 Nicholson 1914 Carme XIIII 23 700 0,28 153 (o) 758 Nicholson 1914 Carme XIIII 23 700 0,28 153 (o) 758 Nicholson 1914 Carme XIIII 23 700 0,28 153 (o) 758 Nicholson 1914 Carme XIIII 23 700 0,002 0,3 (e) 0,601 9 1980 1980 1980 1980 1980 1980 1980								Nicholson	1951
Pasiphaé. VIII 23 500 0,38 145 (o) 735 Melotte 1908 Sinopé IX 23 700 0,28 153 (o) 758 Nicholson 1914 Saturne								Nicholson	1938
Sinopé IX 23 700 0,28 153 (o) 758 Nicholson 1914								Melotte	1908
Anneaux (C, B, A) 75/137 0 0 0 (e) 0,2/0,6 Galilée 1610 (blas XV 137,7 0,002 0,3 (e) 0,6019 1980 1980 1980 1980 1980 1980 1980 1								Nicholson	1914
Anneaux (C, B, A) 75/137 0 0 0 (e) 0,2/0,6 Galilée 1610 (Atlas XV 137,7 0,002 0,3 (e) 0,6019 1980 1980 980527 (¹) XVII 139,4 0,004 0,0 (e) 0,6130 1980 1980 1980 1980 2980526 (¹) XVII 141,7 0,004 0,1 (e) 0,628 5 1980 20 20 0,604 2 1980 20 20 0,604 2 1980 20 20 1,5 (e) 0,694 5 2 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 2				5	ATURNE				
Atlas XV 137,7 0,002 0,3 (e) 0,6019 1980 980S27(¹) XVII 139,4 0,004 0,0 (e) 0,613 0 1980 980S26(¹) XVII 141,7 0,004 0,1 (e) 0,628 5 1980 Epiméthée XI 151,4 0,009 0,3 (e) 0,694 5 1980 Epiméthée XI 151,5 0,007 0,1 (e) 0,694 5 1980 Encelade II 238,04 0,004 5 0,0 (e) 1,370 217 Herschel 1789 Ercelade III 238,04 0,004 5 0,0 (e) 1,370 217 Herschel 1789 Ercelade III 294,67 0,000 1,9 (e) 1,887 801 Cassini 1684 Felesto (²) XIII 294,67 ? ? 1,887 8 1980 Ealypso (³) XIV 294,67 ? ? 1,887 8 1980 Elocic IV 377,42 0,005 0,2 (e) 2,736 9 1980 Ercelade IV 377,42 0,005 0,2 (e) 2,736 9 1980 Ercelade IV 11 377,42 0,005 0,2 (e) 2,736 9 1980 Ercelade IV 1221,86 0,029 2 0,33 (e) 15,945 420 1655 Hypérion VII 1481,1 0,104 0,43 (e) 21,276 608 Bond/Lassell 1848 Ercelade IV 11 3 561,3 0,028 3 14,7 (e) 79,331 82 Cassini 1671 Ercelade IV 11 293,9 0,002 7 4,22 (e) 1,413 479 25 Kuiper 1948 Ercelade IV 11 266,30 0,005 0,36 (e) 4,141 772 Lassell 1851 Elliot et al. 1977 Ellian IV 129,39 0,002 7 4,22 (e) 1,413 479 25 Kuiper 1948 Ercelade IV 583,52 0,000 8 0,101 (e) 13,463 238 9 Herschel 1787 Elliani III 266,30 0,005 0,36 (e) 4,141 772 Lassell 1851 Elliani III 266,30 0,005 0,36 (e) 4,141 772 Lassell 1851 Elliani III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 8717 Herschel 1787 Elliani III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 8717 Herschel 1787 Elliani III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 8717 Herschel 1787 Elliani III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 8717 Herschel 1787 Elliani III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 8717 Herschel 1787 Elliani III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 8717 Herschel 1787 Elliani III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 8717 Herschel 1787 Elliani III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 8717 Herschel 1787 Elliani III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 8717 Herschel 1787 Elliani III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 8717 Herschel 1787 Elliani III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 8717 Herschel 1787	Anneouv (C R A)		75/137			(0)	0.2/0.6	Galilée	1610
1980 1980		YV						9	
980S26(1) XVII 141,7 0,004 0,1 (e) 0,628 5 1980 Epiméthée XI 151,4 0,009 0,3 (e) 0,694 2 1980 anus X 151,5 0,007 0,1 (e) 0,694 5 Dollfus 1966 Mimas I 185,54 0,020 2 1,5 (e) 0,942 421 Herschel 1789 Encelade III 238,04 0,004 5 0,0 (e) 1,370 217 Herschel 1789 Ethys III 294,67 0,000 0 1,9 (e) 1,887 801 Cassini 1684 Elesto (2) XIII 294,67 ? ? 1,887 8 1980 Calypso (3) XIV 294,67 ? ? 1,887 8 1980 Coloné IV 377,42 0,005 0,2 (e) 2,736 9 1980 Réa V 527,04 0,001 0 0,35 (e) 2,736 9 1980 Réa V 527,04 0,001 0 0,35 (e) 4,517 500 Cassini 1672 Fitan VI 121,86 0,029 2 0,33 (e) 15,945 420 Haptonion VII 1481,1 0,104 0,43 (e) 21,276 608 Bond/Lassell 1848 Anneaux 40/55 0 Elliot et al. 1977 Miranda V 129,39 0,002 7 4,22 (e) 1,413 479 25 Kuiper 1948 Ariel I 191,02 0,003 4 0,31 (e) 2,520 379 35 Lassell 1851 Fitania III 266,30 0,005 0,36 (e) 4,141 772 Lassell 1851 Fitania III 266,30 0,005 0,36 (e) 4,144 1772 Lassell 1851 Fitania III 266,30 0,005 0,36 (e) 4,144 1772 Lassell 1851 Fitania III 266,30 0,005 0,36 (e) 4,144 1772 Lassell 1851 Fitania III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 8717 Herschel 1787 Defron IV 583,52 0,000 8 0,101 (e) 13,463 238 9 Herschel 1787 Neptune Fition. 355,3 <0,01 159,9 (e) 5,876 8 Lassell 1846									
Spiméthée XI	080526(1)								
anus X 151,5 0,007 0,1 (e) 0,694 5 Dollfus 1966 Mimas I 185,54 0,020 2 1,5 (e) 0,942 421 Herschel 1789 Encelade III 238,04 0,004 5 0,0 (e) 1,370 217 Herschel 1789 Efftys IIII 294,67 0,000 0 1,9 (e) 1,887 801 Cassini 1684 Felesto (²) XIII 294,67 ? ? 1,887 8 1980 Calypso (³) XIV 294,67 ? ? 1,887 8 1980 Coiné IV 377,42 0,002 2 0,02 (e) 2,736 914 Cassini 1684 0,980 56 (¹) XIII 377,42 0,005 0,2 (e) 2,736 914 Cassini 1684 0,980 56 (¹) XIII 377,42 0,005 0,2 (e) 2,736 9 1980 Cassini 1672 Cassini 1672 Cassini VI 1221,86 0,029 2 0,33 (e) 15,945 420 Cassini 1672 Cassini VI 1481,1 0,104 0,43 (e) 21,276 608 Bond/Lassell 1848 apet VIII 3561,3 0,028 3 14,7 (e) 79,331 82 Cassini 1671 Cassini 1671 Cassini III 2954 0,163 3 177 (E) 550,4 Pickering 1898 Cassini III 266,30 0,005 0 0,36 (e) 4,144 177 2 Cassini 1671 Cassini III 266,30 0,005 0 0,36 (e) 4,144 177 2 Cassini 1851 Cassini III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 871 7 Herschel 1787 Cassini III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 871 7 Herschel 1787 Cassini III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 871 7 Herschel 1787 Cassini III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 871 7 Herschel 1787 Cassini III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 871 7 Herschel 1787 Cassini III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 871 7 Herschel 1787 Cassini III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 871 7 Herschel 1787 Cassini III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 871 7 Herschel 1787 Cassini III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 871 7 Herschel 1787 Cassini III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 871 7 Herschel 1787 Cassini III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 871 7 Herschel 1787 Cassini III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 871 7 Herschel 1787 Cassini III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 871 7 Herschel 1787 Cassini III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 871 7 Herschel 1787 Cassini III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 871 7 Herschel 1787 Cassini III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 871 7 Herschel 1787 Cassini III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 871 7 Herschel 1787 Cassini III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 871 7 Herschel 1787 Cassini III 436 436 436 436 436 436 436 436 43									
Mimas I 185,54 0,020 2 1,5 (e) 0,942 421 Herschel 1789 Encelade III 238,04 0,004 5 0,0 (e) 1,370 217 Herschel 1789 Ethys IIII 294,67 0,000 0 1,9 (e) 1,887 801 Cassini 1684 Eelesto (?) XIII 294,67 ? ? 1,887 8 1980 Calypso (³) XIV 294,67 ? ? 1,887 8 1980 Calypso (°) XIII 377,42 0,002 2 0,02 (e) 2,736 914 Cassini 1684 1980 S6 (¹) XIII 377,42 0,005 0,2 (e) 2,736 9 1980 Réa V 527,04 0,001 0 0,35 (e) 4,517 500 Cassini 1672 Eitan VI 1221,86 0,029 2 0,33 (e) 15,945 420 1655 Hypérion VIII 1481,1 0,104 0,43 (e) 21,276 608 Bond/Lassell 1848 lapet VIII 3 561,3 0,028 3 14,7 (e) 79,331 82 Cassini 1671 Phoebé IX 12954 0,163 3 177 (E) 550,4 Pickering 1898 Miranda V 129,39 0,002 7 4,22 (e) 1,413 479 25 Kuiper 1948 Ariel I 191,02 0,003 4 0,31 (e) 2,520 379 35 Lassell 1851 Umbriel II 266,30 0,005 0 0,36 (e) 4,144 177 2 Lassell 1851 Umbriel II 266,30 0,005 0 0,36 (e) 4,144 177 2 Lassell 1851 Eitania III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 871 7 Herschel 1787 Obéron IV 583,52 0,000 8 0,101 (e) 13,463 238 9 Herschel 1787 NEPTUNE Friton. 355,3 < 0,01 159,9 (e) 5,876 8 Lassell 1846								Dollfus	
Encelade II 238,04 0,004 5 0,0 (e) 1,370 217 Herschel 1789 Féthys III 294,67 0,000 0 1,9 (e) 1,887 801 Cassini 1684 Felesto (²) XIII 294,67 ? ? 1,887 8 1980 Calypso (³) XIV 294,67 ? ? 1,887 8 1980 Calypso (³) XIV 377,42 0,002 2 0,02 (e) 2,736 914 Cassini 1684 P80S6 (¹) XII 377,42 0,005 0,2 (e) 2,736 9 1980 Rhéa V 527,04 0,001 0 0,35 (e) 4,517 500 Cassini 1672 Fitan VI 1221,86 0,029 2 0,33 (e) 15,945 420 1655 Hypérion VII 1481,1 0,104 0,43 (e) 21,276 608 Bond/Lassell 1848 apet VIII 3561,3 0,028 3 14,7 (e) 79,331 82 Cassini 1671 Phoebé IX 12954 0,163 3 177 (E) 550,4 Pickering 1898 WRANUS Anneaux 40/55 0 Elliot et al. 1977 Miranda V 129,39 0,002 7 4,22 (e) 1,413 479 25 Kuiper 1948 Ariel I 191,02 0,003 4 0,31 (e) 2,520 379 35 Lassell 1851 Umbriel II 266,30 0,005 0 0,36 (e) 4,144 177 2 Lassell 1851 Fitania III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 871 7 Herschel 1787 Obéron IV 583,52 0,000 8 0,101 (e) 13,463 238 9 Herschel 1787 NEPTUNE Friton. 355,3 <0,01 159,9 (e) 5,876 8 Lassell 1846									
Téthys III 294,67 0,000 0 1,9 (e) 1,887 801 Cassini 1684 Telesto (²) XIII 294,67 ? ? 1,887 8 1980 Calypso (³) XIV 294,67 ? ? 1,887 8 1980 Dioné IV 377,42 0,002 2 0,02 (e) 2,736 914 Cassini 1684 98056 (¹) XIII 377,42 0,005 0,2 (e) 2,736 9 1980 Réa V 527,04 0,001 0 0,35 (e) 4,517 500 Cassini 1672 Gitan VI 1221,86 0,029 2 0,33 (e) 15,945 420 1655 Hypérion VIII 1481,1 0,104 0,43 (e) 21,276 608 Bond/Lassell 1848 apet VIII 3561,3 0,028 3 14,7 (e) 79,331 82 Cassini 1671 Phoebé IX 12939 0,002 7 4,22 (e) 1,413 479 25 Kuiper 1948 Ariel I 191,02 0,003 4 0,31 (e) 2,520 379 35 Lassell 1851 Umbriel II									
Celesto (²) XIII 294,67 ? ? ? 1,8878 1980 Calypso (³) XIV 294,67 ? ? 1,8878 1980 Dioné IV 377,42 0,002 2 0,02 (e) 2,736 914 Cassini 1684 980S6 (¹) XIII 377,42 0,005 0,2 (e) 2,736 9 1980 Réa V 527,04 0,001 0 0,35 (e) 4,517 500 Cassini 1672 Citan VI 1 221,86 0,029 2 0,33 (e) 15,945 420 1655 Hypérion VIII 1 481,1 0,104 0,43 (e) 21,276 608 Bond/Lassell 1848 apet VIII 3 561,3 0,028 3 14,7 (e) 79,331 82 Cassini 1671 Phoebé IX 12 954 0,163 3 177 (E) 550,4 Pickering 1898 Ariel I 191,02 0,003 4 0,31 (e) 2,520 379 35 Lassell 1851 Umbriel II 266,30 0,005 0 0,36 (e) 4,144 177 2 Lassell									
Calypso (3) XIV 294,67 ? ? 1,8878 1980 Dioné IV 377,42 0,002 2 0,02 (e) 2,736 914 Cassini 1684 1980S6 (1) XII 377,42 0,005 0,2 (e) 2,736 9 1980 Rhéa V 527,04 0,001 0 0,35 (e) 4,517 500 Cassini 1672 Fitan VI 1221,86 0,029 2 0,33 (e) 15,945 420 1655 Hypérion VIII 1481,1 0,104 0,43 (e) 21,276 608 Bond/Lassell 1848 Phoebé IX 12954 0,163 3 177 (E) 550,4 Pickering 1898 URANUS Anneaux 40/55 0 Elliot et al. 1977 Miranda V 129,39 0,002 7 4,22 (e) 1,413 479 25 Kuiper 1948 Ariel I 191,02 0,003 4 0,31 (e) 2,520 379 35 Lassell 1851 Umbriel II 266,30 0,005 0 0,36 (e) 4,144 177 2 Lassell 1851 Fitania III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 871 7 Herschel 1787 Obéron IV 583,52 0,000 8 0,101 (e) 13,463 238 9 Herschel 1787 NEPTUNE Friton. 355,3 <0,01 159,9 (e) 5,876 8 Lassell 1846				아니라 아니라를 보고 있다면서 하시네네네네네. 이 글라지다		(-)			
Dioné IV 377,42 0,002 2 0,02 (e) 2,736 914 Cassini 1684 1980S6(1) XII 377,42 0,005 0,2 (e) 2,736 9 1980 Rhéa V 527,04 0,001 0 0,35 (e) 4,517 500 Cassini 1672 Titan VI 1 221,86 0,029 2 0,33 (e) 15,945 420 1655 Hypérion VII 1 481,1 0,104 0,43 (e) 21,276 608 Bond/Lassell 1848 Tapet VIII 3 561,3 0,028 3 14,7 (e) 79,331 82 Cassini 1671 Phoebé IX 12 954 0,163 3 177 (E) 550,4 Pickering 1898 URANUS Anneaux 40/55 0 Elliot et al. 1977 Miranda V 129,39 0,002 7 4,22 (e) 1,413 479 25 Kuiper 1948 Ariel I 191,02 0,003 4 0,31 (e) 2,520 379 35 Lassell 1851 Umbriel II 266,30 0,005 0 0,36 (e) 4,144 177 2 Lassell 1851 Titania III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 871 7 Herschel 1787 Obéron IV 583,52 0,000 8 0,101 (e) 13,463 238 9 Herschel 1787 Neptune Triton 355,3 <0,01 159,9 (e) 5,876 8 Lassell 1846 Lassell 1846 1846 1846 1846 1846 1846 1846 1846 1846 Triton 355,3 <0,01 159,9 (e) 5,876 8 Lassell 1846 1846 Triton 355,3 <0,01 159,9 (e) 5,876 8 Lassell 1846 Triton 355,3 <0,01 159,9 (e) 5,876 8 Lassell 1846 Triton 355,3 <0,01 159,9 (e) 5,876 8 Lassell 1846 Triton 355,3 <0,01 159,9 (e) 5,876 8 Lassell 1846 Triton 355,3 <0,01 159,9 (e) 5,876 8 Lassell 1846 Triton 355,3 40,01 159,9 (e) 5,876 8 Lassell 1846 Triton 355,3 40,01 159,9 (e) 5,876 8 Lassell 1846 Triton 355,3 40,01 159,9 (e) 5,876 8 Lassell 1846 Triton 355,3 40,01 159,9 (e) 5,876 8 Lassell 1846 Triton 355,3 40,01 159,9 (e) 5,876 8 Lassell 1846 Triton 355,3 40,01 159,9 (e) 5,876 8 Lassell 1846 Triton 355,3 40,01 159,9 (e) 5,876 8 Lassell 1846 Triton 355,3									1980
1980S6(1)						(e)		Cassini	
Rhéa V 527,04 0,001 0 0,35 (e) 4,517 500 Cassini 1672 Fitan VI 1 221,86 0,029 2 0,33 (e) 15,945 420 1655 Hypérion VII 1 481,1 0,104 0,43 (e) 21,276 608 Bond/Lassell 1848 Japet VIII 3 561,3 0,028 3 14,7 (e) 79,331 82 Cassini 1671 Phoebé IX 12 954 0,163 3 177 (E) 550,4 Pickering 1898 Anneaux 40/55 0 Elliot et al. 1977 Miranda V 129,39 0,002 7 4,22 (e) 1,413 479 25 Kuiper 1948 Ariel I 191,02 0,003 4 0,31 (e) 2,520 379 35 Lassell 1851 Umbriel II 266,30 0,005 0 0,36 (e) 4,144 177 2 Lassell 1851 Fitania III 435,91									1980
Fitan VI 1 221,86 0,029 2 0,33 (e) 15,945 420 1655 Hypérion VII 1 481,1 0,104 0,43 (e) 21,276 608 Bond/Lassell 1848 Iapet VIII 3 561,3 0,028 3 14,7 (e) 79,331 82 Cassini 1671 Phoebé IX 12 954 0,163 3 177 (E) 550,4 Pickering 1898 Anneaux 40/55 0 Elliot et al. 1977 Miranda V 129,39 0,002 7 4,22 (e) 1,413 479 25 Kuiper 1948 Ariel. I 191,02 0,003 4 0,31 (e) 2,520 379 35 Lassell 1851 Umbriel II 266,30 0,005 0 0,36 (e) 4,144 177 2 Lassell 1851 Déron IV 583,52 0,000 8 0,101 (e) 3,768 8 Lassell 1787 Neptune Fiton </td <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Cassini</td> <td></td>								Cassini	
Hypérion VII 1 481,1 0,104 0,43 (e) 21,276 608 Bond/Lassell 1848 lapet VIII 3 561,3 0,028 3 14,7 (e) 79,331 82 Cassini 1671 Phoebé IX 12 954 0,163 3 177 (E) 550,4 Pickering 1898 URANUS Anneaux 40/55 0 Elliot et al. 1977 Miranda V 129,39 0,002 7 4,22 (e) 1,413 479 25 Kuiper 1948 Ariel I 191,02 0,003 4 0,31 (e) 2,520 379 35 Lassell 1851 Umbriel II 266,30 0,005 0 0,36 (e) 4,144 177 2 Lassell 1851 Dérion IV 583,52 0,000 8 0,101 (e) 8,705 871 7 Herschel 1787 Neptune Neptune Friton 355,3 <0,01									1655
Japet VIII 3 561,3 0,028 3 14,7 (e) 79,331 82 Cassini 1671 Phoebé IX 12 954 0,163 3 177 (E) 550,4 Pickering 1898 URANUS Anneaux 40/55 0 Elliot et al. 1977 Miranda V 129,39 0,002 7 4,22 (e) 1,413 479 25 Kuiper 1948 Ariel I 191,02 0,003 4 0,31 (e) 2,520 379 35 Lassell 1851 Umbriel II 266,30 0,005 0 0,36 (e) 4,144 177 2 Lassell 1851 Titania III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 871 7 Herschel 1787 Obéron IV 583,52 0,000 8 0,101 (e) 13,463 238 9 Herschel 1787 NEPTUNE Triton 355,3 <0,01								Bond/Lassell	1848
Phoebé. IX 12 954 0,163 3 177 (E) 550,4 Pickering 1898 URANUS Anneaux. 40/55 0 Elliot et al. 1977 Miranda V 129,39 0,002 7 4,22 (e) 1,413 479 25 Kuiper 1948 Ariel. I 191,02 0,003 4 0,31 (e) 2,520 379 35 Lassell 1851 Umbriel II 266,30 0,005 0 0,36 (e) 4,144 177 2 Lassell 1851 Citania III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 871 7 Herschel 1787 Obéron IV 583,52 0,000 8 0,101 (e) 13,463 238 9 Herschel 1787 NEPTUNE Friton. 355,3 < 0,01 159,9 (e) 5,876 8 Lassell 1846	내용 것 같은 것이 하는 것이다면 다시 아름답답니다 이 이 시간에 되었다면 하면 하면 하셨다고 한 것 같다.							Cassini	1671
Anneaux . 40/55 0 Elliot et al. 1977 Miranda V 129,39 0,002 7 4,22 (e) 1,413 479 25 Kuiper 1948 Ariel . I 191,02 0,003 4 0,31 (e) 2,520 379 35 Lassell 1851 Umbriel . II 266,30 0,005 0 0,36 (e) 4,144 177 2 Lassell 1851 Fitania . III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 871 7 Herschel 1787 Obéron . IV 583,52 0,000 8 0,101 (e) 13,463 238 9 Herschel 1787 NEPTUNE Friton . 355,3 < 0,01 159,9 (e) 5,876 8 Lassell 1846								Pickering	1898
Anneaux . 40/55 0 Elliot et al. 1977 Miranda V 129,39 0,002 7 4,22 (e) 1,413 479 25 Kuiper 1948 Ariel . I 191,02 0,003 4 0,31 (e) 2,520 379 35 Lassell 1851 Umbriel . II 266,30 0,005 0 0,36 (e) 4,144 177 2 Lassell 1851 Fitania . III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 871 7 Herschel 1787 Obéron . IV 583,52 0,000 8 0,101 (e) 13,463 238 9 Herschel 1787 NEPTUNE Friton . 355,3 < 0,01 159,9 (e) 5,876 8 Lassell 1846					Uranus				
Miranda V 129,39 0,002 7 4,22 (e) 1,413 479 25 Kuiper 1948 Ariel I 191,02 0,003 4 0,31 (e) 2,520 379 35 Lassell 1851 Umbriel II 266,30 0,005 0 0,36 (e) 4,144 177 2 Lassell 1851 Fitania III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 871 7 Herschel 1787 Obéron IV 583,52 0,000 8 0,101 (e) 13,463 238 9 Herschel 1787 NEPTUNE Friton 355,3 < 0,01 159,9 (e) 5,876 8 Lassell 1846	Anneaux		40/55					Elliot et al.	1977
Ariel. I 191,02 0,003 4 0,31 (e) 2,520 379 35 Lassell 1851 Umbriel II 266,30 0,005 0 0,36 (e) 4,144 177 2 Lassell 1851 Titania III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 871 7 Herschel 1787 Obéron IV 583,52 0,000 8 0,101 (e) 13,463 238 9 Herschel 1787 Neptune Friton. 355,3 < 0,01 159,9 (e) 5,876 8 Lassell 1846		V			4.22	(e)	1.413 479 25		
Jmbriel II 266,30 0,005 0 0,36 (e) 4,144 177 2 Lassell 1851 Fitania III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 871 7 Herschel 1787 Obéron IV 583,52 0,000 8 0,101 (e) 13,463 238 9 Herschel 1787 NEPTUNE Triton 355,3 < 0,01									
Fitania III 435,91 0,002 2 0,142 (e) 8,705 871 7 Herschel 1787 Dbéron IV 583,52 0,000 8 0,101 (e) 13,463 238 9 Herschel 1787 Neptune Friton 355,3 <0,01								Lassell	1851
Obéron IV 583,52 0,000 8 0,101 (e) 13,463 238 9 Herschel 1787 Neptune Friton 355,3 <0,01						, ,			1787
Triton				[24] [24] [25] [25] [25] [25] [25] [25] [25] [25		The state of the s	13,463 238 9	Herschel	1787
Triton				1	VEPTUNE				
111011	Triton.		355.3			(e)	5,8768	Lassell	1846
			하다 그 교사를 하는 경기를 하는데						
Pluton						, ,			
Charon	Charon		10 7		LOTON		6 387	Christy et al	1978

⁽¹) L'UAI, en novembre 1985, a adopté les noms suivants : 1980S27, Prométhée; 1980S26, Pandore; 1980S6, Hélène. (²) « Téthys B ». (³) « Téthys C ».

Les satellites sont classés dans l'ordre de leur distance à la planète; l'usage des chiffres romains dans leur dénomination définitive est recommandée par le Satellite Nomenclature Liaison Committee (SNLC) de la Commission 20 de l'UAI.

LES DONNÉES PHYSIQUES

Dans les tableaux III et IV sont rassemblés des éléments physiques qui ne figurent pas dans les chapitres 4 et 5, consacrés à la description et à la structure des planètes et des satellites ainsi qu'à la physique de leurs atmosphères. Les tableaux donnent l'albédo selon deux définitions, l'albédo de Bond et l'albédo géométrique.

L'albédo de Bond est l'intégrale du flux diffusé dans l'espace entier que l'on compare au flux reçu.

L'albédo géométrique est le rapport de l'éclairement du corps par un astre vu sous un angle de phase nul à celui produit par une surface plane, blanche, de même rayon que celui de l'astre, rayonnant suivant la loi de Lambert et placée à la même position que l'astre considéré.

Les données physiques du Soleil et des planètes. — On donne dans le tableau III divers paramètres relatifs aux planètes et au Soleil. Notons que la masse volumique est une évaluation grossière faite en considérant la masse de la planète et le volume de la sphère calculé avec le rayon correspondant. On donne aussi le nombre de satellites de chaque planète. Au moment où ce tableau a été établi, il semble que l'on ait trouvé un troisième satellite autour de Neptune et plusieurs autres petits satellites autour de Jupiter et de Saturne. Mais l'existence de ces objets n'est pas confirmée.

Les données physiques des satellites. — Dans le tableau IV, outre la masse, la masse volumique calculée comme précédemment pour les planètes, la magnitude visuelle à l'opposition, l'albédo, on donne le diamètre en kilomètres. Lorsque le corps est trop éloigné d'un objet sphérique, on donne deux ou trois valeurs pour cette quantité.

TABLEAU III

Rayon équatorial rapporté à celui de la Terre; masse; masse volumique, ρ ; intensité de la pesanteur rapportée à celle de la Terre, g; moment du champ magnétique dipolaire, \mathcal{M} ; température superficielle moyenne, T; magnitude visuelle moyenne à l'opposition m_v ; albédo de Bond B; albédo géométrique, G; nombre de satellites confirmés, N.

Nom	Rayon	Masse	ρ	g	\mathcal{M}	T	$m_{\rm v}$	Albéc	do	N
		(10 ²³ kg) (10 ³ kg/m	³)	(T.m ³)	(K)		B	G	
Mercure	0,382	3,30	5,4	0,38	4.8×10^{12}	620		0,056	0,11	0
Vénus	0.949	48,69	5,2	0,90	~0	750		0,72	0,65	0
Terre	1	59.74	5,5	1,00	8×10^{16}	295		0,39	0,367	1
Mars	0,533	6.42	3,9	0,38	$< 2 \times 10^{11}$	250	-2,0	0,16	0,15	2
Jupiter	11.19	18992	1,2	2,54	1.5×10^{20}	170	-2,7	0,70	0,52	16
Saturne	9.41	5 685,6	0.6	1,07	5×10^{18}	135	+0,7	0,75	0,47	17
Uranus	3.98	869.8	1,3	0.87	?	80	+5,5	0,90	0,51	5
Neptune	3,81	1029.9	1.7	1,14	?	50	+7,8	0,82	0,41	2
Pluton	0,23	0,15	1,1	0,03	?	40?	+15,1	0,145	0,3	1
Soleil	109		1,41							

La valeur conventionnelle du champ de pesanteur (terrestre), ou valeur normale de l'accélération due à la pesanteur est : $g_n = 9,80665 \text{ m/s}^2$.

Tableau IV Diamètre; masse; masse volumique, ρ ; magnitude visuelle à l'opposition, m_v ; albédo géométrique.

Nom	Numéro	Diamètre (km)	Masse (10 ²¹ kg)	(10^3 kg/m^3)	$m_{_{ m V}}$	Albédo géométrique
			Terre			
1190		3 476	73,5 (¹)	3,34	-12,7	0,12
une			MARS			
		27 21 10	IVI/ARS		11,6	0,06
hobos		27-21-19			12,7	0,06
Deimos		15-12-11				
			JUPITER		17.5	0.05
Métis	XVI	40	$9,5 \times 10^{-5}$		17,5	0,05 0,05
drastée	XV	20	1.9×10^{-5}		18,9	0,05
malthée	V	270-170-150	$7,2 \times 10^{-3}$		14,1 16	0,05
Γhébé	XIV	80	$7,6 \times 10^{-4}$	2.42	5,02	0,61
0	I	3 630	89,3 (1)	3,42	5,02	0,64
Europe	II	3 138	48,6 (1)	3,00 1,95	4,61	0,42
Ganymède	III	5 262	149 (1)	1,93	5,65	0,20
Callisto	IV	4 800	$\begin{array}{ccc} 106 & {1 \choose 6} \\ 6 & \times 10^{-6} \end{array}$	1,00	20	,
Léda	XIII	10	9.5×10^{-3}		14,8	0,03
Himalia		180	$7,6 \times 10^{-5}$		18,4	
Lysithée	* * * * *	20 80	$7,6 \times 10^{-4}$ $7,6 \times 10^{-4}$		16,8	0,03
Elara		20	3.8×10^{-5}		18,9	
Ananké		30	9.5×10^{-5}		18,0	
Carme		40	1.9×10^{-4}		17,0	
Pasiphaé	***	30	$7,6 \times 10^{-5}$		18,3	
Sinopé	. 1/	30				
		10.00	SATURNE			0,4
Atlas		40-20				0,6
1980S27		140-100-80				0,6
1980S26		110-90-70				0,4
Epiméthée	* *	140-120-100				0,4
Janus		220-200-160 392	~0,04	~1,2	12,9	0,53
Mimas		500	~0,073	~1,1	11,7	0,99
Encelade		1 060	~0,73	~1,2	10,3	0,88
Téthys		34-28-26	70,73			0,6
Télesto		34-22-22				0,8
Calypso		1120	1,0	1,4	10,4	0,65
Dioné 1980S6		36-32-30				0,5
Rhéa	* * *	1-530	2,5	1,3	9,7	0,67
Titan	7.77	5 1 5 0	137 (1)	1,9	8,3	0,21
Hypérion		410-260-220			14,19	0,3
Japet		1 460	~1,9	~1,2	10,2/11,9	$0.5(^{2})$
Phoebé		220			16,5	0,06
			Uranus			
Mina	. V	400?	~0,17	~ 5,1	16,5	
Miranda		1 330	1,6	1,3	14,4	0,2
Ariel		1 110	1,0	1,4	15,3	0,1
Umbriel		1 600	5,9	2,7	14,0	0,21
Titania Obéron		1 630	6,0	2,6	14,2	0,16
Oberon			NEPTUNE			
		2.0000		7	13,7	
Triton		3 800?	206 (1)	1	18,7	
Néréide	•	400?				
			PLUTON			0.3
Charon					16,8	0,2

⁽¹) Ces valeurs sont recommandées par l'UAI pour le calcul des éphémérides; (²) côté brillant 0,5; côté non brillant 0,05.

1

Correspondance entre les unités SI et certaines unités utilisées en astronomie

Distances en astronomie. — L'unité astronomique de distance, définie dans le système de constantes UAI, est utilisée dans le système solaire. Cette unité qui n'a pas de symbole international (on emploie des abréviations, par exemple UA en français, AU en anglais) se révèle d'un usage peu commode pour les étoiles; on définit alors le parsec et l'année de lumière.

Le parsec (pc), est la distance d'une étoile dont la parallaxe annuelle est égale à une seconde de degré, c'est-à-dire la distance à laquelle une unité astronomique sous-tend un angle d'une seconde. En effet, la distance D d'une étoile est caractérisée par sa parallaxe annuelle ϖ , angle sous lequel, de cette étoile, on voit l'unité astronomique. Si l'on exprime la parallaxe en seconde de degré, on obtient immédiatement la distance de l'étoile en unités astronomiques :

$$D = \frac{1}{\sin \varpi} \simeq \frac{206265}{\varpi}.$$

En parsecs, cette distance est donc donnée d'une manière approchée par l'inverse de la parallaxe, $D \simeq 1/\varpi$.

Les étoiles les plus proches ayant toutes une parallaxe inférieure à 1 seconde de degré, les distances stellaires sont donc toujours supérieures à un parsec.

L'année de lumière (al), est le trajet parcouru par la lumière dans le vide en un an.

Dans le tableau V, on donne la correspondance entre les valeurs des diverses unités de distances.

Tableau V Correspondance entre les distances en astronomie (vitesse de la lumière = 299 792 458 m/s).

	Mètre	Rayon équatorial terrestre	Année de lumière	Unité astronomique	Parsec
1 kilomètre	1 000	$1,567855\times10^{-4}$	$1,0570 \times 10^{-13}$	$6,6845871\times10^{-9}$	$3,24078\times10^{-14}$
terrestre	$6378140 \\ 9,4607 \times 10^{15}$	$1,4833 \times 10^9$	6,741 7 × 10 ⁻¹⁰	$4,263523 \times 10^{-5} \\ 6,3241 \times 10^{4}$	$2,067.0 \times 10^{-10}$ 0,306.595
que	$1,49597870\times10^{11} \\ 3,08568\times10^{16}$	$2,345478\times10^4\\4,8379\times10^9$	$1,581 \ 3 \times 10^{-5} \\ 3,261 \ 633$	1 206 265	$4,848\ 14 \times 10^{-6}$

Enfin, pour fixer les idées, on a fait figurer dans le tableau VI, les valeurs des distances au Soleil d'objets gravitant aux limites du système solaire inférieur (Pluton), du système solaire supérieur (nuage de Oort) et pour comparaison, la distance de la plus proche étoile du Soleil (α Proxima).

Autres unités. — L'électronvolt (eV), est une unité en usage avec le Système International (en physique atomique); sa valeur en unités SI est obtenue expérimentalement. 1 eV est l'énergie cinétique acquise par un électron en traversant une différence de potentiel de 1 V dans le vide;

1 eV =
$$1,60219 \times 10^{-19}$$
 J approximativement.

Le système des constantes astronomiques

TABLEAU VI
Distances au Soleil d'objets remarquables dans la Galaxie.

Objets remarquables	Kilomètres		Unites\ astronomiques		Parsec	
Pluton	5,8	5×10^{9}		39	0,000 2	
Nuage de Oort entre	1 500	$\times 10^{9} \times 10^{9}$	entre	10 000	entre 0,05	
α Proxima		$\times 10^9$		271 000	1,32	

L'angström (Å), est encore utilisé en spectroscopie et en microscopie. On a : $1\,\text{Å}=10^{-10}\,\text{m}=10^{-4}\,\mu\text{m}=0,1\,\text{nm}.$

Le Gauss (Gs ou G), est le nom donné à l'unité CGS électromagnétique d'induction magnétique. On a : $1 \text{ Gs} = 10^{-4} \text{ T}$.

Le Gamma (γ), est une unité utilisée pour exprimer l'intensité du champ magnétique. On a : $1\gamma = 10^{-9} T = 1 nT$.

L'atmosphère, unité employée pour la pression, vaut 101 325 Pa. L'usage de cette unité est fortement déconseillé; elle n'est utilisée ici que par comparaison avec les publications antérieures.

L'inch (pouce) unité anglo-saxonne de longueur, est utilisé pour donner les diamètres des objectifs de certains instruments astronomiques. On a : 1 inch=2,54 cm.

Le pouce utilisé en France, ou zoll en Allemagne, n'avait pas tout à fait la même valeur ; 2,707 cm.

BIBLIOGRAPHIE

- [2-1] Proceedings of the XVI^e General Assembly, Transactions of the IAU, XVI B, Dordrecht, Reidel, 1977.
- [2-2] Proceedings of the XVII^e General Assembly, Transactions of the IAU, XVII B, Dordrecht, Reidel, 1980.