L'INTRODUCTION AUX ÉPHÉMÉRIDES ASTRONOMIQUES

Supplément explicatif à la Connaissance des Temps

J. L. Simon

1. Introduction

La refonte de la *Connaissance des Temps* est achevée. L'éphéméride annuelle est maintenant accompagnée d'un ouvrage explicatif permanent intitulé *Introduction aux éphémérides astronomiques*. Avant de présenter ce nouvel ouvrage, nous allons dire quelques mots sur l'éphéméride annuelle qui a été profondément modifiée ces dernières années.

2. L'éphéméride annuelle *(Connaissance des Temps)*

2.1 Éditeur

Depuis 1996 l'ouvrage est édité par les éditions de physique.

2.2. Contenu

La *Connaissance des Temps* contient :

– les éphémérides du Soleil, de la Lune et des planètes sous forme de polynômes de Tchebychev ;

– les éphémérides des satellites de Mars, des satellites galiléens, des huit premiers satellites de Saturne et des cinq premiers satellites d'Uranus sous forme de fonctions mixtes du temps ;

– les prédictions des phénomènes des satellites galiléens de Jupiter sous forme de polynômes de Tchebychev ;

– des explications, bilingues en français et en anglais, réduites au minimum et qui permettent simplement de calculer correctement les coordonnées ;

– l'ouvrage est accompagné d'une disquette contenant les coefficients et les programmes de calcul permettant d'obtenir les coordonnées des différents astres.

2.3 Collaborateurs

Le responsable de la publications est J.-L. Simon. Les programmes de calcul ont été construits par G. Francou (Soleil, Lune, planètes) et par J.-E. Arlot (satellites) ; ils sont exploités, respectivement, par F. Cavelier et Ch. Ruatti. La disquette est élaborée par G. Francou et Ch. Ruatti. Le texte explicatif est corrigé, chaque année, par V. Raoult, S. Lemaître-Pottier, Th. Derouazi, Ch. Ruatti et W. Thuillot.

Depuis l'édition 1997, la correction des épreuves est effectuée d'une manière entièrement nouvelle. L'ensemble des tableaux (146 pages) est scanné par Y. de Kergrohen. On peut ensuite, par un simple programme Fortran, relire les coefficients et effectuer des calculs pour des valeurs particulières. Le gain de temps est considérable : une fois les tableaux scannés, la correction des épreuves s'effectue en quelques heures au lieu de plusieurs semaines!

3. L'Introduction aux éphémérides astronomiques

3.1. But de l'ouvrage

L'*Introduction aux éphémérides astronomiques* poursuit deux objectifs.

• Le texte explicatif de la *Connaissance des Temps* ayant été réduit au strict minimum l'ouvrage donne, comme l'indique son sous-titre, des explications détaillées sur le contenu actuel de la *Connaissance des Temps*, les sources qu'elle utilise, les formes de présentation des coordonnées qui ont été choisies ainsi que des exemples d'utilisation.

• Mais l'*Introduction aux éphémérides astronomiques* dépasse largement le cadre strict de la *Connaissance des Temps* et nous nous sommes aussi donné comme but de faire le point sur un certain nombre de sujets d'astronomie et de mécanique céleste nécessaires à la compréhension et à l'utilisation des éphémérides.

3.2. Comité de rédaction

Le comité de rédaction est composé de M. Chapront-Touzé, B. Morando, J.-L. Simon et W. Thuillot.

3.3. Description de l'ouvrage

L'*Introduction aux éphémérides astronomiques* comporte dix chapitres.

• *1. Introduction* (auteurs : les membres du comité de rédaction). Ce chapitre de 14 pages comporte deux parties. La première est un historique de la *Connaissance des Temps* des origines à nos jours ; la deuxième décrit sommairement l'ouvrage, précise les notations utilisées, donne les listes des tables et des figures et récapitule la liste des auteurs avec leurs contributions.

• *2. Définitions et données astronomiques* (A. Bec-Borsenberger). Ce chapitre de 40 pages contient une présentation des systèmes d'unités (système fondamental et système UAI d'unités astronomiques) et des systèmes de constantes astronomiques UAI 1976 et IERS 1992. Il donne également un grand nombre de données astronomiques sur les objets du système solaire, aussi récentes que possible, et une analyse des valeurs successives des constantes astronomiques. Ce chapitre contient une vingtaine de tables et une bibliographie abondante.

• *3. Échelles de temps* (F. Mignard, B. Morando). Ce chapitre de 20 pages comporte une étude de l'évolution des échelles de temps. Il décrit les différentes échelles de temps utilisées et donne l'expression mathématique des relations qui existent entre elles ; on y trouve, en particulier, la table des principaux termes de la différence Temps dynamique barycentrique – Temps terrestre.

• *4. Systèmes de référence et changements de coordonnées* (M. Chapront-Touzé, N. Capitaine, J.-E. Arlot). Ce chapitre de 42 pages distingue le concept théorique, désigné par système de référence, de sa matérialisation astronomique, désignée par repère, et étudie les systèmes de référence en mécanique newtonienne et en mécanique relativiste. Il présente un certain nombre de repères célestes couramment utilisés et décrit les coordonnées publiées dans la *Connaissance des Temps*. Il étudie les transformations entre repères terrestre et céleste. Il donne enfin un grand nombre de formules concernant les changements de coordonnées.

• *5. Précession-nutation* (N. Capitaine, P. Bretagnon). Ce chapitre de 26 pages donne une définition du phénomène et de ses effets, une description et un historique des différentes composantes et une explication schématique de la précession-nutation luni-solaire. Il présente les formulaires de la précession les plus récents et la théorie UAI 1980 de la nutation.

• *6. Rotation de la Terre et Temps universel* (N. Capitaine). Ce chapitre fait 38 pages. Il décrit la rotation de la Terre et donne les bases de la théorie de ce phénomène pour une Terre rigide et une Terre non-rigide. Il traite également du Temps universel, de sa détermination à partir des observations et de sa relation de définition en fonction du temps sidéral. Il propose enfin une définition plus moderne du Temps universel UT1 à partir du concept d'origine non-tournante.

• *7. Corrections pour la réduction des observations.* Ce chapitre de 38 pages est divisé en trois parties. Les deux premières parties de ce chapitre (M. Chapront-Touzé, V.A. Brumberg) traitent des corrections de mouvement propre, de parallaxe et d'aberration pour les étoiles et pour les corps du système solaire. Les formulaires sont présentés en mécanique classique puis dans le cadre de la théorie de la relativité générale. La troisième partie (J. Kovalevsky) traite de la réfraction astronomique. On y trouve une théorie approchée du phénomène ainsi qu'un grand nombre de tables permettant de calculer les différentes corrections de réfraction.

• *8. Mouvement des corps du système solaire.* Ce chapitre de 144 pages est divisé en onze sous-chapitres : Théories planétaires (P. Bretagnon, J.-L. Simon) ; La Lune (M. Chapront-Touzé) ; Les satellites de Mars (M. Chapront-Touzé) ; Les satellites galiléens (J.-E. Arlot, J.-L. Sagnier, W. Thuillot, D.T. Vu) ; Les satellites faibles de Jupiter (A. Bec-Borsenberger, P. Rocher) ; Les satellites de Saturne (M. Rapaport) ; Les satellites d'Uranus (J. Chapront, J. Laskar) ; Les satellites de Neptune (P. Oberti) ; Charon, satellite de Pluton (F. Colas) ; Les comètes (P. Rocher) ; Les astéroïdes (P. Rocher).

D'une manière générale ces sous-chapitres comportent une partie historique, analysent la dynamique du problème et présentent les théories les plus récentes. Chaque sous-chapitre comporte un certain nombre d'aspects plus spécifiques comme, par exemple, les formulaires donnant les éléments orbitaux des corps (théories planétaires et lunaires, satellites), une description des phénomènes (satellites galiléens), la liste des comètes périodiques, etc.

• *9. Présentation des éphémérides de la Connaissance des Temps* (J. Chapront, G. Francou, J.-E. Arlot, J.-L. Simon). Ce chapitre de 40 pages donne les bases mathématiques des méthodes d'approximation utilisées pour représenter les éphémérides publiées dans la *Connaissance des Temps* (polynômes de Tchebychev, approximation par des fonctions mixtes). Il décrit l'élaboration de ces éphémérides à partir des théories, explique comment les utiliser et donne des exemples de calcul.

• *10. Éphémérides pour les observations physiques du Soleil, de la Lune, des planètes et des satellites* (B. Morando). Ce chapitre de 21 pages fournit les données les plus récentes sur les paramètres de rotation des corps du système solaire et donne des formulaires de calcul des quantités liées à la rotation des corps et à la phase.

• Un *glossaire* de 16 pages et un *index* de 10 pages sont donnés à la fin du volume.

4. Conclusion

L'*Introduction aux éphémérides astronomiques* est un ouvrage de 450 pages qui paraîtra en juin 1997 aux éditions de physique. Il est le fruit d'un travail collectif de grande ampleur. Plusieurs techniciens du laboratoire ont activement participé à la rédaction technique de l'ouvrage : V. Raoult (saisie des manuscrits, corrections d'épreuves, relecture complète de l'ouvrage), N. Baron (relecture du chapitre 2 et vérification de la bibliographie), Th. Derouazi (saisie des manuscrits), S. Lemaître-Pottier (réalisation des figures, relecture et responsabilité des problèmes d'édition, Ch. Ruatti (réalisation des figures).