
NOTES SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES
DU BUREAU DES LONGITUDES.

S 002

UNE ÉPHÉMÉRIDE DE PLUTON DE 1805 À 2030

POSITIONS HELIOCENTRIQUES - Equinoxe moyen et écliptique
de la date.

Jean CHAPRONT

Service des Calculs et de Mécanique Céleste du Bureau des Longitudes

ERA 808

77, avenue Denfert Rochereau

75014 PARIS

Janvier 1984

OBJET.

Le but de cette Note est de fournir une éphéméride des coordonnées écliptiques héliocentriques de la planète Pluton, couvrant un long intervalle de temps (83 000 jours). La source de cette éphéméride est l'intégration numérique du Jet Propulsion Laboratory DE200-LE-200 ("Development Ephemeris", 1982, Standish M., Williams J.G.).

Les trois coordonnées représentées sont :

V : Longitude écliptique héliocentrique rapportée à l'équinoxe moyen de la date t . Le repère est celui du FK5.

β : Latitude écliptique.

r : distance au Soleil.

L'une quelconque σ des 3 coordonnées (V , β , r) est exprimée sous la forme d'une série temporelle :

$$\sigma = c_0 + c'_0 \theta + \sum_{k=1}^{24} c_k \sin(k\nu\theta + \epsilon_k) \quad (1)$$

θ est le temps mesuré en années juliennes, depuis J2000, où

J2000 = 2 451 545.0 (date julienne).

$\theta = (t - J2000)/365.25$; t en jours.

ν est une fréquence voisine de celle de la planète Pluton :

$\nu = 0.025\ 333\ 3$ radian par an.

Les phases ϵ_k sont en radians.

Les coefficients c_0 , c'_0 , c_k ($k = 1, 24$) sont mesurées en radians pour v et β ; ils sont mesurés en unités astronomiques (UA), pour la distance r .

La formulation (1) des coordonnées (v , β , r) est le résultat d'une approximation de l'intégration numérique DE200 sur un intervalle fini du temps, par des fonctions périodiques, de période $2\pi/v$, et une dérive linéaire par rapport au temps : $c_0 + c'_0 \theta$

L'intervalle de validité de cette approximation est, en jours juliens : de 2 380 000.0 à 2 463 000 soit, du 13-02-1804 à 12 h au 13-05-2031 à 12 h.

La qualité de l'approximation se dégradant très vite hors des limites de l'intervalle, on n'utilisera pas les tables hors des dates précitées.

La précision interne de la représentation est obtenue par comparaison de la source avec son approximation. Elle est assurée dans les limites données dans le tableau qui suit :

Coordonnée	v (seconde d'arc)	β (seconde d'arc)	r (UA)
Précision	0".9	0".2	$13 \cdot 10^{-5}$

Différence maximale entre DE200 et son approximation.

Cette précision a été jugée suffisante compte tenu de l'incertitude dans la connaissance du mouvement de Pluton, évaluée à plusieurs secondes d'arc sur les mesures angulaires.

Pour faciliter la mise en oeuvre du formulaire, nous donnons ci-dessous 2 valeurs calculées avec notre approximation, et les valeurs correspondantes de l'*Astronomical Ephemeris* (valeurs en italique) qui utilise la même source que la notre (DE200), depuis 1984.

DATE	v	β	r
21 janv. 1984 0h	210°06'29".1	16°53'29".8	29.845 27
2 445 720.5	210°06'28".4	16°53'29".7	29.845 35
6 déc. 1984 0h	212°22'35".9	16°46'10".5	29.792 11
2 446 040.5	212°22'35".9	16°46'10".3	29.792 22

T A B L E S .

LONGITUDE.

$$\begin{aligned} v = 10^{-9} \times (& 4\ 170\ 392\ 025 \\ & + 25\ 577\ 190.382\ 0 \\ & + 486\ 541\ 537 \sin(v\theta + 0.243\ 784\ 810) \\ & + 88\ 758\ 718 \sin(2v\theta + 0.667\ 151\ 398) \\ & + 23\ 315\ 133 \sin(3v\theta + 1.053\ 563\ 71) \\ & + 6\ 831\ 450 \sin(4v\theta + 1.431\ 098\ 78) \\ & + 2\ 171\ 952 \sin(5v\theta + 1.877\ 613\ 4) \\ & + 869\ 308 \sin(6v\theta + 2.301\ 947\ 9) \\ & + 386\ 357 \sin(7v\theta + 2.403\ 065) \\ & + 70\ 814 \sin(8v\theta + 2.597\ 485) \\ & + 19\ 089 \sin(9v\theta + 5.296\ 34) \\ & + 45\ 227 \sin(10v\theta + 4.640\ 37) \\ & + 37\ 618 \sin(11v\theta + 3.806\ 41) \\ & + 27\ 293 \sin(12v\theta + 2.701\ 47) \\ & + 22\ 453 \sin(13v\theta + 1.502\ 29) \\ & + 19\ 231 \sin(14v\theta + 0.377\ 01) \\ & + 14\ 738 \sin(15v\theta + 5.558\ 86) \\ & + 10\ 497 \sin(16v\theta + 4.028\ 24) \\ & + 15\ 366 \sin(17v\theta + 2.574\ 60) \\ & + 28\ 987 \sin(18v\theta + 2.000\ 75) \\ & + 42\ 099 \sin(19v\theta + 2.220\ 68) \\ & + 114\ 786 \sin(20v\theta + 2.886\ 576) \\ & + 17\ 075 \sin(21v\theta + 0.395\ 60) \\ & + 3\ 475 \sin(22v\theta + 0.045\ 3) \\ & + 1\ 023 \sin(23v\theta + 5.347\ 5) \\ & + 292 \sin(24v\theta + 4.250) \end{aligned}) .$$

LATITUDE

$$\beta = 10^{-9} \times \left(\begin{aligned} &- 68\,499\,896 \\ &- 6\,006.989\,0 \\ &+ 278\,742\,248 \sin(\nu\theta + 2.250\,256\,128) \\ &+ 67\,778\,677 \sin(2\nu\theta + 2.498\,628\,906) \\ &+ 19\,177\,616 \sin(3\nu\theta + 2.789\,709\,34) \\ &+ 5\,861\,738 \sin(4\nu\theta + 3.100\,094\,58) \\ &+ 1\,890\,490 \sin(5\nu\theta + 3.408\,800\,9) \\ &+ 615\,764 \sin(6\nu\theta + 3.684\,916\,1) \\ &+ 185\,069 \sin(7\nu\theta + 3.929\,326) \\ &+ 49\,745 \sin(8\nu\theta + 4.616\,34) \\ &+ 31\,076 \sin(9\nu\theta + 5.029\,80) \\ &+ 18\,796 \sin(10\nu\theta + 4.858\,68) \\ &+ 9\,423 \sin(11\nu\theta + 4.030\,50) \\ &+ 6\,579 \sin(12\nu\theta + 2.726\,15) \\ &+ 6\,039 \sin(13\nu\theta + 1.598\,73) \\ &+ 5\,442 \sin(14\nu\theta + 0.548\,45) \\ &+ 5\,392 \sin(15\nu\theta + 5.891\,09) \\ &+ 5\,038 \sin(16\nu\theta + 5.251\,34) \\ &+ 3\,190 \sin(17\nu\theta + 5.579\,53) \\ &+ 7\,427 \sin(18\nu\theta + 0.481\,21) \\ &+ 16\,392 \sin(19\nu\theta + 0.757\,38) \\ &+ 3\,702 \sin(20\nu\theta + 4.518\,32) \\ &+ 14\,585 \sin(21\nu\theta + 1.960\,07) \\ &+ 2\,113 \sin(22\nu\theta + 1.957\,6) \\ &+ 384 \sin(23\nu\theta + 1.657) \\ &+ 87 \sin(24\nu\theta + 1.181) \end{aligned} \right).$$

DISTANCE.

$$r = 10^{-8} \times \left\{ \begin{array}{l} 4\ 066\ 860\ 689 \\ - \quad 43\ 143.290\ \theta \\ + \ 956\ 170\ 654\ \sin(\ \nu\theta + 4.969\ 369\ 006) \\ + \ 116\ 091\ 324\ \sin(\ 2\nu\theta + 5.248\ 149\ 55\) \\ + \ 22\ 689\ 724\ \sin(\ 3\nu\theta + 5.539\ 118\ 1\) \\ + \ 5\ 731\ 915\ \sin(\ 4\nu\theta + 5.649\ 361\ 9\) \\ + \ 1\ 259\ 503\ \sin(\ 5\nu\theta + 5.247\ 527\) \\ + \ 445\ 964\ \sin(\ 6\nu\theta + 3.268\ 626\) \\ + \ 514\ 169\ \sin(\ 7\nu\theta + 2.246\ 966\) \\ + \ 531\ 053\ \sin(\ 8\nu\theta + 0.700\ 032\) \\ + \ 333\ 004\ \sin(\ 9\nu\theta + 6.121\ 29\) \\ + \ 286\ 081\ \sin(10\nu\theta + 5.065\ 35\) \\ + \ 239\ 218\ \sin(11\nu\theta + 4.024\ 34\) \\ + \ 197\ 591\ \sin(12\nu\theta + 2.974\ 36\) \\ + \ 163\ 201\ \sin(13\nu\theta + 1.922\ 06\) \\ + \ 134\ 220\ \sin(14\nu\theta + 0.876\ 74\) \\ + \ 108\ 006\ \sin(15\nu\theta + 6.096\ 65\) \\ + \ 95\ 967\ \sin(16\nu\theta + 4.948\ 10\) \\ + \ 87\ 035\ \sin(17\nu\theta + 3.906\ 76\) \\ + \ 97\ 635\ \sin(18\nu\theta + 3.174\ 43\) \\ + \ 97\ 521\ \sin(19\nu\theta + 3.391\ 72\) \\ + \ 428\ 243\ \sin(20\nu\theta + 4.519\ 66\) \\ + \ 107\ 232\ \sin(21\nu\theta + 1.721\ 27\) \\ + \ 13\ 709\ \sin(22\nu\theta + 2.144\ 3\) \\ + \ 2\ 981\ \sin(23\nu\theta + 2.298\) \\ + \ 1\ 181\ \sin(24\nu\theta + 2.485\) \end{array} \right\}.$$