

Passage de la Terre au périhélie en janvier 2021

P. ROCHER, © INSTITUT DE MECANIQUE CELESTE ET DE CALCUL DES EPHEMERIDES – OBSERVATOIRE DE PARIS

Introduction

Selon les lois de Kepler, le barycentre Terre-Lune suit en première approximation une orbite elliptique autour du Soleil. On peut donc calculer les distances minimales (périhélies) et maximales (aphélie) entre le centre du Soleil et le centre de la Terre. Ces deux positions correspondent aux extrémités du grand axe de l'ellipse (*l'axe des absides*). En raison de la loi des aires, la vitesse angulaire héliocentrique de la Terre est la plus lente à l'aphélie et la plus rapide au périhélie.

Définition

En réalité le problème est plus complexe. Le barycentre Terre-Lune tourne autour du centre de gravité du système solaire et la Terre tourne autour du centre de gravité du système Terre-Lune. On doit donc calculer la position du barycentre Terre-Lune dans un repère centré sur le Soleil, puis calculer la position de la Lune par rapport à la Terre et en déduire la position de la Terre par rapport au barycentre Terre-Lune, cela permet d'avoir les coordonnées du centre de la Terre par rapport au centre du Soleil et la distance géométrique entre le centre du Soleil et le centre de la Terre. De plus l'orbite du barycentre Terre-Lune n'est pas képlérienne, mais subit les perturbations des autres planètes du système solaire. Cela se traduit par des variations des paramètres de l'ellipse osculatrice notamment son excentricité et son demi-grand axe et cela crée une avance de son périhélie (et de son aphélie). Le demi-grand axe tourne de 11,61" dans le sens direct (un tour en environ 111 600 ans). La période moyenne de révolution du barycentre Terre-Lune dans un repère tournant avec le demi-grand axe porte le nom de révolution anomalistique moyenne. C'est le temps moyen que met le barycentre Terre-Lune pour revenir à une même position dans un repère tournant avec le demi-grand axe. Cette période moyenne est de 365,24964134 jours, soit 365 jours 6h 13m 53,01s. Comme l'excentricité et le demi-grand axe ne sont pas constants, les distances Terre-Soleil au périhélie et à l'aphélie vont varier au cours du temps. De même le temps séparant deux passages consécutifs à son périhélie (la révolution anomalistique vraie) ne sera pas constant, mais va varier autour de la période de révolution anomalistique moyenne. Enfin notre calendrier, le calendrier grégorien, est construit de manière à suivre les saisons (la révolution tropique), c'est-à-dire le mouvement rétrograde de la ligne des équinoxes, le mouvement du demi-grand axe se faisant dans le sens direct cela va se traduire par des dates des passages au périhélie (et à l'aphélie) qui vont avancer dans notre calendrier au cours du temps.

Le passage au périhélie en janvier 2021

Si l'on prend comme échelle de temps le Temps universel coordonné (UTC), le passage au périhélie de la Terre en 2021 tombe le samedi 2 janvier à 13h 50m 35s UTC (14h 50m 35s en

temps légal français). La distance du centre de la Terre au centre du Soleil sera alors de 147 093 162,574 km et le diamètre apparent géocentrique du Soleil sera de 32' 31,94".

Le tableau ci-dessous donne les dates des passages au périhélie pour les années 2016 à 2026 ainsi que les distances de la Terre au Soleil.

Dates en UTC	Distances au Soleil	Écart de distance avec le passage précédent	Révolution anomalistique vraie
02/01/2016 à 22h 48m 45s	147 100 175,837 km	3 972 km	363,67539 j
04/01/2017 à 14h 17m 50s	147 100 997,873 km	822 km	367,64520 j
03/01/2018 à 05h 34m 43s	147 097 232,834 km	-3 765 km	363,63672 j
03/01/2019 à 05h 19m 59s	147 099 760,467 km	2 528 km	364,98977 j
05/01/2020 à 07h 47m 54s	147 091 143,611 km	-8 617 km	367,10272 j
02/01/2021 à 13h 50m 35s	147 093 162,574 km	2 019 km	363,25186 j
04/01/2022 à 06h 54m 38s	147 105 052,497 km	11 890 km	366,71115 j
04/01/2023 à 16h 17m 24s	147 098 924,694 km	-6 128 km	365,39081 j
03/01/2024 à 00h 38m 31s	147 100 632,463 km	1 708 km	363,34800 j
04/01/2025 à 13h 28m 01s	147 103 686,330 km	3 054 km	367,53437 j
03/01/2026 à 17h 15m 32s	147 099 894,004 km	-3 792 km	364,15800 j

Tableau 1: Dates des passages au périhélie.

On remarque que la date du passage au périhélie évolue sur cette période entre le 2 et le 5 janvier. Les différences de distances entre deux passages consécutifs s'expliquent en partie par le mouvement de la Terre autour du barycentre Terre-Lune, par la phase de la Lune et par la position de la Lune par rapport à son apogée et son périhélie. Les autres écarts sont dus au mouvement du centre du Soleil par rapport au centre de gravité du système solaire et aux perturbations planétaires sur l'orbite du barycentre Terre-Lune.

La distance entre le barycentre Terre-Lune et le centre de la Terre varie en fonction la distance Terre-Lune donc de la position de la Lune sur son orbite par rapport à son périhélie et son apogée (~ 4950km à l'apogée et ~ 4500km au périhélie). La distance Terre-Soleil est la somme dans l'espace du vecteur Soleil barycentre Terre-Lune et du vecteur barycentre Terre-Lune centre de la Terre. Les plus gros écarts ont lieu entre un périhélie à la nouvelle Lune et un périhélie à la pleine Lune.

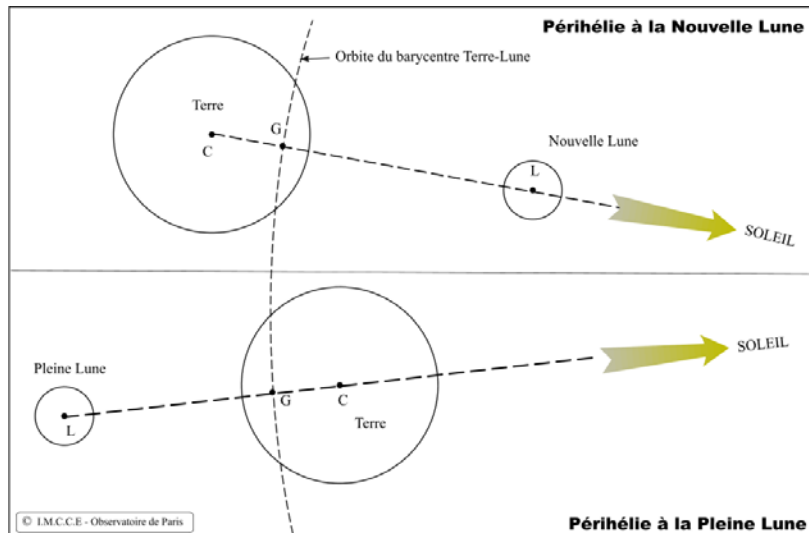


Figure 1 : Différence de distance entre deux périhélie consécutifs.

La figure ci-dessus nous montre le cas des passages au périhélie de 2022 et 2023. Sur la figure G est le barycentre Terre-Lune dont l'orbite est presque elliptique, L le centre de la Lune, C le centre de la Terre et S le centre du Soleil. Pour simplifier la figure, on a mis la Lune dans le plan de l'écliptique et on a supposé que les périhélie avaient lieu à la nouvelle Lune et à la pleine Lune. En 2022, la Terre passe au périhélie le 4 janvier, deux jours après la nouvelle Lune, la distance ST est donc proche $SG+CG$. En 2023 la Terre passe au périhélie le 4 janvier et la pleine Lune a lieu le 6 janvier, la distance ST est donc proche $SG - CG$. La différence de distance à périhélie est donc de l'ordre de moins $2 CG$, ce qui est bien le cas ($-6\ 128$ km).

Évolution sur un siècle

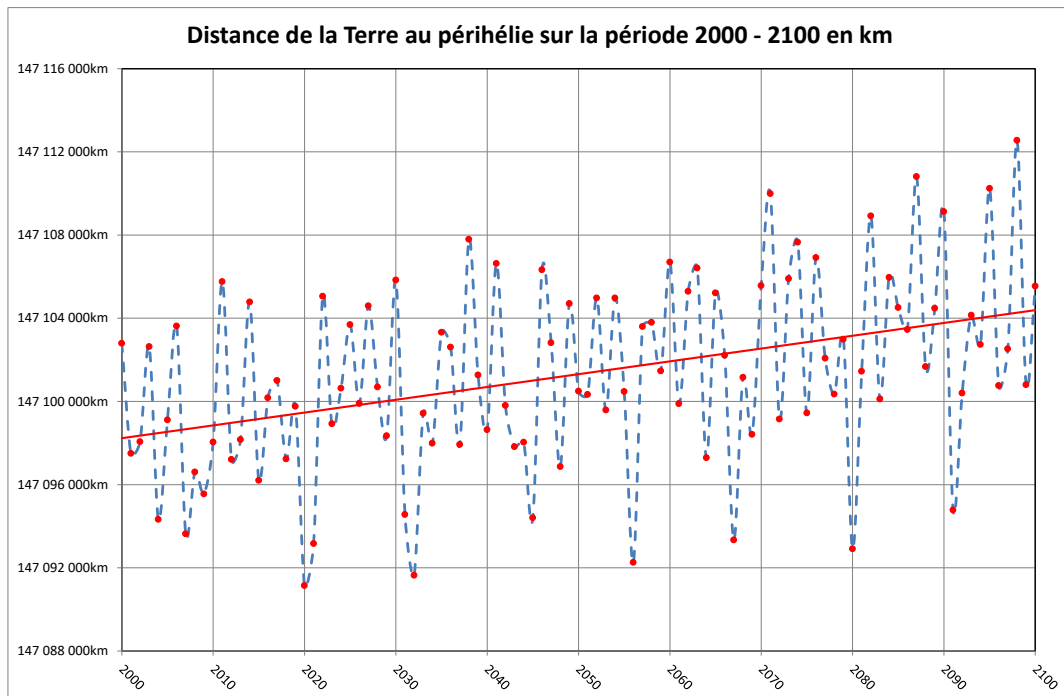


Figure 2 : Évolution des passages au périhélie 2000 et 2100

La figure ci-dessus montre l'évolution des distances au périhélie sur la période de 2000 à 2100, la ligne rouge montre l'évolution moyenne de la distance périhélie sur cette période. Vers la fin du siècle et au début du siècle suivant, les dates des passages au périhélie évoluent entre le 4 et le 7 janvier.

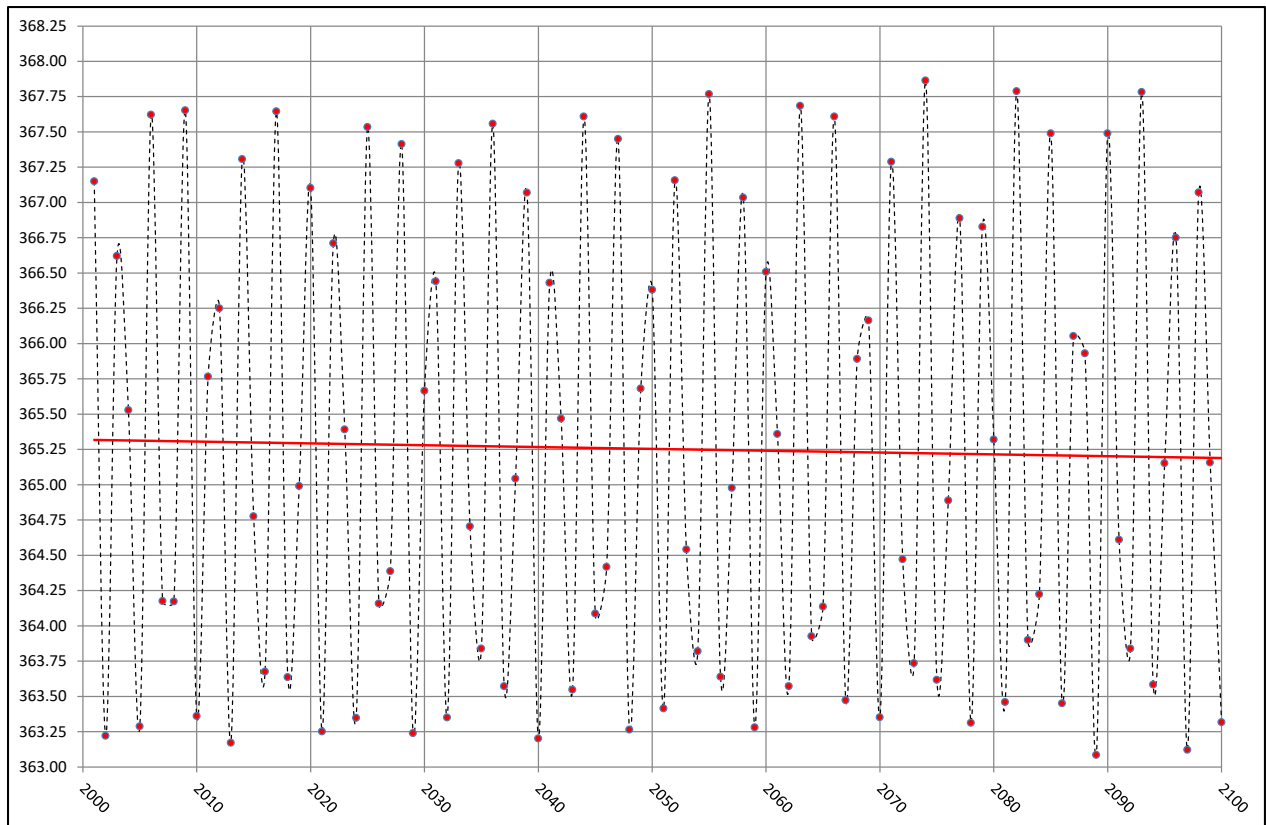


Figure 3 : Évolution de la durée des révolutions anomalistiques vraies au périhélie en 2001 et 2100

La figure ci-dessus donne l'évolution de la durée des révolutions anomalistiques vraies séparant deux passages consécutifs au périhélie. On constate que ces durées évoluent dans un intervalle dont l'amplitude est de l'ordre de quatre jours. La plus faible période est celle comprise entre 2089 et 2090 (363,08468 jours) et la plus longue est celle comprise entre 2074 et 2075 (367,86362 jours). La valeur moyenne des révolutions anomalistiques sur cette période est de 365,25358 jours, cette valeur est légèrement supérieure à la valeur de la révolution anomalistique moyenne (365,24964 jours) calculée à l'aide des éléments moyens de l'orbite terrestre. Cet écart s'explique par le fait que la révolution anomalistique moyenne de 365,24964 jours est indépendante de la position sur l'ellipse, alors que la valeur moyenne que nous calculons dépend d'un point spécifique de l'ellipse, son périhélie.

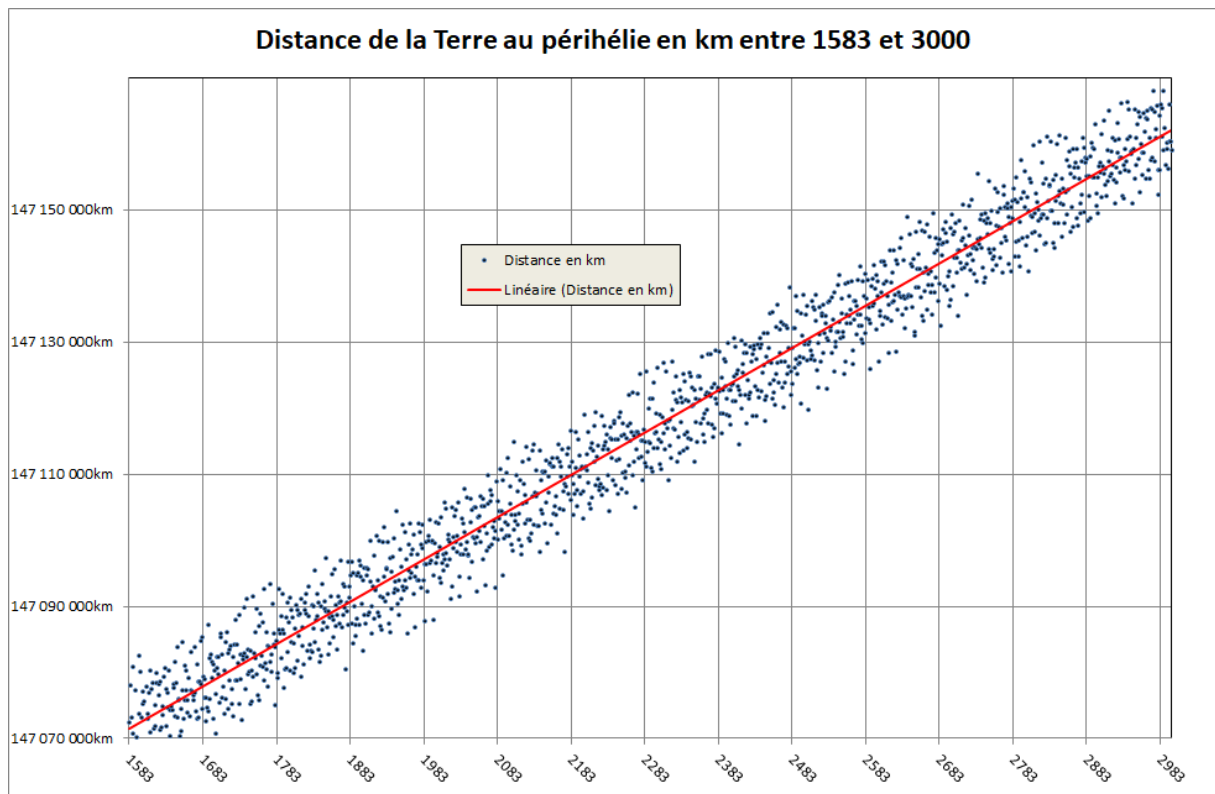


Figure 4 : Évolution des distances au périhélie entre 1583 et 3000.

La figure ci-dessus montre l'évolution des distances au périhélie entre 1583 (début du calendrier grégorien) et l'an 3000. La ligne en rouge montre l'évolution moyenne de ces valeurs. On observe bien une augmentation de la distance moyenne sur cette période.

À l'époque de la création du calendrier grégorien, les dates des passages au périhélie évoluaient entre le 26 et le 28 décembre. Vers la fin du millénaire, les dates des passages au périhélie évolueront entre le 18 et le 21 janvier.