

RÉSUMÉ : Dans ces prochaines années, le Swiss Space Center prévoit de lancer un satellite d'observation d'exoplanètes nommé CHEOPS. Nous nous sommes intéressés à la possibilité de l'envoyer sur une orbite de Lyapunov autour du deuxième point de Lagrange (L2).

POINTS DE LAGRANGE

L2 est l'un des cinq points de Lagrange du système Terre-Soleil. En ce point, les actions cumulées du Soleil et de la Terre sont compensées par la force centrifuge. Par la première loi de Newton et en posant l_2 la distance Terre-L2, on a :

$$l_2 = 1.5 \times 10^6 \text{ km.}$$

Ce point, fixe par rapport à la Terre, est stratégique pour l'observation d'exoplanètes.

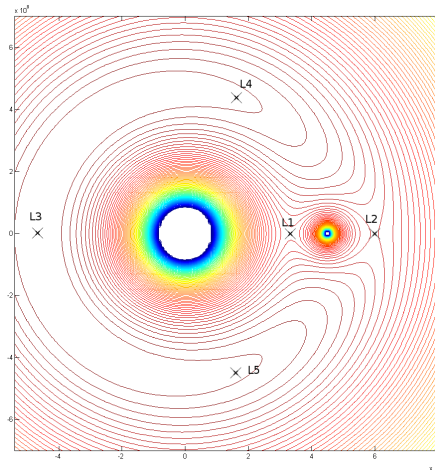


FIGURE 1 : Équipotentiels d'un système à deux corps obtenues avec Matlab

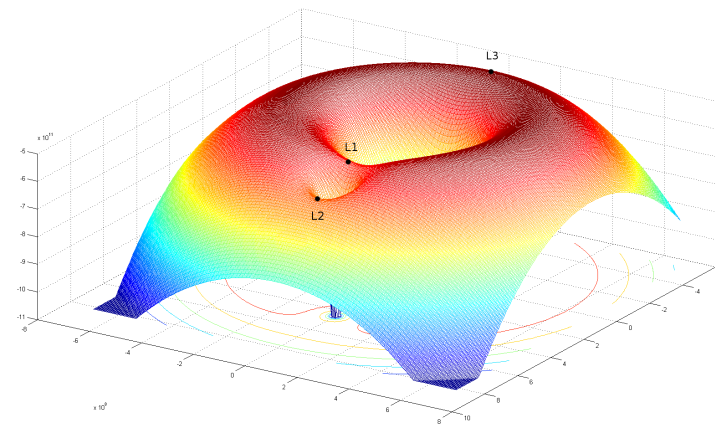


FIGURE 2 : Champ de l'énergie potentielle d'un système à deux corps obtenu avec Matlab

DÉTERMINATION D'UNE ORBITE

Nous avons utilisé un logiciel de modélisation spatiale STK/Astrogator pour obtenir une orbite de Lyapunov autour de L2. Comme L2 est un point instable, il a fallu introduire des manœuvres pour corriger la trajectoire du satellite.

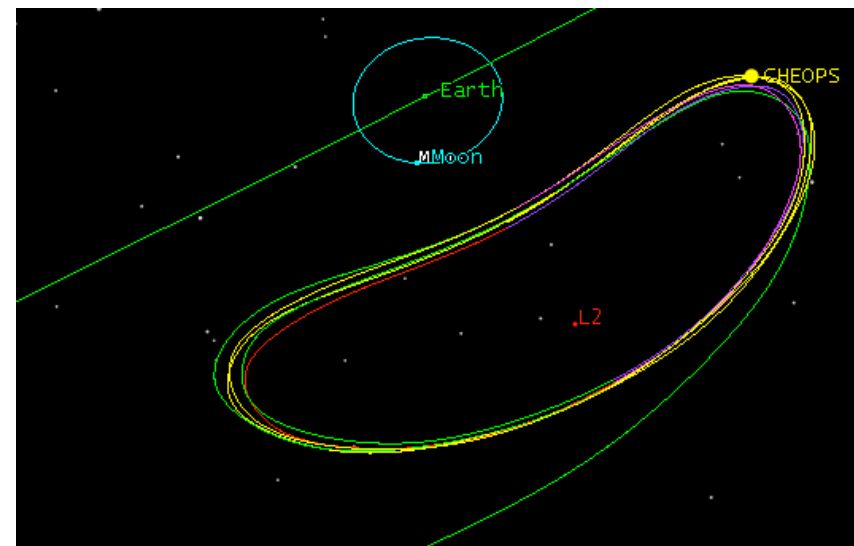


FIGURE 3 : Orbite de Lyapunov obtenue sur STK

Caractéristiques de l'orbite		
Dimensions	selon l'axe X	$\simeq 0.7 \times 10^6 \text{ km}$
	selon l'axe Y	$\simeq 3 \times 10^6 \text{ km}$
Nombre de révolutions autour de L2		$\simeq 5.5$
Date de début de la mission		1 juin 2004
Date de fin de la mission		13 novembre 2007
Durée de la mission		$\simeq 3 \text{ ans et } 6 \text{ mois}$
Nombre de manœuvres		4

TABLEAU 1 : Caractéristiques de l'orbite

CONCLUSION

L'étude de la stabilité de L2 nous a amené à nous intéresser aux orbites de Lyapunov. Après avoir compris l'explication physique sous-jacente à ce type d'orbites, nous avons réussi à en simuler une sur STK, fournissant par là même des informations pratiques permettant au Swiss Space Center d'estimer plus précisément le déroulement et les coûts d'une telle mission.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Neil J. Cornish. *The lagrange points*. <https://www.map.gsfc.nasa.gov/ContentMedia/lagrange.pdf>, Nasa.
- [2] Wang Sang Koon, Martin W. Lo, Jerrold E. Marsden, and Shane D. Ross. *Dynamical systems the three-body problem and space mission design*. http://www.cds.caltech.edu/~koon/book/KoLoMaRo_DMissionBk.pdf, 2006. California Institute of Technology.
- [3] Tapan R. Kulkarni and Daniele Mortari. *Low energy interplanetary transfers using halo orbit hopping method with STK/Astrogator*. <https://www.agi.com/downloads/corporate/partners/edu/SFMpaper.pdf>, Texas AM University.