

En route vers les planètes

La programmation d'un outil pour déterminer des trajectoires de fusée

L'objectif du travail était de programmer un logiciel permettant de déterminer des trajectoires entre la Terre et une planète cible. Pour atteindre les planètes Saturne, Uranus et Neptune, une assistance gravitationnelle est utilisée au niveau de Jupiter.

Simulation des orbites planétaires : La chose la plus importante en planifiant des trajectoires interplanétaires, c'est de pouvoir prédire avec précision la vitesse et la position des planètes. Pour résoudre les équations différentielles décrivant ces orbites, j'ai testé plusieurs méthodes d'intégration numérique. Grâce à la méthode d'intégration de Gauss-Jackson, pour laquelle je me suis décidé, des résultats très précis ont pu être obtenus. Ces orbites sont montrées sur l'image 1. Les données planétaires et les conditions initiales sont basées sur celles de la NASA.

Sur la base de ces données planétaires, il est maintenant possible de calculer une trajectoire. Ce calcul est grandement simplifié grâce à une approximation appelée « approximation par tronçons de coniques ». En termes simples, celle-ci consiste à considérer l'influence gravitationnelle de seulement un seul corps céleste à la fois. L'image 2 illustre la taille des zones d'influence des planètes, tandis que l'influence gravitationnelle du Soleil est représentée en orange.

Pour parvenir à la trajectoire finale, des concepts décrits dans la littérature ont dû être complétés par mes propres méthodes.

Pour estimer la précision de la trajectoire obtenue, j'ai effectué une seconde simulation qui calcule la trajectoire en prenant en compte toutes les planètes. Les images 3 et 4 illustrent deux exemples de trajectoires.

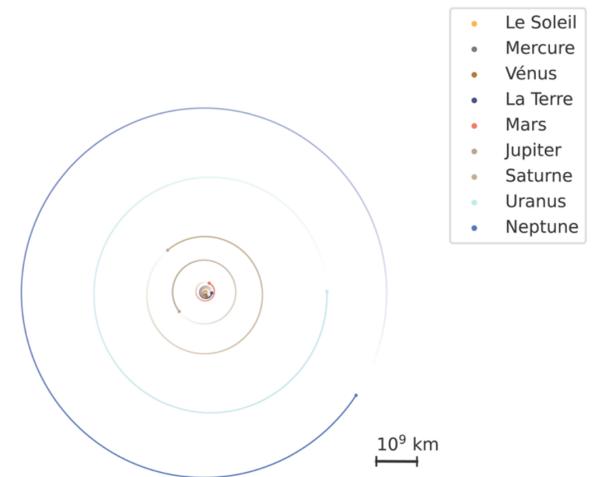


Image 1 : Les orbites des planètes calculées à l'aide de ma simulation.

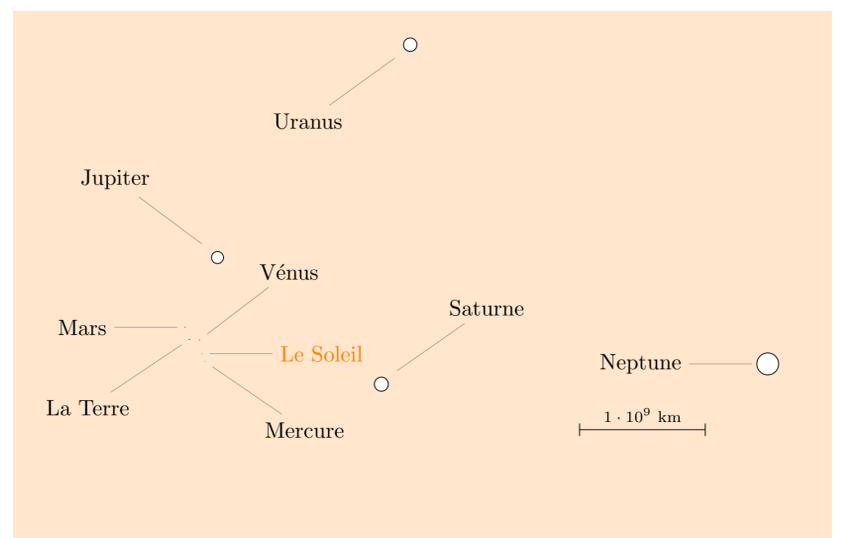


Image 2 : L'influence des différents corps célestes.

Résultats:

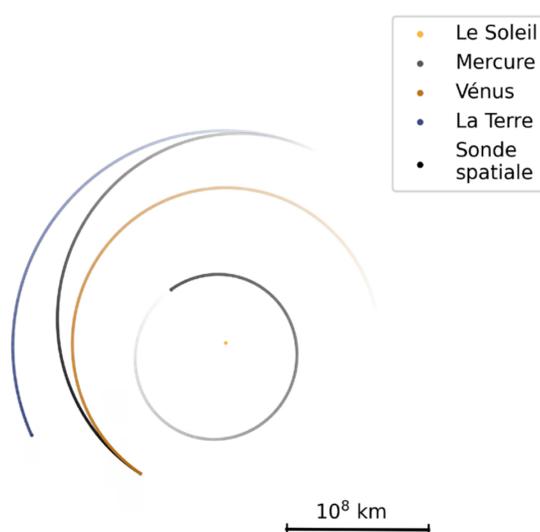


Image 3 : Une trajectoire vers Vénus qui serait utilisable en pratique.

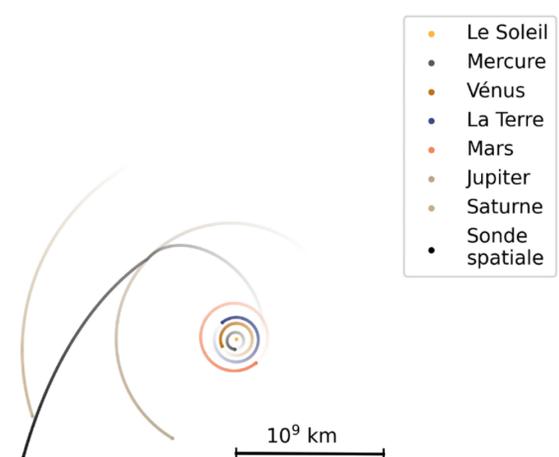


Image 4 : Une trajectoire vers Saturne avec une assistance gravitationnelle à Jupiter. Elle pourrait servir de valeur initiale pour un programme d'optimisation.



Gabriel Abegg
Travail de Maturité à la Kantonsschule Zürich Nord
Sous le mentorat de Christian Prim.
gabrielleonabegg@proton.me
Zürich 2025