

Étude De La Trajectoire Des Corps Célestes à L'Aide Des Points De Lagrange.

Les risques de collisions entre objets célestes augmentent, notamment avec la pollution de l'espace (comme la récente collision entre le satellite Chinois Yunhai 1-02 et un morceau d'une fusée russe). Il est donc intéressant d'étudier les trajectoires de ces objets.

L'étude des astéroïdes rentre dans le cadre de la prévention puisque le travail effectué permettra de prédire la trajectoire des astéroïdes et d'éventuelles collisions entre corps célestes.

Ce TIPE fait l'objet d'un travail de groupe.

Liste des membres du groupe :

- CHENDEA Anton

Positionnement thématique (ETAPE 1)

INFORMATIQUE (Informatique pratique), PHYSIQUE (Mécanique), MATHÉMATIQUES (Géométrie).

Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Points de Lagrange</i>	<i>Lagrange points</i>
<i>Observation Objets Célestes</i>	<i>Observing Celestial Objects</i>
<i>Traitement d'image</i>	<i>Image processing</i>
<i>Trajectoire</i>	<i>Trajectory</i>
<i>Risques de collision</i>	<i>Risk of collisions</i>

Bibliographie commentée

Les points de Lagrange d'un système composé de deux astres sont les points en lesquels les forces exercées par ces astres se compensent. Un corps positionné en l'un de ces points serait donc immobile [1]. Cette immobilité est avantageuse, notamment pour les points de Lagrange du système Terre/Soleil, lorsque l'on veut envoyer un satellite pour observer l'univers (le James Webb télescope par exemple au point L2) ou le Soleil (le satellite SOHO situé au point L1).

Le calcul de leur position se fait par la résolution d'un problème à trois corps restreint dont les conditions initiales permettent la résolution. La résolution de ce problème peut se faire de manière analytique et informatique [2] ou théorique [3]. La résolution théorique (à l'aide du principe fondamental de la dynamique et des lois de Kepler) permet de démontrer qu'il existe exactement cinq points de Lagrange pour un système donné et de connaître leurs positions. Les trois points L1, L2 et L3 sont parfois appelés les points d'Euler, qui a contribué à leur découverte (en 1764). Ils ont été nommés en l'honneur du mathématicien Joseph-Louis Lagrange qui a trouvé la positions des

points L4 et L5 (en 1772).

Une éruption solaire est un phénomène hélio-sismique potentiellement dangereux [4], car il peut notamment endommager les satellites et perturber le champ magnétique terrestre. L'observation optique précise du Soleil et des rayonnements de l'astre peuvent permettre de comprendre ce phénomène [5] et ainsi de mettre en place un protocole afin de prévoir les éruptions futures. [8] Ces observations sont donc facilitées par l'envoi d'un satellite au point L1.

Enfin, en observant un corps céleste depuis plusieurs points de Lagrange, on peut déterminer sa taille, sa position, sa vitesse et sa trajectoire. En effet, à l'aide de cinq images prises en cinq endroits différents, on peut estimer la taille moyenne de l'astéroïde en pixel pour chaque image. [7] Puis, en connaissant la distance entre les points de Lagrange, on peut convertir la taille d'un pixel en mètre. On peut aussi estimer les variations de luminosité pour connaître la forme, la vitesse et la trajectoire de l'objet céleste étudié [6]. Ainsi, on peut prévoir tout risque de collision d'un tel corps avec la Terre.

Problématique retenue

Prédire les éventuelles chutes d'astéroïdes sur la Terre à partir de l'étude des points de Lagrange

Objectifs du TIPE

- Déterminer la position des cinq points de Lagrange
- Concevoir un algorithme permettant de déterminer la taille, la position, la vitesse et la direction d'un objet pris en photo sur les cinq points de Lagrange.
- Déterminer la trajectoire d'un objet étudié à l'aide des informations élémentaires récoltées.
- Déterminer la probabilité que l'objet rentre en collision ou non avec la Terre.

Références bibliographiques (ETAPE 1)

- [1] COURSGRATUITS : Points de Lagrange : <http://astronomie.coursgratuits.net/mecanique-celeste/points-de-lagrange.php>
- [2] CNRS : Calcul de la position du point de Lagrange L1 : <http://lpc2e.cnrs-orleans.fr/~ddwit/enseignement/lagrange.pdf>
- [3] GILBERT GASTEBOIS : Les points de Lagrange : http://gilbert.gastebois.pagesperso-orange.fr/java/poincare/lagrange/lagrange_theorie.pdf
- [4] WIKIPEDIA : Éruption solaire : https://fr.wikipedia.org/wiki/Éruption_solaire
- [5] JEAN PAUL ZHAN : Les éruptions solaires : <https://adsabs.harvard.edu/full/1966LAstr..80..359Z>
- [6] CNRS : Les observations des astéroïdes et comètes : <https://www.insu.cnrs.fr>
- [7] ALAIN MAURY : MAP historique et description : <https://www.spaceobs.com/Blog-de-Alain-Maury/MAP-historique-et-description>
- [8] HARVARD : astrophysics data system : <https://ui.adsabs.harvard.edu/>

DOT

- [1] *Septembre : Pour pouvoir comprendre les enjeux et les problèmes liés à ce sujet, il est nécessaire de se documenter sur les points de Lagrange.*
- [2] *Octobre : Pour exploiter des données récoltées à partir des points de Lagrange, nous avons d'abord cherché à trouver leur position. Puis, nous avons affiné nos résultats à l'aide d'une résolution informatique.*
- [3] *Décembre : En supposant connaître les angles L_4 - L_5 -Objet et L_5 - L_4 -Objet, et en utilisant le théorème d'Al-Kashi, les formules trigonométriques et les coordonnées positions des points de Lagrange, j'ai pu trouver la distance Soleil-Objet. Cela me permet de localiser l'objet observé sur sa coordonnée radiale.*
- [4] *Janvier : À partir de deux images prises aux points L_4 et L_5 , j'ai pu déterminer les angles nécessaires et implémenter la formule donnant la distance Soleil-Objet. Cependant, il est difficile d'identifier une même étoile sur deux images différentes. On suppose alors qu'il n'y a qu'une étoile sur les images.*
- [5] *Mars : À l'aide de plusieurs photos, on peut déterminer les coordonnées vitesses de l'objet et ainsi implémenter un algorithme permettant de déterminer si l'objet croise la trajectoire de la Terre. On simplifie le problème en supposant que cette trajectoire est quasi-rectiligne avant de croiser l'orbite terrestre.*
- [6] *Mai : Lorsque l'objet est suffisamment proche de la terre, on peut utiliser les formules trigonométriques pour déterminer sa taille, puis sa masse. J'ai ensuite implémenté un algorithme permettant de faire cela à l'aide de deux images, puis expérimenté sur des objets de petite taille.*
- [7] *juin : Il est difficile de simuler l'univers à travers deux photos. Cependant, j'ai pu vérifier la justesse des calculs et de quelques algorithmes.*