

 <p>Ecole Internationale des Sciences du Traitement de l'Information</p>	<h2>SUJET D'ATELIER 1</h2>	
<p>PREPA 1</p>	<p>Année 2018 - 2019</p>	<p>Nombre de page : 3</p>

I. Contexte :

Ce travail est consacré à l'étude des points de Lagrange. L'objectif est de comprendre la physique du problème dans son intégralité : Théorie, Modélisation et Expérience.

L'étude **théorique** est réalisée grâce aux connaissances acquises en cours de Mécanique 1 du premier semestre.

La **modélisation** est la base de la démarche scientifique : on découpe un bout de réalité, compliqué, et on en fait une représentation abstraite à laquelle on va appliquer une théorie. Le modèle obtenu n'est pas forcément figé : on peut en faire une première étude d'un modèle très simpliste, puis ajouter des paramètres qui avaient été mis de côté dans la première modélisation pour tenter d'obtenir un modèle plus proche du réel.

Concernant l'**expérience** dans le cadre de cet Atelier, il s'agit de réaliser des expériences numériques à l'aide de quelques méthodes numériques simples. Elle a pour but d'éprouver ou d'invalider la théorie utilisée. L'accent est mis sur l'interprétation physique du problème, sur l'interactivité des expériences numériques, et **non** sur les méthodes numériques mises en œuvre.

II. Consignes du travail :

Après l'étude théorique et modélisation, un rapport est à remettre.

La partie d'expérience numérique est réalisé par des simulations sur Matlab. L'évaluation est faite via un dépôt d'un script Matlab et/ou les TP notés. Quelques cours d'initiations au Matlab et méthodes numériques sont programmés.

Il s'agit d'un sujet ouvert. Les étudiants ont la liberté d'une possibilité de développer au-delà des suggestions citées dans les parties III. et IV suivantes :

III. Etude théorique et modélisation :

Soit un système où un corps tourne autour d'un autre beaucoup plus gros (par exemple, la Terre autour du Soleil ou la Lune autour de la Terre etc..). On s'aperçoit qu'il existe 5 positions dans cet ensemble où un troisième corps (un satellite, des astéroïdes, etc..) peut résider de façon fixe stable ou instable (d'où le nom de problème de trois corps, *three body problem* en anglais).

Pour calculer ces points, nous avons besoin de quelques rappels suivants :

- Gravité, loi d'attraction universelle
- Loi de mécanique de Newton
- Force centrifuge / centripète : Mouvement circulaire.

Ces notions peuvent être rappelées dans le rapport théorique.

Pour calculer théoriquement les points de Lagrange, il est conseillé de :

- 1) Définir et comprendre les points de Lagrange
- 2) Choisir un ou plusieurs modèles théoriques et le(s) résoudre analytiquement. Mentionner dans chaque modèle le système étudié, le référentiel d'étude, le bilan des forces, le repère choisi, l'application de la PFD.
- 3) Commenter les résultats obtenus.
- 4) Discuter la stabilité des points Lagrange
- 5) Ajouter éventuellement les paramètres afin d'obtenir un modèle approché de la réalité.
- 6) Comparer avec les travaux existants et/ou les autres approches.
- 7) Ajouter les ouvertures (scientifiques, techniques...) et applications
- 8) Etudier éventuellement le problème au point de vue énergétique (facultatif)

Enfin, les études bibliographiques sont indispensables.

IV. Expérience numérique

L'objectif est de trouver les points de Lagrange par simulations numériques et comparer avec le résultat obtenu théoriquement. On rappelle que l'accent est mis sur l'interprétation physique du problème, sur l'interactivité des expériences numériques, et **non** sur les méthodes numériques mises en œuvre.

- 1) Définir un ou plusieurs modèles à simuler. Par exemple les points de Lagrange du système Terre-Lune ou du système Soleil-Terre, etc...
- 2) Dans un repère choisi, trouver l'expression de l'accélération du troisième corps (satellite par exemple)
- 3) Pour déterminer les points de Lagrange, quelle est la condition imposée à l'accélération ?
- 4) Utiliser les méthodes numériques (méthode de Newton, ...), retrouver les points de Lagrange. Cette étape est divisée en plusieurs sous-étapes qui seront guidées par le(s) professeur(s) si nécessaire.
- 5) Discuter le résultat. Comparer avec l'étude théorique. Améliorer le résultat si nécessaire.
- 6) Le modèle utilisé est-il adapté ? Comparer avec les simulations existantes.

Quelques paramètres suggérés et à trouver :

- constante de gravitation : $g = 6,67 \cdot 10^{-11}$ U.S.I
- masse de la Terre : $M_T = 5.975 \cdot 10^{24}$ kg
- masse de la Lune : $M_L = 7.35 \cdot 10^{22}$ kg

- distance Terre-Lune : $d_{TL} = 3.84402 \cdot 10^8 \text{ m}$
- période de rotation de la Lune autour la Terre : $T_r = 27,55 \text{ jours}$ (à convertir en U.S.I)
- trouver la pulsation (vitesse de rotation) ω de la Lune
- dans un repère orthonormé (O, x, y) avec O centre de gravité du système Terre-Lune, Ox l'axe Terre-Lune, les coordonnées de la Terre sont $x_T = -\frac{M_L}{M_T} d_{TL}$; $y_T = 0$
- dans le même repère, trouver les coordonnées de la Lune : x_L, y_L

V. Autres

Il est possible, si le temps le permet, d'étudier un des problèmes suivants :

- Mouvement rectiligne avec une force de frottements visqueux proportionnelles à la vitesse ou à la racine carré de vitesse dans différents régimes (transitoire, permanent). Il s'agit des mouvements d'un ballon sonde, ludion, ...
- Mouvement de satellites
- Mouvement de pendule simple

Les démarches sont les mêmes que l'étude des points de Lagrange. On peut utiliser ici une méthode très simple (méthode d'Euler) afin de mettre en évidence ces mouvements.