

Three body problem

HMMA238 - Developpement logiciel

Mohamed Fattouhy Amine Touzani Gueladio Niasse
Laura El Kaïm

Faculté des Sciences - Université de Montpellier

25/04/2021

Introduction

Présentation du problème

- ▶ Approche historique
- ▶ Approche physique
 - ▶ Problème à n corps
 - ▶ Problème à 2 puis 3 corps
- ▶ Approche mathématiques

Plan

- ▶ Résolutions mathématiques
 - ▶ Problème à 2 corps
 - ▶ Problème à 3 corps
- ▶ Visualisation
 - ▶ Alpha Centauri A et Alpha Centauri B
 - ▶ Trajectoire de la Terre autour du soleil
 - ▶ Trajectoire de Mars autour du soleil
 - ▶ Problème à 3 corps
- ▶ Conclusion

Résolutions mathématiques

Première approche : Alpha Centauri A et Alpha Centauri B

- Force d'attraction gravitationnelle entre 2 corps :

$$\vec{F} = \frac{Gm_1m_2}{r^2}\hat{r}$$

- Principe fondamental de la dynamique :

$$m_1 \frac{d^2 \vec{r}_1}{dt^2} = \frac{Gm_1m_2}{r^3} \vec{r}_{12}$$

Problème à 3 corps

- Équations Newtoniennes du mouvement :

$$\ddot{\mathbf{r}}_1 = -Gm_2 \frac{\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_2}{|\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_2|^3} - Gm_3 \frac{\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_3}{|\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_3|^3},$$

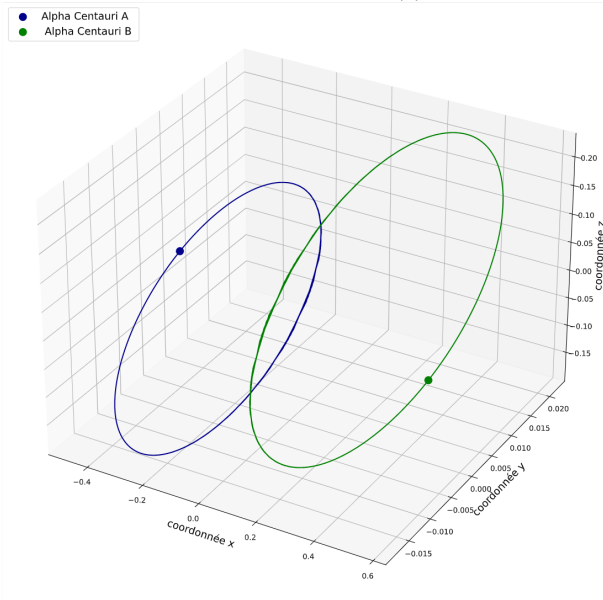
$$\ddot{\mathbf{r}}_2 = -Gm_3 \frac{\mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_3}{|\mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_3|^3} - Gm_1 \frac{\mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1}{|\mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1|^3},$$

$$\ddot{\mathbf{r}}_3 = -Gm_1 \frac{\mathbf{r}_3 - \mathbf{r}_1}{|\mathbf{r}_3 - \mathbf{r}_1|^3} - Gm_2 \frac{\mathbf{r}_3 - \mathbf{r}_2}{|\mathbf{r}_3 - \mathbf{r}_2|^3},$$

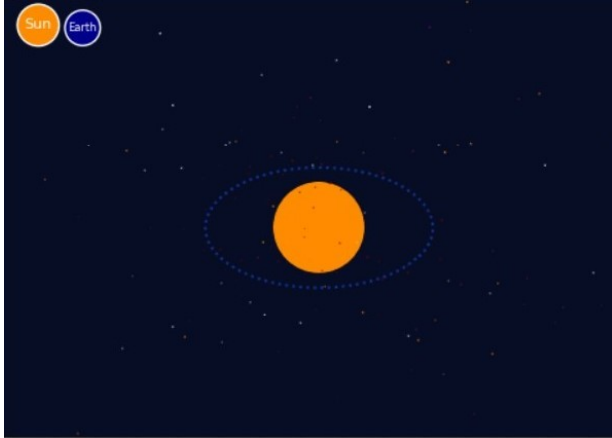
Visualisation

Alpha Centauri A et Alpha Centauri B

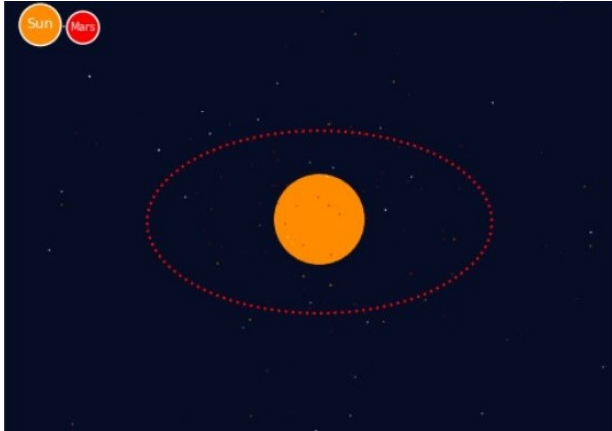
Visualization of the orbits of stars in a two-body system



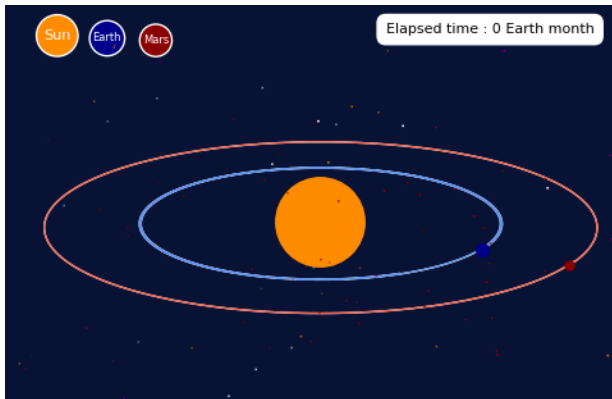
Trajectoire de la Terre autour du soleil



Trajectoire de Mars autour du soleil



Problème à 3 corps



Conclusion

Conclusion

- ▶ Création d'un package python
- ▶ Plus d'informations disponibles sur le dépôt git
- ▶ Pour aller plus loin : problème à 4 corps, 5 corps, etc. . .