

2016-2017

## **Blog A.R.E. Gravité**

Suzanne Capillaire, Benjamin Gouner, Léa-Linh Liebard, Caroline Milcent

### **Semaine 1:**

Pendant la première séance, Benjamin et Caroline ont modélisé le système Solaire en cherchant à créer des cercles (représentant les orbites des planètes). Une fois le code trouvé, ils ont orienté leurs recherches vers l'animation d'un point sur un cercle. Ils ont donc modélisé la première esquisse sur Le Soleil, Terre et Mars puis l'on étendu sur notre système Solaire.

Léa- Linh et Suzanne ont également cherché à animer un point sur un cercle puis ont orienté leurs recherches vers la Physique sur la parallaxe de Mars.

Pendant le reste de la semaine nous avons enregistré nos voix pour faire un podcast sur notre sujet. Caroline a monté la vidéo et expliqué le mouvement des planètes dans le système solaire grâce à la kinesthésie sur le système Solaire. Léa-linh a défini la parallaxe de Mars en utilisant aussi la kinesthésie. Benjamin a lui décrit le programme fait durant la séance d'ARE.

### **Physique :**

Nous allons dans ce projet nous intéresser au mouvement du Soleil, de la Terre et de Mars.

Le Soleil se trouve au centre du système solaire. Comme les masses des planètes le composant sont négligeables comparées à celle du Soleil, le centre de masse est placé à proximité de L' toile. Ainsi le soleil tourne autour de ce centre de masse donnant l'impression qu'il tourne autour de lui même. La Terre (qui est plus proche du Soleil que Mars) tourne tout comme Mars autour du Soleil. ( Leur excentricité étant proche de 0, nous allons donc ici approximer leur orbite par des cercles et non pas des ellipses peu aplaties). De ce fait, leur vitesse radiale est quasiment constante. Cependant, la Terre va plus vite que Mars et c'est avec cette différence que l'on peut observer la parallaxe de Mars vu aussi en kinesthésie.

La parallaxe est l'incidence du changement de position de l'observateur sur l'observation d'un objet. En d'autres termes, la parallaxe est l'effet du changement de position de l'observateur sur ce qu'il perçoit.

Il existe plusieurs parallaxes:

- Parallaxe diurne : l'angle où l'on voit le rayon de la Terre. Elle concerne donc les astres du système solaire.
- Parallaxe annuelle : l'angle où l'on voit le demi grand axe de l'orbite terrestre. Elle concerne elle les astres qui sont hors du système solaire.

Mouvement rétrograde : se dit d'un mouvement qui s'effectue en sens inverse du mouvement direct

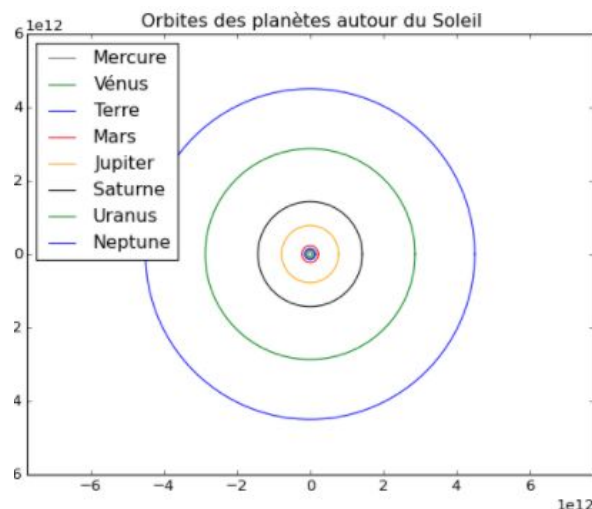
La Terre et Mars sont en orbite autour du Soleil. Mars est la plus éloignée de l'étoile, cependant sa vitesse orbitale est plus faible que celle de la Terre (environ 24 km/s pour Mars et 30 km/s pour notre planète). Ainsi, une année sur Mars dure deux fois plus longtemps que celle sur Terre. Donc la Terre a le temps de faire 2 périodes de révolutions pendant que Mars est toujours sur sa première. D'après ce principe, à un moment la Terre va doubler Mars, et c'est à ce moment que Mars devient rétrograde.

Pour nous aider à tracer les simulations en python nous avons aussi utilisé certaines équations du mouvement (Voir **ARE gravité équations Terre-Mars**)

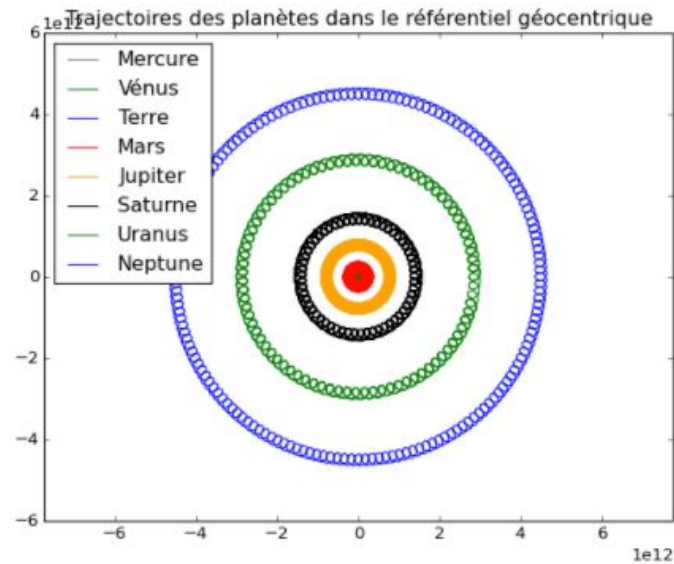
### Code Python:

Pour représenter le mouvement des planètes du système Solaire, nous avons procédé en 4 étapes.

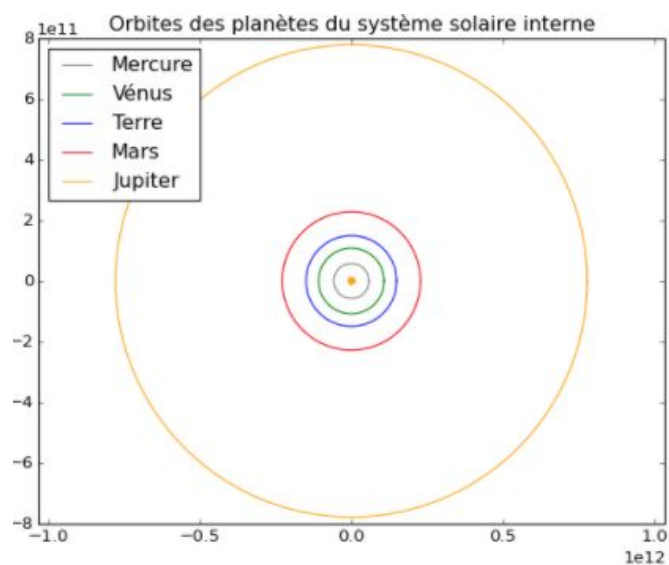
- Représentation des orbites des planètes par des cercles.

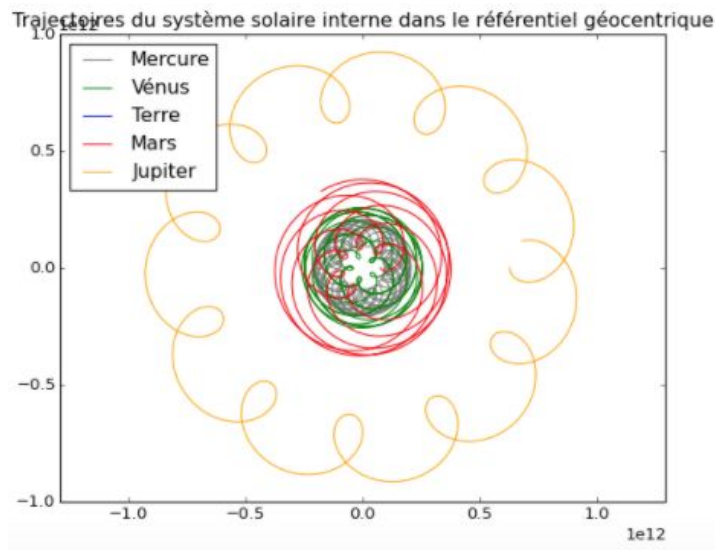


- Représentation de ces planètes dans le Référentiel géocentrique, c'est-à-dire par rapport à la Terre. (Voir **Code Système solaire externe**)



- Nous avons fait de même pour les planètes du système Solaire interne c'est-à-dire les planètes qui sont en dessous de Jupiter. Sinon nous ne voyons pas correctement voir les orbites ainsi que les mouvements des planètes internes. (Voir **Code Système solaire interne**)





- Commencement de l'animation du système Soleil-Terre-Mars. Terre et Mars tournent autour du Soleil avec leur propre vitesse de rotation ( La Terre met donc 1 an et Mars a une orbite de 1.88 ans). Puis nous avons aussi simulé les rotations des autres planètes du système Solaire. (Voir **Code-simulation Terre-Mars** et **Code simulation système solaire interne**)

## Semaine 2:

Benjamin et Caroline ont modifié le code *Python* afin de terminer les premières simulations et d'ajouter des titres aux axes afin de rendre plus lisible. Ils ont aussi éclairci les codes et essayer de tracer une droite qui lie les deux planètes afin d'obtenir leur projection sur le ciel. C'est toujours en cours.

Léa-linh a elle fait des recherches sur la parallaxe afin de comprendre le phénomène et de pouvoir l'appliquer sur une simulation *Python*. Elle essaye encore de comprendre la formule.

Suzanne a fait des recherches sur le mouvement rétrograde de Mars et la projection dans le ciel. Une simulation sur python est aussi envisagée pour la projection sur le ciel. Elle travaille aussi sur les formules de parallaxe. Pour le podcast, elle a enregistré un résumé de ses recherches sur le mouvement rétrograde de Mars.

Pendant la semaine nous avons continué le programme en *Python*. Nous avons essayé de changer les périodes de la Terre et Mars pour voir si cela avait une influence sur la parallaxe de Mars.

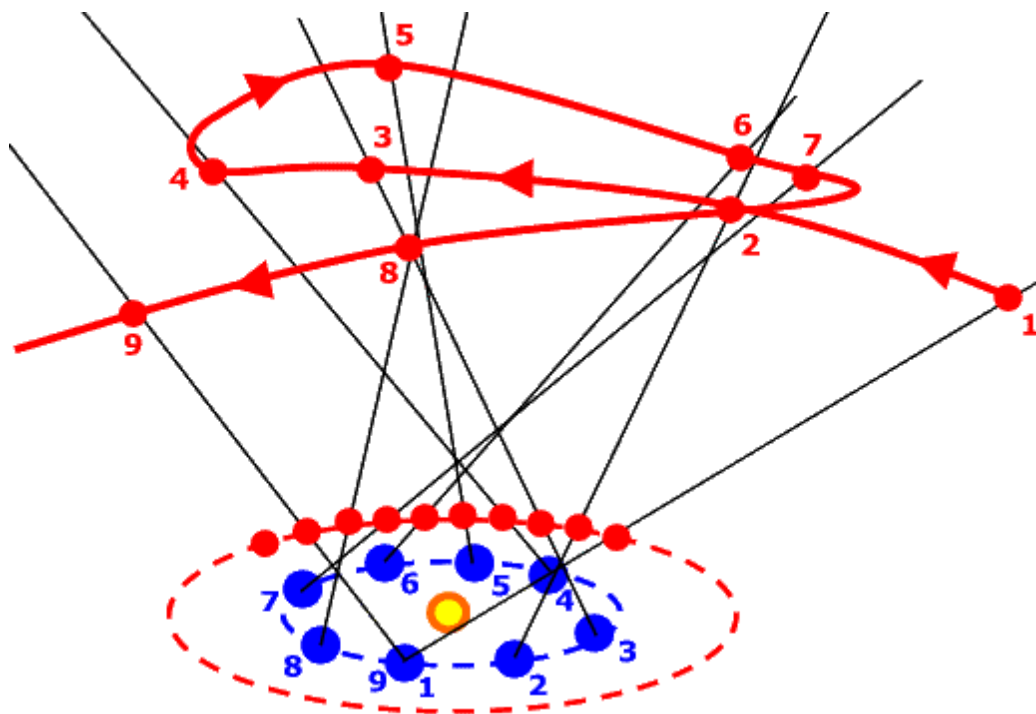
- Si les deux planètes ont la même période, il n'y a pas de parallaxe,

- Si la période de Mars est inférieure à celle de la Terre, on peut voir que la parallaxe est beaucoup plus grande.  
Nous avons ensuite ajouté les informations dans la vidéo.

### Physique:

La Terre et Mars sont en orbite autour du Soleil. Mars est la plus éloignée de l'étoile, cependant sa vitesse orbitale est plus faible que celle de la Terre (environ  $24 \text{ km.s}^{-1}$  pour Mars et  $30 \text{ km.s}^{-1}$  pour notre planète). Ainsi, une année sur Mars dure deux fois plus longtemps que celle sur Terre. (C'est-à-dire que la Terre a le temps de faire 2 périodes de révolutions pendant que Mars est toujours sur sa première).

D'après ce principe, à un moment la Terre va doubler Mars, et c'est à ce moment que Mars devient rétrograde. Voici un schéma pour mieux comprendre :



Crédit du schéma : original SVJ HS n°40 / réalisé par Olivier POCH

L'orbite bleue représente l'orbite terrestre et la rouge, celle de Mars. Les points représentent les positions de ces deux planètes à des instants donnés. On remarque donc, que si on place un observateur sur la Terre qui regarde directement Mars (représenté par le trait noir) alors l'image de Mars dans le ciel dépend de la position relative des 2 planètes et crée une boucle dans le ciel ( trajectoire rouge). C'est le mouvement rétrograde.

Ce mouvement n'est donc visible que par un observateur sur terre et à la projection sur le ciel. Cela est dû à une différence de vitesse orbitale.

### **Code Python:**

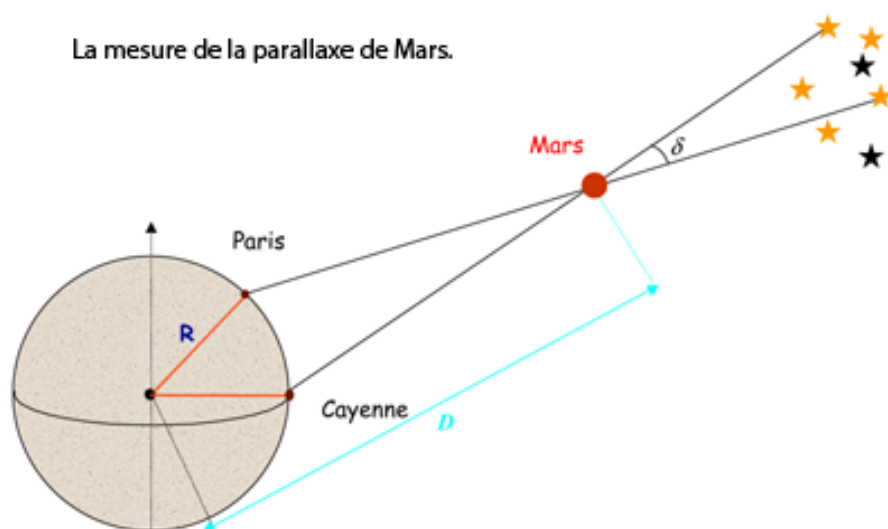
Essaie de tracer une droite qui relie les deux planètes pour pouvoir voir la parallaxe de Mars.

### **Semaine 3:**

Nous avons continué le travail entrepris pendant la semaine 2. Léa-linh et Suzanne ont continué leurs recherches sur les différences entre les parallaxes (diurne et annuelle) et la projection de Mars dans le ciel de la Terre.

### **Physique:**

Dans le sujet qui nous concerne, la parallaxe de Mars se remarque lorsqu'on observe Mars simultanément depuis deux endroits distincts de la Terre, on ne verra pas la planète exactement au même endroit par rapport au fond des étoiles (qui sont fixe car très éloignées). Cependant, pour cela il faut supprimer la rotation de la Terre.



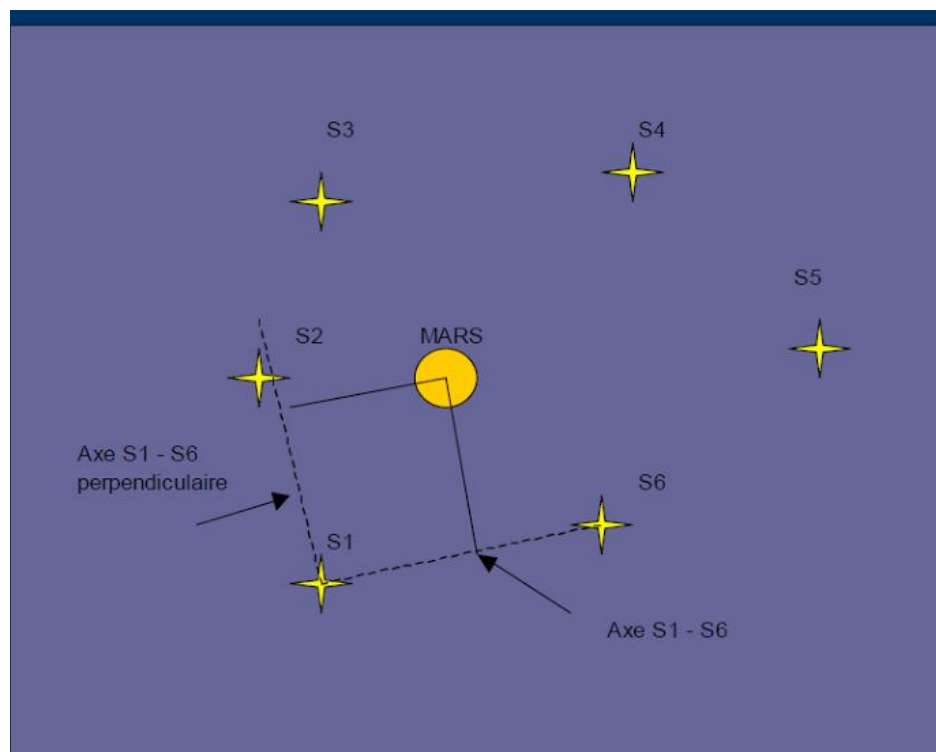
source: site de l'université de Liège

Le même phénomène se produit si l'on observe la Planète rouge depuis le même endroit, mais à deux moments différents : c'est alors la rotation de la Terre qui entraîne l'observateur en deux points distincts de l'espace (voir dessin). En mesurant l'angle dont s'est déplacé Mars, on peut évaluer sa distance et partant, toutes les distances dans le Système Solaire grâce à la troisième loi de Kepler.

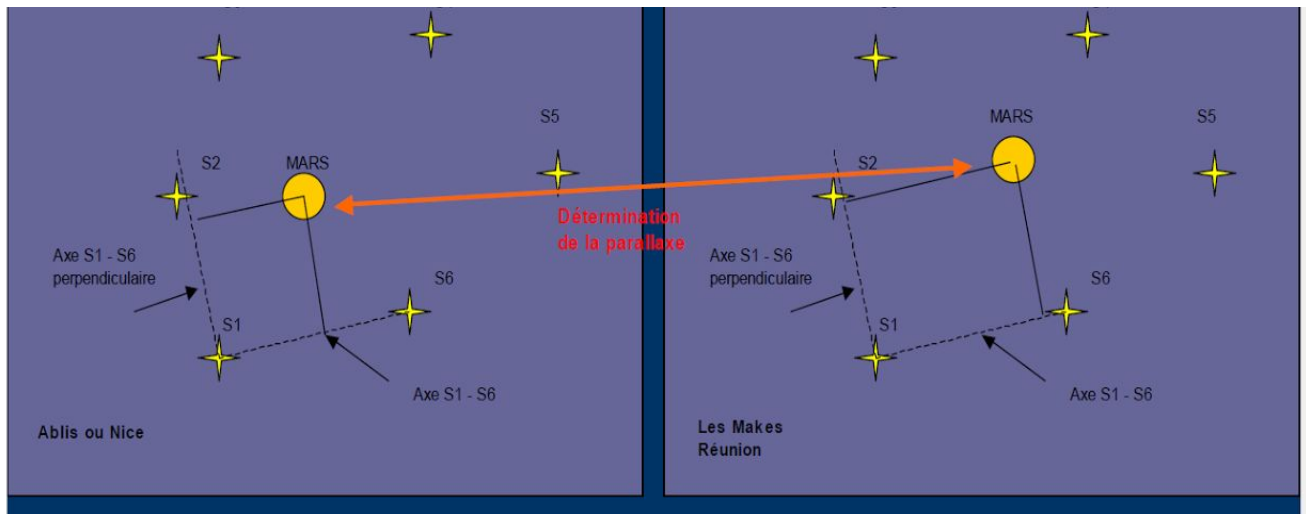
De manière amateur, pour calculer cette parallaxe, il suffit de prendre 2 photos de Mars et de ses étoiles environnantes simultanément (afin de réduire l'impact du mouvement propre de mars) en 2 points éloignés sur Terre. Ensuite il faut aligner ces photos sur les étoiles. On remarque donc que les deux images de Mars ne se superposent pas par effet de la parallaxe. L'écart angulaire entre les 2 images de Mars est la parallaxe de Mars entre les 2 points d'observation.

(Les images qui suivent seront issues de l'expérience du calcul Terre-Soleil d'amateurs)

Une fois les photos prises à deux endroits éloignés du globe terrestre, il faut ensuite déterminer les coordonnées de Mars dans un repère:



Ensuite on mesure la distance sur un même repère:



[http://www.astrosurf.com/aphelie/compte\\_rendu/CR\\_2010/presentation\\_parallaxe.pdf](http://www.astrosurf.com/aphelie/compte_rendu/CR_2010/presentation_parallaxe.pdf)

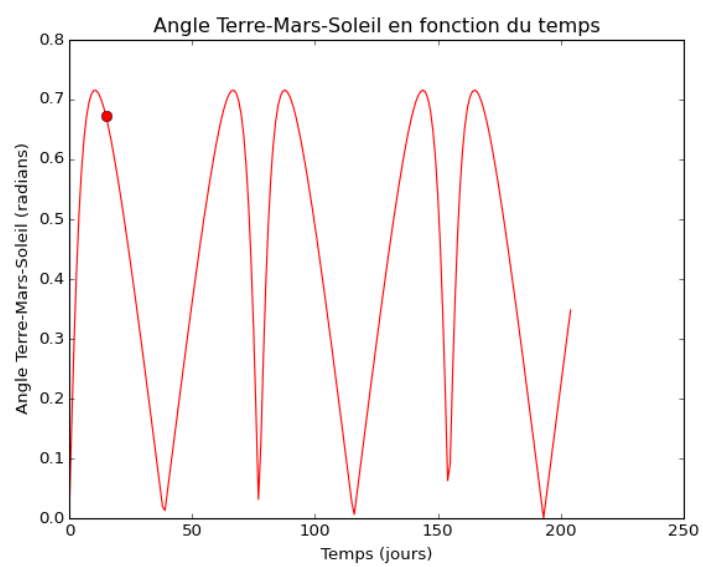
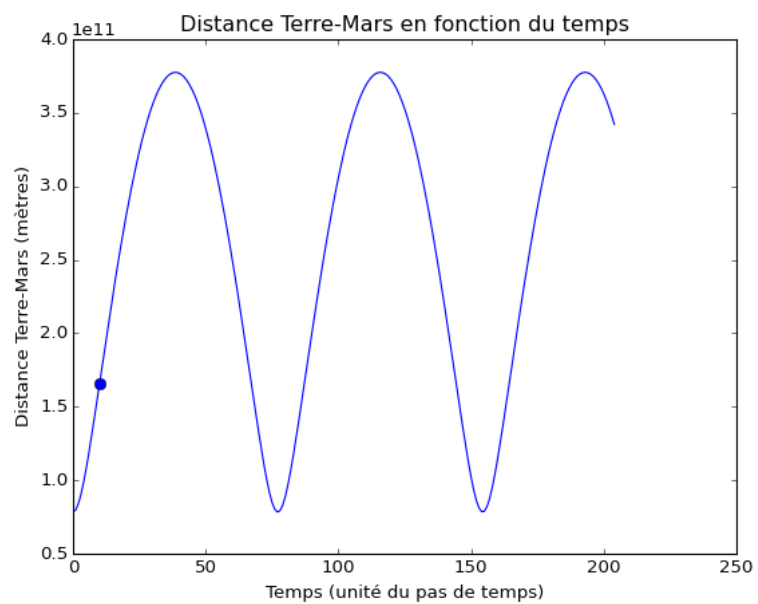
### **Code Python:**

Nous avons essayé de tracer le mouvement rétrograde de Mars sur le simulation du mouvement Terre-Mars.

Nous avons continué de tracer les fonction en fonction du temps de la distance Terre Mars. Ainsi qu l'angle Terre Mars Soleil ( qu'il faut changer car ce n'est pas le bon angles).

Nous avons aussi rajouter les légendes sur chacun des axes de chaque toutes les fonctions tracées.





**Semaine 4:**

Pendant la séance Benjamin a continué et essaie d'améliorer le code en Python. Léa-linh, Caroline et Suzanne ont commencé l'écriture du rapport final (Suzanne et Caroline en PDF et Léa-Linh sur Jupiter).

Durant la semaine Benjamin, avec l'aide de Caroline, ont fini la simulation sur Python et essaie de projeter le mouvement rétrograde de Mars.

Léa-linh et Suzanne ont donc fait le tri dans les recherches et ont commencé la rédaction du rapport final d'abord sur PDF et ensuite sur Jupyter.

### **Python :**

Nous cherchons toujours la méthode pour représenter le mouvement prograde et rétrograde de Mars en utilisant la parallaxe diurne. En effet nous avons réussi à représenter ces mouvements mais sans utiliser la parallaxe. Nous avons projeté la Terre sur l'orbite de Mars et avons tracé une fonction qui représente la distance Terre Mars au cours du temps.