

Simulations avec Mécalab

1 - Description

Mécalab permet de simuler le mouvement d'une masse ponctuelle dans un champ de force en 2 dimensions. Télécharger au besoin [édupython](#).

Mécalab effectue un pointage à intervalle de temps régulier sur la trajectoire.

Mécalab permet de pointer les déplacements et d'en déduire la vitesse.

Mécalab permet de construire le vecteur accélération avec la différence de 2 vecteurs vitesse.

Mécalab visualise les vecteurs force.

Les caractéristiques du vecteur sélectionné par pointage sont affichées avec les unités.

Toutes les constructions géométriques sont extrêmement précises et très rapides.

La version 5 permet de construire par projection les vecteurs accélération tangentielle et normale, ainsi que les composantes radiale et orthoradiale de la vitesse dans le cas d'une description en coordonnées polaires.

2 - Exemples

a - Masse soumise à son poids

Voir [mecalab_poids.pdf](#)

b - Masse soumise à l'action de deux ressorts perpendiculaires de raideurs différentes

Voir [mecalab_ressort.pdf](#)

c - Mouvement de la Terre autour du Soleil

Voir [mecalab_terre_soleil.pdf](#)

Double cliquer sur les modules mecalab_XXXX_.py dans le dossier zip téléchargé sur http://www.tuclic.fr/python_phy/mecalab/mecalab_02.zip **pour les lancer dans edupython.**

3 - Simulation

Cliquer sur Trajectoire pour enregistrer la trajectoire.

Cliquer sur Démarrer pour lancer la simulation.

Cliquer sur Arrêter pour stopper la simulation.

4 - Pointage

Clic-Gauche : sélection d'un point ou d'un vecteur. Les caractéristiques du point ou du vecteur apparaissent dans la fenêtre à droite (nature, valeur, unité, instant, composantes x et y).

Pour obtenir le **vecteur déplacement** entre 2 points de la trajectoire (couleur magenta) : Clic-Gauche sur le 1er point et **Majuscule-Clic-Gauche** sur le 2ème point.

Pour obtenir le **vecteur vitesse** : sélectionner le vecteur déplacement par Clic-Gauche. Cliquer sur le bouton : **Déplacement --> Vitesse** pour obtenir le vecteur vitesse (attention au nombre de pas : 2 pas par défaut pour obtenir la vitesse au point central : pour obtenir la vitesse en un point, on construit le vecteur déplacement avec le point qui précède et le point qui suit). Couleur du vecteur vitesse : saumon.

Pour obtenir l'**opposé d'un vecteur** : le sélectionner par Clic-Gauche puis **Clic-Droit** pour avoir l'opposé.

Pour **déplacer un vecteur** pour faire la somme : sélectionner le vecteur (vitesse) par Clic-Gauche, puis **Majuscule-Clic-Gauche** sur la nouvelle origine (qui peut être l'extrémité d'un vecteur ou un point de la trajectoire).

Pour **sommer 2 vecteurs** "bout à bout" (le plus souvent 2 vecteurs vitesse pour obtenir leur différence) : sélectionner le premier par Clic-Gauche, puis **Majuscule-Clic-Gauche** sur le 2ème. La somme est de la même nature (par exemple un Δv : différence de 2 vecteurs vitesse).

Pour obtenir le **vecteur accélération** : sélectionner un vecteur vitesse par Clic-Gauche (le plus souvent : un Δv), puis cliquer sur le bouton : **Vitesse --> Accélération**. On obtient le vecteur accélération en bleu clair. (attention au nombre de pas : 2 pas par défaut pour obtenir l'accélération au point central : pour obtenir l'accélération en un point, on soustrait le vecteur vitesse au point précédent du vecteur vitesse au point suivant. La différence de deux vecteurs est obtenue en additionnant l'opposé du deuxième vecteur).

Sélectionner le vecteur accélération (Clic-Gauche) pour avoir ses caractéristiques dans la fenêtre de droite.

Pour faire afficher le **vecteur force** à l'origine du mouvement en un point : sélectionner le point de la trajectoire par Clic-Gauche, puis **Contrôle-Clic-Gauche**. Le **vecteur force utilisé pour le calcul** du mouvement apparaît en brun. Le sélectionner par Clic-Gauche pour voir ses caractéristiques.

On vérifie normalement que $\text{Force} = \text{masse} * \text{accélération}$, et que les 2 vecteurs sont colinéaires (2ème loi de Newton), la force étant **une donnée du calcul** et l'accélération étant **déduite des constructions géométriques** par pointage sur la trajectoire.

Pour **supprimer un vecteur** : le sélectionner par Clic-Gauche puis **Majuscule-Clic-Droit**.

Les **boutons radio** permettent de ne **sélectionner qu'un type de vecteur** par Clic-Gauche, quand les vecteurs sont très proches. "Tous" permet de sélectionner tous les types de vecteurs.

La version 5 de mécalab permet de faire les constructions suivantes.

Contrôle-Clic-Droit permet de **sélectionner l'extrémité d'un vecteur** qui n'est **pas** un point de la trajectoire, et de rendre visible cette sélection.

Pour **projeter un vecteur** suivant la direction d'un autre vecteur (pas nécessairement du même type) : sélectionner le vecteur qui définit la direction par Clic-Gauche, puis **Contrôle-Majuscule-Clic-Gauche** sur le vecteur à projeter. On obtient un vecteur du même type que le vecteur à projeter. Ceci permet d'obtenir la vitesse radiale en projetant le vecteur vitesse sur un rayon vecteur depuis le point de la trajectoire vers **l'origine** des coordonnées polaires. Ceci permet également d'obtenir l'accélération tangentielle en projetant le vecteur accélération sur le vecteur vitesse.

Pour **construire un point** dans une direction donnée par un vecteur (par exemple le centre de courbure dans la direction du vecteur accélération normale) : sélectionner le vecteur qui donne la direction par Clic-Gauche. Cocher le **bouton radio "Tous"**. **Contrôle-Majuscule-Clic-Droit** fait apparaître une fenêtre : **indiquer la valeur en mètre** (par exemple le rayon de courbure de la trajectoire calculé à partir de l'accélération normale) de la distance entre l'origine du vecteur sélectionné et le point à construire. Restaurer la fenêtre de Mécalab qui s'est réduite en icône.

Pour **construire un vecteur colinéaire** à un autre vecteur, sélectionner le vecteur qui donne la direction par Clic-Gauche. Cocher le **bouton radio** du type de vecteur à construire : **Déplacement**, **Vitesse**, **Accélération** ou **Force**. **Contrôle-Majuscule-Clic-Droit** fait apparaître une fenêtre : **indiquer la valeur du vecteur** dans son unité du Système International. Restaurer la fenêtre de Mécalab qui s'est réduite en icône.

Pour **ajouter un point** de coordonnées (x ; y) (origine en haut à gauche de la fenêtre, x vers la droite et y vers le bas) : sélectionner un point quelconque par Clic-Gauche. Cocher le **bouton radio "Tous"**. **Contrôle-Majuscule-Clic-Gauche** fait apparaître successivement 2 fenêtres pour **indiquer les valeurs de x et y en mètre**. Restaurer la fenêtre Mécalab qui s'est réduite en icône.

Pour **tracer un vecteur arbitraire**, sélectionner son origine par **Clic-Gauche** pour un point de la trajectoire ou par **Contrôle-Clic-Droit** pour une extrémité de vecteur. Cocher le **bouton radio** du type de vecteur à créer : **Déplacement**, **Vitesse**, **Accélération** ou **Force**. **Contrôle-Majuscule-Clic-Gauche** fait

apparaître successivement 2 fenêtres pour **indiquer les composantes x et y du vecteur** à créer, dans l'unité du Système International. Restaurer la fenêtre Mécalab qui s'est réduite en icône.

4 - Programmation des caractéristiques des forces et des conditions initiales

Ces paramètres sont introduits à la ligne 575 (410 pour la version 2) du module Python Mécalab :

```
# Données à modifier : #####
```

```
g=9.81      # intensité de la pesanteur
masse=0.3   # masse en kg
L=0.9       # distance initiale par rapport au centre
angle=-75   # angle initial en degrés par rapport à la verticale
vr0=-2.5    # vitesse initiale radiale
val0=-3     # vitesse initiale orthoradiale
x0=0.1      # abscisse initiale en mètre
y0=1.5      # ordonnée initiale en mètre
v0x=2.0     # vitesse initiale suivant x en m.s-1
v0y=-3.5    # vitesse initiale suivant y en m.s-1
```

```
#####
```

```
pour mecalab_05_poids_01_cartesienne.py.
```

```
# Données à modifier : #####
```

```
g=9.81      # intensité de la pesanteur
masse=0.3   # masse en kg
L=0.9       # distance initiale par rapport au centre
angle=-75   # angle initial en degrés par rapport à la verticale
vr0=-2.5    # vitesse initiale radiale
val0=-3     # vitesse initiale orthoradiale
```

```
#####
```

```
pour mecalab_05_poids_01_polaire.py.
```

```
# Données à modifier : #####
```

```
k1=20      # raideur du ressort en N.m-1 en x
k2=30      # idem en y
L=0.9      # distance initiale par rapport au centre
angle=30   # angle initial en degrés par rapport à la verticale
vr0=0      # vitesse initiale radiale
val0=0     # vitesse initiale orthoradiale
masse=0.3  # masse en kg
#####
```

pour mecalab_05_ressort_01_polaire_echelle_01.py. (mecalab_05_ressort_01_polaire_echelle_02.py est identique, mais trace les vecteurs avec une échelle plus grande)

```
# Données à modifier : #####

masse=5.972e24      # masse de la Terre en kg
masse_soleil=1.989e30 # masse du Soleil en kg
const_gravit=6.67430e-11 # constante de gravitation universelle en N.kg-2.m2
attrac=masse*masse_soleil*const_gravit # intermédiaire de calcul pour l'attraction gravitationnelle entre la Terre et le Soleil
L=150e9             # distance initiale par rapport au centre en m, soit 150 millions de km
angle=-90           # angle initial en degrés par rapport à la verticale
vr0=0               # vitesse initiale radiale
val0=2.9865e4        # vitesse initiale orthoradiale : 2.9865e4 m.s-1 (pour obtenir une trajectoire circulaire)

# #####
pour mecalab_05_Terre_Soleil_01_polaire.py.
```

```
# Données à modifier : #####

masse=5.972e24      # masse de la Terre en kg
masse_soleil=1.989e30 # masse du Soleil en kg
const_gravit=6.67430e-11 # constante de gravitation universelle en N.kg-2.m2
attrac=masse*masse_soleil*const_gravit # intermédiaire de calcul pour l'attraction gravitationnelle entre la Terre et le Soleil
L=150e9             # distance initiale par rapport au centre en m, soit 150 millions de km
angle=-90           # angle initial en degrés par rapport à la verticale
vr0=0               # vitesse initiale radiale
val0=2.0e4           # vitesse initiale orthoradiale : 2.9865e4 m.s-1 (pour obtenir une trajectoire circulaire)

# #####
pour mecalab_05_terre_soleil_02_polaire_ellipse.py
```

5 - Programmation de l'expression de la force

L'expression de la force est programmée en Python lignes 128 et 129 du programme :

```
# ##### Calcul de la force appliquée #####

Fx=0
Fy=masse*g

# #####
```

pour le poids sur Terre, dans mecalab_05_poids_01_cartesienne.py.

```
# ##### Calcul de la force appliquée #####  
  
Fx=-k1*(x1-x2)  
Fy=-k2*(y1-y2)  
  
# #####
```

pour la force des 2 ressorts de raideur k1 et k2, dans mecalab_05_ressorts_01_polaire_echelle_01.py.

```
# ##### Calcul de la force appliquée #####  
  
force_soleil=attrac/(d*d)  
Fx=-force_soleil*sinalpha  
Fy=-force_soleil*cosalpha  
  
# #####
```

pour la force gravitationnelle, dans mecalab_05_Terre_Soleil_01_polaire.py.

On peut bien entendu programmer n'importe quelle expression pour les composantes x et y de la force.