TP – Trajectoires d'un point soumis à une force centrale

Objectif :
▪ à l'aide d'un langage de programmation, obtenir des trajectoires d'un point matériel soumis à un champ de force centrale conservatif.

Commencez votre programme python en important ces modules :

```
from math import *
import numpy as np                          #pour le tracé des fonctions
import matplotlib.pyplot as plt             #pour le tracé des fonctions
from scipy.integrate import odeint          # pour la résolution des équadiff sur Python
```

On lance un satellite de masse m de la surface de la Terre dans l'objectif de le mettre en orbite. On considère qu'il n'y a pas de frottements et que seule la force gravitationnelle s'exerce sur ce satellite. Notre objectif est de déterminer à l'aide d'une simulation numérique les trajectoires possibles pour ce satellite en fonction de sa vitesse initiale, et de vérifier les valeurs de la vitesse de satellisation et de libération déterminées en classe.

1. Pour commencer le programme, indiquer toutes les valeurs caractéristiques de la Terre : son rayon Rt, sa période de rotation autour du Soleil Tt, sa masse Mt, et la constante de gravitation universelle G.
2. Ensuite, indiquer les caractéristiques de l'objet lancé à la surface de la Terre : sa masse m et la vitesse v_l à laquelle on souhaite le lancer. On pourra choisir une vitesse intermédiaire entre la vitesse de satellisation et la vitesse de libération.
3. Ecrire une fonction *trace_cercle(*R*, style, e)* qui permet de tracer un cercle de rayon R en choisissant sa couleur (style) et l'épaisseur du trait. Utiliser cette fonction pour tracer en bleu et en trait plein la Terre.
4. Ecrire une fonction *Fg(x,y)* renvoyant les composantes selon $\overrightarrow{e_x}$ et $\overrightarrow{e_y}$ de la force de gravitation exercée par la Terre sur le satellite situé au point de coordonnées (x, y).
5. Ecrire une fonction *dynamique* renvoyant un tableau contenant les composantes dérivées du vecteur (x, y, v_x, v_y).
6. A l'aide de la fonction odeint, calculer la trajectoire du satellite connaissant les conditions initiales $\left(x_0, y_0, v_{x_0}, v_{y_0}\right)$. On calculera la trajectoire sur une durée égale à Tt et sur 1000 points.
7. Tracer la trajectoire obtenue avec odeint en rouge, qui s'ajoute alors au tracé de la Terre en bleu réalisé à la question 3.
8. Tester le programme avec les conditions initiales $(R_t, 0, 0, v_l)$ avec v_l=6km.s^{-1}, v_l=8km.s^{-1}, v_l=10km.s^{-1}, v_l=11km.s^{-1}, v_l=15km.s^{-1}. Décrire les trajectoires et commenter les observations à chaque fois.