

# LP 02 : Gravitation

Armel JOUAN, Géraud DUPUY

## Leçons 2020 annexes

- Lois de Kepler

## Ebauche de plan - Niveau : $\simeq$ L2

### Prérequis

- Electrostatique (si analogie électrostatique)
- Mécanique du point : PFD + TMC
- hydrostatique (si effondrement étoile)
- tout le caca de géométrie des ellipses

## 1 Force Newtonienne et loi de Kepler

### 1.1 Force Newtonienne

- Définition
- Conséquences sur le moment cinétique : conservation
- Poser le PFD (transition pour la démo des lois de Kepler de la partie suivante)

### 1.2 Lois de Kepler

- Enoncé des lois de Kepler, démo dans le cadre circulaire, ou elliptique (Binet)  
→ à voir en fonction du titre imposé pour la leçon et du niveau à laquelle on la place.
- Animations illustrant les lois.

### 1.3 Approche énergétique

- Montrer les expressions de  $E_m$ ,  $E_c$ , et  $E_p$ .
- Introduire  $E_{p,eff}$
- Discuter des états libres (de diffusion) / liés et des trajectoires coniques
- cas circulaire : montrer que  $E_m = \frac{E_p}{2} = -E_c$  qui permet de faire le lien entre vitesse et  $\mathcal{G}$  si jamais on s'en sert par la suite

## 2 Source de la gravitation : analogie électrostatique

### 2.1 Comparaison ES-gravitation

- Tableau récapitulatif mettant en regard les analogies

### 2.2 Application du théorème de Gauss

- bien définir le système : analyse de symétries et d'invariances pour une distribution de masse uniforme
- Conclusion sur l'approximation ponctuelle : la force pour  $r > R$  est la même que celle d'un point matériel située au barycentre de la distribution de masse

## 3 Applications et effets (à choisir parmi)

### 3.1 Phénomènes de marée [3]

### 3.2 Rayon de Schwarzschild classique [1]

### 3.3 Périhélie de Mercure [2]

### 3.4 Effondrement d'une étoile [3]

## Bibliographie : démonstrations et exemples

1 Pérez Mécanique

2 BFR Mécanique

3 CR LP02 Elio

## **Manipulations, ressources**

- Animations python pour illustrer la loi des aires et le mouvement des planètes

## **Notions annexes sur lesquelles se refaire une petite culture**

- RG pour le périhélie de Mercure
- Ellipses de transfert

## **Rapports de jury**

- 2017 : Les applications ne doivent pas nécessairement se limiter à la gravitation terrestre.
- 2016 : Les analogies entre l'électromagnétisme et la gravitation classique présentent des limites qu'il est pertinent de souligner.