T.P. P11 : Projectiles et satellites.

<u>Objectif</u>: Etudier les trajectoires de projectiles soumis uniquement à leur poids sur Terre ainsi que le mouvement de satellites artificiels soumis uniquement à la force d'interaction gravitationnelle exercée par la Terre sur eux à l'aide d'un logiciel de simulation.

I.- Mouvement d'un projectile soumis à son poids au voisinage du sol

Les simulations seront réalisées à l'aide du logiciel Dynamic, logiciel libre téléchargeable à partir du site <u>http://slampert.com</u>. On utilisera les menus marqués en gras.

1) Etude d'une trajectoire

E.1.: Lancer le logiciel *dynamic*. Choisir **Fichier** puis **Nouveau** et **Projectile**. Choisir ensuite **Champ** puis **g**. Le système considéré est alors automatiquement une masse ponctuelle de 1,0 kg.

E.2. : Définir l'origine du repère d'étude dans **Initialiser** puis **Origine** en cliquant en bas à gauche de l'écran. Le point O s'affiche alors.

E.3. : Faire apparaître les axes en cliquant sur **Initialiser** puis **Tracé des axes**.

E.4. : Choisir ensuite une vitesse initiale de lancé en allant sur **Initialiser**, puis **Vitesse** et **Définir**. Cliquer ensuite sur le point O en maintenant enfoncé et « tirer » afin de construire un vecteur-vitesse initiale incliné de 45 ° environ.

E.5.: Préciser les coordonnées du vecteur-vitesse initial sur Initialiser, puis Vitesse et Modifier. Choisir En utilisant les coordonnées et prendre $v_x = 10 \text{ m.s}^{-1}$ et $v_y = 10 \text{ m.s}^{-1}$.

E.6. : Pour afficher la trajectoire en trait plein, aller dans **Trajectoire** puis **Options** et cliquer sur **Trait continu**.

E.7. : Tracer la trajectoire sur **Trajectoire** puis **Tracé**.

Q.8. : Définir le système d'étude et préciser le référentiel.

Q.9. : Construire le diagramme masse-interactions. Faire un inventaire des forces ainsi qu'un schéma (2 N pour 1 cm).

Q.10 : Reproduire l'allure de la trajectoire. Quelles est sa nature ?

Q.11. : Le sommet de la trajectoire (aussi appelé flèche) est noté S et le point le plus éloigné atteint (aussi appelé portée du tr) est noté P. A l'aide du réticule **Outils** puis **Position**, déterminer les coordonnées des point S et P de la trajectoire. Comparer x_s et s_p . Conclure en désignant le nom de ce type de trajectoire.

Q.12. : Tracer quelques vecteurs-vitesse sur la trajectoire à l'aide d'**Outils** puis **Vitesse**. Comment sont orientés les vecteursvitesse \vec{v} le long de la trajectoire ? Comment évolue la vitesse $\|\vec{v}\|$ le long de la trajectoire ?

Q.13. : A l'aide de Q.10. et Q.12., caractériser le mouvement.

2) Influence de l'angle α et de la valeur de v₀

On fait varier, les paramètres initiaux du tir :

Simulation	1	2	3
	$v_{0x} = 8 m.s^{-1}$	$v_{0x} = 10 \text{ m.s}^{-1}$	$v_{0x} = 8 m.s^{-1}$
	$v_{0y} = 8 m.s^{-1}$	$v_{0y} = 10 \text{ m.s}^{-1}$	$v_{0y} = 11,6 \text{ m.s}^{-1}$
$v_0 (m.s^{-1})$	11,3	14,1	14,1
α (°)	45	45	56
Portée x _p (m)			
Flèche y _s (m)			

E.14. : Réaliser les simulations 1 et 2 en reprenant la démarche du 1).

Q.15. : Dessiner l'allure des deux trajectoires en les désignant. Quel est le paramètre qui varie ? celui qui reste constant ?

Q.16. : Conclure sur l'influence du paramètre variant sur la portée et la flèche.

E.15. : Rajouter la simulation 3.

Q.17. : Conclure sur l'influence du paramètre variant sur la portée et la flèche.

Q.18. : En fixant v_0 , pour quelle valeur de α a-t-on une flèche maximale ?

Q.19. (à la maison) : On pose $v_0 = 10 \text{ m.s}^{-1}$ et $\alpha = 30^{\circ}$. Tracer la trajectoire. On parle ici de « tir tendu ». La même portée peut être atteinte pour une autre valeur de α : on parlera alors de « tir en cloche ». Déterminer la valeur de α correspondante. Dessiner l'allure des deux trajectoires.

Q.20. : Laquelle de ces deux méthodes st la plus utilisée en artillerie ? Justifier.

II.- Mouvements des satellites autour de la Terre

À l'heure actuelle, les satellites ne sont pas lancés directement depuis la Terre car on ne sait pas encore leur donner une vitesse initiale suffisante. Pour mettre un satellite en orbite autour de la Terre, une fusée le propulse à une altitude h supérieure à environ 200 km, hors de l'atmosphère, et lui communique alors une vitesse horizontale. Cette vitesse doit être suffisante pour qu'il ne retombe pas sur la Terre. Le satellite est alors **en orbite autour de la Terre**.

A l'aide du logiciel de simulation, vous allez réaliser différents lancements afin de comprendre l'influence des différents paramètres sur la trajectoire du satellite.

E.21. : Aller dans **Fichier** puis **Nouveau** et choisir **Satellite**. Le système est alors automatiquement un satellite de 720 kg lancé horizontalement à 30000 km du sol.

E.22. : Définir l'origine du repère d'étude qui sera aussi le point de départ du satellite dans **Initialiser** puis **Origine** en cliquant en haut au centre de la zone de travail. Le point O s'affiche alors.

E.23. : Faire apparaître les axes en cliquant sur Initialiser puis Tracé des axes.

E.24. : On choisit la force qui s'exerce sur le satellite : **Force** puis **définir** puis **Force centrale** et enfin **Newton**. Laisser inchangés les paramètres par défaut : le satellite est alors lancé à 30000 km d'altitude en orbite autour de la Terre.

Q.25. : Préciser le référentiel d'étude.

Q.26. : Construire le diagramme satellite-interactions. Faire un inventaire des forces ainsi qu'un schéma (100 N pour 1 cm).

E.27. : Pour afficher la trajectoire en trait plein, aller dans **Trajectoire** puis **Options** et cliquer sur **Trait continu**.

E.28. : Choisir ensuite une vitesse initiale de lancé en allant sur **Initialiser**, puis **Vitesse** et **Définir**. Cliquer ensuite sur le point O en maintenant enfoncé et « tirer » afin de construire un vecteur-vitesse initiale horizontal.

E.29. : Préciser les coordonnées du vecteur-vitesse initial sur Initialiser, puis Vitesse et Modifier. Choisir $v_0 = 2,0.10^3 \text{ m.s}^{-1}$ et $\alpha = 0^{\circ}$.

E.30. : Tracer la trajectoire sur **Trajectoire** puis **Tracé**.

Q.31. : Dessiner l'allure de la trajectoire. Quelle est sa nature ?

Q.32. : Le satellite est-il en orbite ? Modifier la vitesse afin de déterminer la valeur minimale pour que le satellite ne retombe pas sur Terre.

Q.33. : Tracer quelques vecteurs-vitesse sur cette trajectoire « orbitale » à l'aide d'**Outils** puis **Vitesse**. Comment sont orientés les vecteurs-vitesse \vec{v} le long de la trajectoire ? Comment évolue la vitesse $\|\vec{v}\|$ le long de la trajectoire ?

Q.34. : Caractériser le mouvement du satellite.

Q.35. : Modifier encore la vitesse initiale pour obtenir une orbite circulaire. Tracer l'allure de la trajectoire. Relever la valeur de v_0 associée et observer la variation de \vec{v} . Qu'en conclure sur le mouvement ?

Q.36. : Choisir enfin une vitesse initiale de 6000 m.s⁻¹. Représenter la trajectoire et expliquer. Comment varie la vitesse ? Conclure sur le mouvement.

Q.35. (à la maison) : On choisit une altitude de lancé plus faible : 23600 km. Déterminer la vitesse minimale de mise en orbite. Celle-ci est-elle plus ou moins grande que celle déterminée pour 30000 km en Q.32. ? Pourquoi ?