

## Déroulement de l'activité :

### 1. Introduction (10 min) :

- **Projection d'une vidéo courte** sur Katherine Johnson et son travail sur les trajectoires lunaires.
- [https://mon-e-college.loiret.fr/POD/video/9139-portrait-dune-femme-scientifique-katherine-johnson/?is\\_iframe=true](https://mon-e-college.loiret.fr/POD/video/9139-portrait-dune-femme-scientifique-katherine-johnson/?is_iframe=true) (jusqu'à 1 min 39 s).
- **Discussion** : Pourquoi son travail était-il crucial ? Comment la mécanique et les mathématiques ont-elles permis d'envoyer des humains sur la Lune ?
- **Lien avec le référentiel** : Rappeler les notions de **système, référentiel, trajectoire et vecteur vitesse**.

### 2. Activité pratique (30 min) :

- **Données fournies** : Tableau avec les positions successives d'une fusée (simplifiées) à différents instants.

| Point          | Instant (t en s) | Position x (en km) | Position y (en km) |
|----------------|------------------|--------------------|--------------------|
| M <sub>0</sub> | 0                | 0                  | 0                  |
| M <sub>1</sub> | 10               | 50                 | 10                 |
| M <sub>2</sub> | 20               | 100                | 40                 |
| M <sub>3</sub> | 30               | 150                | 90                 |
| M <sub>4</sub> | 40               | 200                | 160                |
| M <sub>5</sub> | 50               | 250                | 250                |
| M <sub>6</sub> | 60               | 300                | 360                |
| M <sub>7</sub> | 70               | 350                | 490                |

### Explications pour l'activité :

- **Origine du repère** : La position (0, 0) correspond au point de décollage sur Terre.
- **Axe x** : Représente la distance horizontale parcourue par la fusée.
- **Axe y** : Représente l'altitude de la fusée.
- **Intervalle de temps** : Les positions sont données toutes les 10 secondes pour simplifier les calculs.
- **Echelle** : 1 cm sur le papier ⇔ 20 km en réalité

### Consignes pour l'activité :

#### 1. Tracer la trajectoire de la fusée

- **Consigne** : À l'aide du tableau, tracez sur papier millimétré la trajectoire de la fusée en plaçant les points (x, y) pour chaque instant t.

- **Question** : Décrivez la forme de la trajectoire obtenue.

## 2. Calculer les vecteurs déplacement

- **Consigne** : Pour chaque intervalle de 10 secondes, calculez la norme du vecteur déplacement de la fusée.

|                                              |
|----------------------------------------------|
| $1 \text{ cm} \Leftrightarrow 20 \text{ km}$ |
| ..... cm $\Leftrightarrow$ ..... km          |

|                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| $\overrightarrow{M_0M_1}$ | $\overrightarrow{M_1M_2}$ | $\overrightarrow{M_2M_3}$ | $\overrightarrow{M_3M_4}$ | $\overrightarrow{M_4M_5}$ | $\overrightarrow{M_5M_6}$ | $\overrightarrow{M_6M_7}$ |
|                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |
| $\overrightarrow{V_0}$    | $\overrightarrow{V_1}$    | $\overrightarrow{V_2}$    | $\overrightarrow{V_3}$    | $\overrightarrow{V_4}$    | $\overrightarrow{V_5}$    | $\overrightarrow{V_6}$    |
|                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |

- **Question** : Qu'observez-vous concernant l'évolution des normes des vecteurs déplacement au fil du temps ? Les composantes x et y augmentent-elles de manière régulière ?

## 3. Calculer les vecteurs vitesse moyenne

- **Consigne** : La vitesse moyenne entre deux instants est donnée par :

$$\vec{v}_{\text{moy}} = \frac{\overrightarrow{MM'}}{\Delta t}$$

Calculez les normes des vecteurs vitesse moyenne pour chaque intervalle de 10 secondes en  $\text{km.s}^{-1}$ .

- **Question** : Comment évolue la vitesse de la fusée au cours du temps ?

## 4. Représenter les vecteurs vitesse

- **Consigne** : Sur le même graphique que la trajectoire, représentez les vecteurs vitesse moyenne à chaque instant (en utilisant une échelle adaptée, par exemple  $1 \text{ cm} \Leftrightarrow 2 \text{ km.s}^{-1}$ ).

|                                                     |
|-----------------------------------------------------|
| $1 \text{ cm} \Leftrightarrow 2 \text{ km.s}^{-1}$  |
| ..... cm $\Leftrightarrow$ ..... $\text{km.s}^{-1}$ |

A l'échelle :

|                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| $\overrightarrow{V_0}$ | $\overrightarrow{V_1}$ | $\overrightarrow{V_2}$ | $\overrightarrow{V_3}$ | $\overrightarrow{V_4}$ | $\overrightarrow{V_5}$ | $\overrightarrow{V_6}$ |
|                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |

- **Question** : Que remarquez-vous concernant la direction et la norme des vecteurs vitesse ? Comment cela se traduit-il en termes de mouvement de la fusée ?

## 5. Discussion sur le référentiel

- **Question** : Comment la trajectoire de la fusée serait-elle perçue par un observateur situé sur la Lune ? Et par un observateur sur Terre ? Expliquez l'importance du choix du référentiel en mécanique.

## 6. Synthèse et réflexion

- **Question** : Katherine Johnson a utilisé des calculs similaires pour déterminer les trajectoires des missions Apollo. En quoi la maîtrise des concepts de trajectoire, vecteur déplacement et vitesse est-elle cruciale pour réussir une mission spatiale ?

### Prolongement possible :

- **Simulation numérique** : Utilisez un logiciel comme PhET "Projectile Motion" pour visualiser une trajectoire similaire et comparer les résultats obtenus manuellement avec ceux de la simulation.

[https://phet.colorado.edu/sims/html/projectile-motion/latest/projectile-motion\\_all.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/projectile-motion/latest/projectile-motion_all.html)

Trajectoire de la mission *Apollo 10* :

- 1 Décollage
- 2 Insertion en orbite - 3 Orbite de parking
- 4 Injection sur une orbite de transit vers la Lune
- 5 Séparation du troisième étage
- 6 Insertion en orbite lunaire - 7 Abaissement orbite lunaire
- 8 Séparation du module lunaire et du vaisseau *Apollo* (CSM)
- 9 Début de la descente propulsée du module lunaire
- 10 Atterrissage du module lunaire à la surface de la Lune
- 11 Décollage de l'étage de remontée du module lunaire
- 12 Amarrage du module lunaire au vaisseau *Apollo* (CSM)
- 13 Largage du module lunaire - 14 Injection sur orbite de retour
- 15 Largage du module de service
- 16 Amerrissage du vaisseau *Apollo*

(la taille de la Lune et les distances ne sont pas à l'échelle).

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Apollo\\_11](https://fr.wikipedia.org/wiki/Apollo_11)

