

# Entraînement à l'épreuve d'Evaluation des Compétences Expérimentales

## Les astronautes ont-ils véritablement marché sur la Lune ?

### CONTEXTE DU SUJET :

Les rumeurs sur le programme Apollo sont une théorie du complot selon laquelle les vaisseaux du programme Apollo ne se seraient jamais posés sur la Lune et qu'il s'agirait en fait d'une mise en scène réalisée sur Terre. Ces théories ont pris de l'ampleur dans les années 1970 lorsqu'un climat de défiance vis-à-vis des institutions s'installe chez beaucoup d'Américains dans le sillage du scandale du Watergate et de la guerre du Viêt Nam.

L'argument qui a été le plus invoqué pour mettre en doute l'authenticité des vidéos concerne le drapeau des États-Unis planté sur la Lune, que l'on peut voir « flotter » au vent, alors qu'il n'y a pas d'atmosphère sur la Lune...

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Rumeurs\\_sur\\_le\\_programme\\_Apollo](http://fr.wikipedia.org/wiki/Rumeurs_sur_le_programme_Apollo)

Le but de cette épreuve est d'étudier une vidéo de la mission Apollo 16 pour vérifier qu'elle a bien été réalisée sur la Lune.

### Document 1 : matériel à disposition

Vous disposez du matériel suivant :

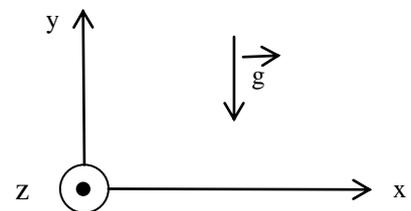
- Un ordinateur avec les logiciels Regavi et Regressi,
- Les modes d'emploi des logiciels Regavi et Regressi.
- Une séquence vidéo de la mission Apollo 16 qui montre un objet lancé par un astronaute.
- 

### Document 2 : lancer d'un projectile

Soit le système d'axes ci-contre.

On considère un projectile lancé, à  $t = 0$  :

→ de la position  $M_0(x_0, y_0, z_0=0)$



→ avec la vitesse initiale  $\vec{v}_0 \begin{cases} v_{x_0} = v_0 \cdot \cos \alpha \\ v_{y_0} = v_0 \cdot \sin \alpha \\ v_{z_0} = 0 \end{cases}$  où  $\alpha$  est l'angle que fait le vecteur

vitesse initiale avec l'axe horizontal Ox.

On rappelle les équations horaires des coordonnées d'un tel projectile :

$$\begin{cases} x(t) = v_0 \times \cos(\alpha) \times t + x_0 \\ y(t) = -\frac{g \times t^2}{2} + v_0 \times \sin(\alpha) \times t + y_0 \\ z(t) = 0 \end{cases}$$

L'équation de sa trajectoire est : 
$$y(x) = -\frac{g \cdot \left( \frac{x - x_0}{v_0 \cdot \cos(\alpha)} \right)^2}{2} + \tan(\alpha) \cdot (x - x_0) + y_0$$

### Document 3 : la pesanteur

Le champ de pesanteur est le champ attractif qui s'exerce sur tout corps doté d'une masse au voisinage de la Terre ou d'un autre astre. En première approximation, on peut confondre le champ de pesanteur et le champ gravitationnel autour d'un astre.

La Terre n'étant pas un astre sphérique et homogène, la norme du champ de pesanteur dépend du lieu. Cependant, on peut considérer avec une bonne approximation que cette norme vaut en moyenne  $9,8 \text{ m/s}^2$ .

Sur la Lune, la norme du champ de pesanteur est environ six fois moindre que sur Terre, du fait de la moindre masse de la Lune. Cela explique les bonds extraordinaires des astronautes du programme spatial américain Apollo. Le phénomène a été anticipé et popularisé dans l'album de Tintin *On a marché sur la Lune*.

### **TRAVAIL À EFFECTUER**

#### **1. Élaboration d'un protocole expérimental (durée conseillée 20 min)**

A partir du texte et du matériel mis à disposition, rédiger un protocole expérimental détaillé, qui permette de vérifier que la vidéo a bien été prise sur la Lune. On précisera les différentes mesures à réaliser et l'exploitation qui en sera faite.

**APPEL N°1**



**Appeler le professeur pour lui exposer oralement le protocole expérimental élaboré ou en cas de difficulté**

## 2. Mise en oeuvre du protocole expérimental et réalisation des mesures (durée conseillée 20 min)

Mettre en œuvre le protocole d'investigation.

Mettre en œuvre les fonctionnalités du logiciel à disposition pour afficher à l'écran le graphe pertinent et le modéliser. Noter les résultats obtenus.

**APPEL N°2**



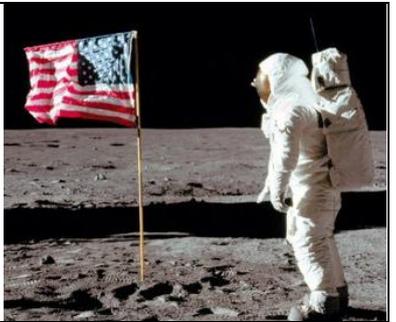
**Appeler le professeur pour lui présenter les résultats expérimentaux  
ou en cas de difficulté**

## 3. Validation du modèle utilisé (durée conseillée 20 min)

- Quelles hypothèses, concernant les forces appliquées au projectile, conduisent aux équations horaires proposées dans le document 2 ? Ces hypothèses sont-elles justifiées sur la Lune ?

- En vous appuyant sur vos résultats, rédigez un rapport argumenté concluant sur l'authenticité, ou non, de la séquence vidéo analysée.

- Proposez une explication au fait que le « célèbre » drapeau planté sur la Lune semble flotter.



- Pourquoi la NASA n'a-t-elle pas envisagé d'utiliser des véhicules volants, comme des ULM, pour permettre aux astronautes de parcourir de plus grandes distances sur la Lune ?



<b>APPEL N°3</b>	<b>Appeler le professeur pour lui présenter vos conclusions ou en cas de difficulté</b>
↔	

## *Correction*

pointage du "milieu" de l'objet lancé donc pointage de mauvaise qualité.  
Echelle: hauteur de l'astronaute: 2 m.

Pointage sur Regavi puis transfert des données sur Regressi.

La courbe  $x(t)$  est modélisée par une droite de coefficient directeur:  $2,25 \text{ m/s} = v_0 \cos(\alpha)$

La courbe  $y(t)$  est modélisée par une parabole  $a*t^2 + b*t$  avec  $a = -0,763 \text{ m/s}^2 (= g/2)$   
et  $b = 2,14 \text{ m/s} (= v_0 \sin(\alpha))$

Donc  $g/2 = 0,76$  soit  $g = 1,5 \text{ m/s}^2$  et  $2,14/2,25 = 0,95 = \tan(\alpha)$

La courbe  $y(x)$  est modélisée par une parabole:  $a'*x^2 + b'*x$  avec  $a' = -0,142 \text{ m}^{-1}$  et  $b' = 0,92$

Donc  $\tan(\alpha) = 0,92$  et  $g = 2 * (-a') * v_0^2 * \cos^2(\alpha) = 2 * 0,142 * (2,25)^2 = 1,4 \text{ m/s}^2$

Utilisation de la fonction dérivée pour faire calculer  $v_x$  et  $v_y$ ; mauvais résultats, modélisation très difficile.

Calculs de  $v_x$  et  $v_y$  avec les formules  $\Delta x/2\Delta t$  et  $\Delta y/2\Delta t$ : on trouve  $v_x = 2,25 \text{ m/s}$

On peut modéliser  $v_y(t)$  par une droite de coefficient directeur:  $-1,45 \text{ m/s}^2$  et d'ordonnée à l'origine:  $2 \text{ m/s}$ .  
Donc on retrouve la valeur précédente de  $g$  et une valeur de  $v_0 \sin(\alpha)$  autour de  $2 \text{ m/s}$ .

# ÉVALUATION

<b>Analyser</b>	<i>coefficient 2</i>	A																B																			
<b>Réaliser</b>	<i>coefficient 2</i>	A				B				C				D				A				B				C				D							
<b>Valider</b>	<i>coefficient 2</i>	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
<b>Note</b>		20	18	16	15	18	17	15	13	16	15	12	11	15	13	11	10	18	17	15	13	17	16	13	12	15	13	11	10	13	12	10	8				

<b>Analyser</b>	<i>coefficient 2</i>	C																D																			
<b>Réaliser</b>	<i>coefficient 2</i>	A				B				C				D				A				B				C				D							
<b>Valider</b>	<i>coefficient 2</i>	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
<b>Note</b>		16	15	12	11	15	13	11	10	12	11	8	7	11	10	7	6	15	13	11	10	13	12	10	8	11	10	7	6	10	8	6	5				