

# Études de trajectoires

## Capacités exigibles

➤ Enregistrer un phénomène à l'aide d'une caméra numérique et repérer la trajectoire à l'aide d'un

logiciel dédié, en déduire la vitesse et l'accélération.

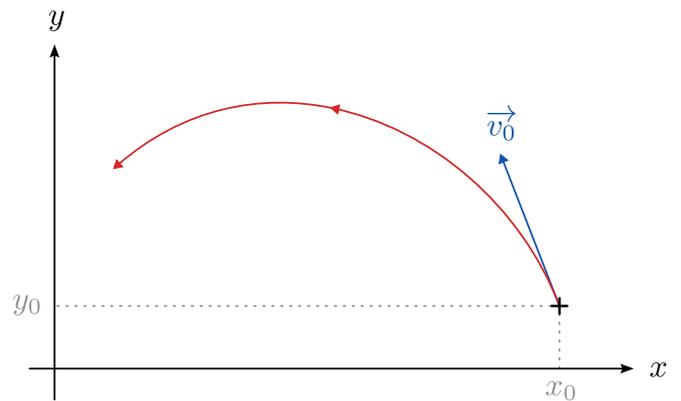
## I Documents

### Document 1 : Rappel sur la chute libre

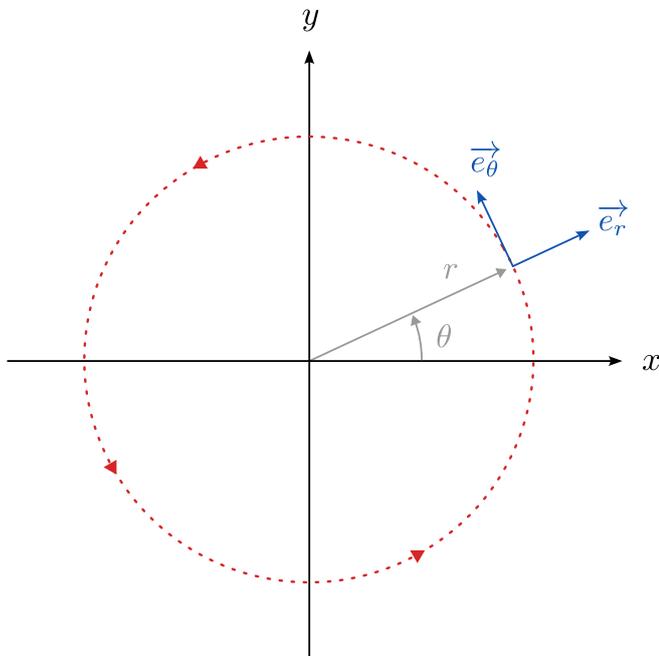
Lorsque l'on lance un objet dans les airs avec une vitesse raisonnable (de manière à pouvoir négliger les frottements), celui-ci a une trajectoire parabolique, telle que

$$\begin{cases} x(t) = v_{0x}t + x_0 \\ y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_{0y}t + y_0 \end{cases}$$

Avec  $(x_0, y_0)$  la position initiale, et  $(v_{0x}, v_{0y})$  la vitesse initiale et  $g = 9.81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$  l'intensité du champ de pesanteur.



### Document 2 : Rappel sur les mouvements circulaires



En coordonnées polaires, lors d'un mouvement circulaire, la vitesse et l'accélération s'expriment respectivement

$$\begin{cases} \vec{v} = r\dot{\theta} \vec{e}_\theta \\ \vec{a} = -r\dot{\theta}^2 \vec{e}_r + r\ddot{\theta} \vec{e}_\theta \end{cases}$$

Lorsque le mouvement est uniforme, on a donc

$$v = r\dot{\theta} = \text{cste}$$

Donc  $\ddot{\theta} = 0$ , et ainsi on a :

$$\vec{a} = -\frac{v^2}{r} \vec{e}_r$$

### Document 3 : Matériel

- Un ordinateur
- Une webcam + support
- Une balle + grand carton + étalon

- Un module sur coussin d'air pour faire du mouvement circulaire
- Des règles et des équerres



**B** Mouvement circulaire uniforme

- ⑤ ✂ À l'aide de la table à coussin d'air, lancez un module en trajectoire circulaire et relevez sa position lors d'un tour grâce à l'option de pointage automatique sur papier. Vous choisirez l'intervalle de temps  $\Delta t$  le plus faible possible.
- ⑥ À partir de votre chronophotographie, extraire le rayon  $R$  de la trajectoire, la période  $T$  ainsi que la norme de la vitesse  $v$ .
- ⑦ ✂ Sur votre feuille, choisissez arbitrairement une position M effectuez les tracés suivants :
- Faire apparaître les vecteurs de la base polaire  $(\vec{e}_r, \vec{e}_\theta)$  en M.
  - Faire apparaître les vitesses  $\vec{v}_M$  en M et  $\vec{v}_N$  en N, le point juste avant. Vous choisirez une échelle qui vous semble pertinente pour les vitesses.
  - De même, en choisissant une échelle adaptée pour l'accélération, ajouter le vecteur  $\vec{a}_M$  au point M. Précisez ci-dessous comment vous définissez  $\vec{a}_M$ , à partir des vitesses précédemment tracées et d'une autre grandeur liée à la mesure.
- ⑧ Vérifiez que l'accélération est compatible avec la forme donnée en document 2.

## III Annexe

### Document 4 : VirtualDub

Pour acquérir une vidéo avec la webcam, vous utiliserez le logiciel VirtualDub :

- › Ouvrez VirtualDub.
- › Choisissez **File** → **Capture AVI**.
- › Choisissez **Video** → **Preview** pour prévisualiser l'image et ajuster la webcam.
- › Choisissez **Video** → **Capture pin** puis choisissez comme taille de sortie  $320 \times 240$  (une trop grande résolution pourrait nuire à la justesse temporelle).
- › Choisissez **Video** → **Capture filter** puis dans l'onglet **Image**, choisissez au moins 60 FPS.
- › Dans **File** → **Capture file** choisissez l'emplacement et le nom de votre vidéo.
- › Lancez l'acquisition avec **Capture** → **Capture video**, puis arrêtez la avec la touche "Echape".
- › Choisissez **File** → **Exit capture mode**.
- › Ouvrez votre vidéo avec **File** → **Open video file**.
- › La barre en dessous vous permet de couper le début et la fin, afin de ne garder qu'une portion souhaitée. Ce découpage se fait avec les boutons :



définir le début



définir la fin

- › Enregistrez votre vidéo coupée.

### Document 5 : Chronophotographie avec LatisPro

Pour faire le pointage de vos mesures, vous utiliserez LatisPro (qui a l'avantage de le faire automatiquement, si votre vidéo est suffisamment propre) :

- › Ouvrez LatisPro.
- › Ouvrez la fenêtre de traitement vidéo : **Édition** → **Analyse de séquences vidéos**.
- › Choisissez votre vidéo en cliquant sur le bouton **Fichiers** (en bas à gauche).
- › Suivez l'ordre des réglages proposés :
  - ▶ Sélection de l'origine
  - ▶ Sélection de l'étalon
  - ▶ Sélection auto des points
- › Une deuxième fenêtre s'ouvre alors. Pour indiquer la forme de l'objet à suivre, choisissez à instant initial où celui-ci est bien détaché du décors.
- › Lancer l'acquisition. Si cela ne fonctionne pas, passez à l'acquisition manuelle.

### Document 6 : Dériver une courbe expérimentale avec LatisPro

Les courbes expérimentales sont discrètes et ne peuvent donc être directement dérivée. Il faut tout d'abord les lisser :

**Traitements** → **Calculs spécifiques** → **Lissage**

Ensuite, on peut demander au logiciel de dériver ce dernière courbe lisse ainsi crée :

**Traitements** → **Calculs spécifiques** → **Dériver**