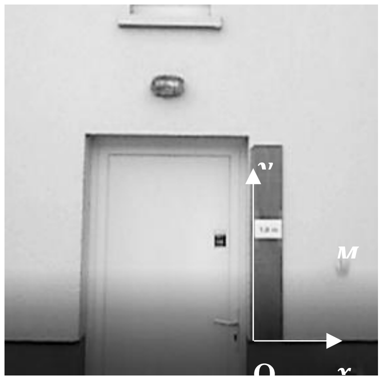
Compétences : Chronophotographie. Mouvement de chute libre.

TP1 : Mesure de l'accélération de la pesanteur terrestre g

Contexte et objectif de l'activité

Le g (la lettre g étant l'initiale de gravité) désigne une **accélération** correspondant approximativement à l'accélération de la pesanteur à la surface de la Terre. Cette grandeur est couramment utilisée en **aéronautique**, dans l'**industrie automobile** et dans les **parcs d'attractions** pour caractériser les accélérations subies par les passagers. Au lycée, on adopte comme valeur de référence : g = 9,81 m.s^{-2} à la surface de la Terre.

Objectif de TP



Le but de cette activité est de déterminer expérimentalement la valeur de l'accélération de la pesanteur g en étudiant le mouvement d'une balle de tennis lancée verticalement.

Document 1 Vidéo du lancer vertical d'une balle de tennis
Vous disposez d'une vidéo montrant le lancer vertical d'une balle de tennis, animée d'une impulsion initiale dirigée de bas en haut.

Modélisation de la situation

- Le système étudié est la balle de tennis de masse m = 58 g modélisée par son centre de masse, noté M.
- Le référentiel d'étude est le référentiel terrestre, supposé galiléen.
- La longueur de la planche de référence visible sur la vidéo est de 1,0 m.
- Les axes du repère du référentiel d'étude sont indiqués sur la figure ci-dessus.

Document 2 Pointage avec Aviméca
Consulter la vidéo associée pour apprendre à réaliser le pointage de la position du centre de masse M à l'aide du logiciel Aviméca.

VIDEO

Document 3 Calcul numérique d'une dérivée dans regressi

On repère les positions du point M à intervalle de temps réguliers Δt. Dans cette étude, on s'intéresse uniquement aux **positions verticales** y du point M.

On note y[i] la **coordonnée verticale** du point M à l'instant t[i].

On note v_y[i] la **coordonnée suivant l'axe vertical** du vecteur vitesse $\vec{v_i}$ à ce même instant.

Ces grandeurs permettront de déterminer expérimentalement la **vitesse** puis l'**accélération** du mouvement, et d'en déduire la valeur de g.

On a : $\mathrm{v_y[i]} = \dfrac{\mathrm{y[i+1]-y[i-1]}}{\mathrm{t[i+1]-t[i-1]}}$ et $\mathrm{a_y[i]} = \dfrac{\mathrm{v_y[i+1]-v_y[i-1]}}{\mathrm{t[i+1]-t[i-1]}}$

Calcul des composantes de la vitesse et de l'accélération avec Regressi

Pour ajouter dans **Regressi** la colonne v_y, correspondant aux **coordonnées verticales du vecteur vitesse**, procéder de la manière suivante :

1. Aller dans l'onglet **« Expressions »**.
2. Saisir les expressions de v_y en utilisant les notations :

$y[i+1]$, $y[i-1]$, $t[i+1]$, $t[i-1]$. *(voir figure ci-contre)*

Ces expressions correspondent à un **calcul numérique de la dérivée**, fondé sur la variation de la position entre deux instants voisins.

Calcul des composantes de l'accélération

De la même manière, ajouter la colonne a_y :

1. Toujours dans l'onglet **« Expressions »**,
2. Saisir les expressions de a_y en utilisant les notations : $v_y[i+1]$, $v_y[i-1]$, $t[i+1]$, $t[i-1]$.

On obtient ainsi les **coordonnées du vecteur accélération verticale**, ce qui permet d'analyser le mouvement et de relier expérimentalement les résultats à l'accélération de la pesanteur.

Document 4 Modèle de chute libre

On dit qu'un objet est en **chute libre** lorsque la **seule force** qui s'exerce sur lui est son **poids** : $\vec{P} = m\,\vec{g}$.

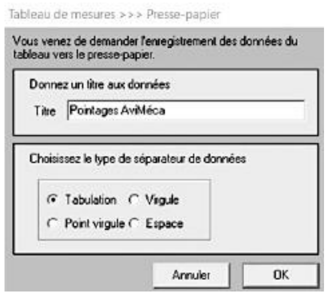
Dans le cas de la **balle de tennis lancée verticalement**, on suppose que les frottements de l'air sont négligeables : la balle est donc soumise **uniquement à son poids**.

En appliquant la **deuxième loi de Newton** (voir plus loin dans le cours) au mouvement du centre de gravité de la balle, on montre que **lors de la phase de descente (chute libre)**, le mouvement est **uniformément accéléré**. On obtient alors les **équations horaires** du mouvement, qui décrivent l'évolution de la position et de la vitesse au cours du temps :

Position	Vitesse	Accélération
$x(t) = x_0$ $y(t) = -\frac{1}{2}g \times t^2 + v_0 \times t + y_0$	$v_x(t) = 0$ $v_y(t) = v_0 - g \times t$	$a_x(t) = 0$ $a_y(t) = -g$

Exploitation des données expérimentales avec Aviméca et Regressi

- Effectuer le pointage des positions de la balle de tennis pendant la phase de chute libre à l'aide du logiciel Aviméca.
- Copier les données à l'aide de l'outil presse-papiers (voir figure ci-contre), puis cliquer sur OK.
- Ouvrir Regressi et choisir : Fichier ▷ Nouveau ▷ Presse-papiers.



1. Tracer, à l'aide de **Regressi**, la **coordonnée verticale** y de la balle en fonction du temps. Décrire l'évolution de y au cours du temps. Reproduire sur votre copie l'**allure de la courbe** y(t).
2. Tracer la **coordonnée verticale de la vitesse** v_y en fonction du temps. Décrire l'évolution de v_y au cours du temps. Reproduire sur votre copie l'**allure de la courbe** $v_y(t)$ et y indiquer :
   - le **sommet de la trajectoire**,
   - la **phase ascendante**,
   - la **phase descendante**.
3. Tracer la **coordonnée verticale de l'accélération** a_y en fonction du temps. Décrire l'évolution de a_y au cours du temps. Reproduire sur votre copie l'**allure de la courbe** $a_y(t)$.
4. À partir des trois grandeurs expérimentales y(t), $v_y(t)$ et $a_y(t)$, déterminer l'**accélération de la pesanteur terrestre** $\vec{g}$ à l'aide de **modélisations adaptées** dans Regressi. (3 valeurs expérimentales de g obtenues à partir de 3 modélisations)
5. Déterminer l'**incertitude-type statistique** $u(\vec{g})$et présenter le résultat de la mesure sous la forme :

$$\vec{g} = \text{valeur mesurée} \pm u(\vec{g})$$