




- Objectifs :**
- Étudier la chute libre d'un corps lâché sans vitesse initiale.
  - En déduire une relation entre la valeur  $v$  de la vitesse et la hauteur de chute  $h$ .
  - Trouver une relation entre le travail  $W(\vec{P})$  de la force poids et l'énergie cinétique.

On étudie la chute libre d'une boule de masse  $m = 0,500 \text{ kg}$  à l'aide d'un extrait vidéo, et des logiciels Aviméca et Regressi. Le référentiel d'étude est le sol.

### I. Acquisition des positions de la boule de pétanque au cours de la chute libre:

- Lancer le logiciel Aviméca
- **Ouvrir la vidéo:** Menu Fichiers > Ouvrir un clip vidéo, choisir le fichier "1S-ChuteBoule.avi" (dans C:\1S)
- **Redimensionner la vidéo:** cliquer sur l'icône  située en haut à gauche, cocher adapter puis valider.
- **Passer à l'image n°2** à l'aide des flèches situées en bas à gauche de l'écran. 
- Cliquer sur l'icône loupe  située en haut à gauche.
- **Choix du repère:** Dans l'onglet « Étalonnage », choisir le 1<sup>er</sup> type de repère, et placer l'origine du repère au centre d'inertie de la boule.
- **Indication de l'échelle:** La règle noire verticale mesure 1,00 m. Dans l'onglet « Étalonnage », Cocher « Echelle », et suivre les instructions.
- **Indiquer l'origine des dates:** Dans l'onglet « Mesures », indiquer en bas à droite que l'image n°2 est l'origine des dates (  $t = 0 \text{ s}$  ).
- **Relever les coordonnées des positions successives de la boule:** Pour chaque image, cliquer sur le centre d'inertie de la boule.
- **Exporter les données dans Regressi:** Fichiers > Regressi > Exécuter Regressi.

### II. Forme de la trajectoire:

- Afficher la trajectoire de la boule  $y = f(x)$ , sous forme de ligne, avec des points "croix diag." de taille 5 et avec un tracé de grille.

**II.1)** La chute étant supposée parfaitement verticale, quelle doit être la valeur de  $x$  au cours du mouvement ?

Dans la fenêtre Grandeurs, onglet Variables, effectuer les corrections nécessaires.

**II.2)** La durée écoulée entre deux positions consécutives vaut toujours  $\Delta t = 40 \text{ ms}$ . Quelle est la nature du mouvement ? Justifier.

### III. Hauteur de chute $h$ :

À l'instant  $t = 0 \text{ s}$ , la boule est située à une ordonnée  $y_0$ .

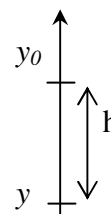
À un instant  $t$ , la boule est située à une ordonnée  $y$ .

Dans la fenêtre Grandeurs, étudier les valeurs de  $y$  au cours du temps.


**III.1)** Quelle est la valeur théorique de l'ordonnée initiale  $y_0$ ? Corriger cette valeur si nécessaire.

Quelle est la valeur expérimentale de l'ordonnée finale  $y_{\text{finale}}$ ?

**III.2)** Quelle est la relation littérale entre la hauteur de chute  $h$  et l'ordonnée  $y$  ?



- **Faire calculer la hauteur de chute par Regressi:**


Dans la fenêtre grandeur, cliquer sur l'icône nouvelle grandeur 

Indiquer qu'il s'agit d'une grandeur calculée, la nommer  $h$ , indiquer son unité, entrer son expression en fonction de  $y$ .

#### IV. Calcul de la vitesse instantanée de la boule:

IV.1) Donner l'expression littérale de  $v(t_i)$  en fonction de  $h_{i+1}$ ,  $h_{i-1}$  et  $\Delta t$  durée écoulée entre deux images consécutives.

Le logiciel regressi peut calculer la vitesse instantanée, pour cela il calcule la dérivée de la variable  $h$  par rapport à la variable  $t$ . (variation de hauteur  $dh$  pour une petite variation de durée  $dt$ )

- **Faire calculer  $v(t)$  par Regressi:** Dans la fenêtre grandeurs, cliquer sur l'icône nouvelle grandeur 

Indiquer qu'il s'agit d'une dérivée, la nommer  $v$ , indiquer son unité (m/s), et choisir  $\frac{dh}{dt}$ .

- **Obtenir  $v = f(t)$ :** Clic droit dans la fenêtre Graphe: coordonnées. Décocher Axes orthonormés.

IV.2) Pour une hauteur de chute nulle, pourquoi la valeur de  $v(t)$  calculée est-elle fautive?

IV.3) Commenter ce graphe.

#### V. Évolution de la vitesse instantanée $v$ en fonction de la hauteur de chute:

On propose quatre relations mathématiques liant  $v$  et  $h$  (avec  $k$  constante positive) :

$$(a) v = k.h^2 \quad (b) v = k.h \quad (c) v^2 = k.h \quad (d) v = k/h$$

V.1) À partir du graphe  $v = f(h)$ , éliminer deux expressions en justifiant.

V.2) Créer la grandeur  $h^2$ , indiquer ses unités et son expression. Obtenir le graphe  $v = f(h^2)$ . Conclure.

V.3) Créer la grandeur  $v^2$ , indiquer ses unités et son expression. Obtenir le graphe  $v^2 = f(h)$ . Conclure.

V.4) Pour l'expression retenue, modéliser avec regressi afin de déterminer la valeur du coefficient  $k$ .

Comparer sa valeur à celle de l'accélération de la pesanteur  $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$  (ou  $\text{m.s}^{-2}$ )

V.5) En déduire l'expression littérale liant  $v^2$ ,  $g$  et  $h$ .

#### VI. Travail de la force poids de la boule:

Lorsqu'une force agit sur un système, on dit qu'elle fournit un travail mécanique. Le travail d'une force constante, agissant sur un système entre les points  $A$  et  $B$  est défini par  $W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB} = F \cdot AB \cdot \cos \alpha$ . où  $\alpha$  est le plus petit angle entre le vecteur force  $\vec{F}$  et le vecteur déplacement  $\vec{AB}$ . Le travail s'exprime en joules.

Exprimer littéralement le travail de la force poids  $W(\vec{P})$  pour le déplacement vertical  $\vec{h}$ , en fonction de  $m$ ,  $g$  et  $h$ .

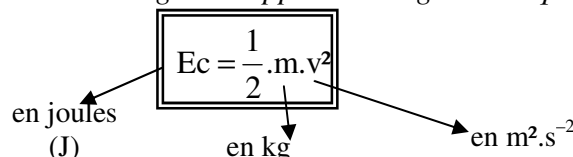
- **Faire calculer à Regressi le travail de la force poids de la boule:**

Créer une nouvelle grandeur calculée, la nommer WP, indiquer son unité, indiquer son expression numérique en fonction de  $h$ . ( $m$  et  $g$  seront remplacées par leur valeur numérique).

#### VII. Énergie cinétique d'un solide en translation:

La force poids a fourni un travail qui a permis de faire varier la vitesse de la boule.

La boule acquiert de l'énergie. Cette énergie est appelée Énergie cinétique.


$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

- **Faire calculer à Regressi l'énergie cinétique de la boule:**

Créer une nouvelle grandeur calculée, la nommer  $E_c$ , indiquer son expression numérique en fonction de  $v^2$ .

- Obtenir le graphe  $WP = f(E_c)$ .

Dans le cas d'une chute libre sans vitesse initiale, quelle relation lie le travail de la force poids  $W(\vec{P})$  et l'énergie cinétique  $E_c$ .