

Nom et prénom :

Activité réalisée avec :

Date :

Rappel des consignes (à lire intégralement, ainsi que le protocole, avant de commencer)

Veillez réaliser l'activité et le rapport. Respectez les règles habituelles quant à la présentation et à l'orthographe, notamment : en-tête rempli, pas de crayon (sauf pour les dessins) ni d'effaceur (erreurs éventuelles à biffer proprement), soin de la langue française, protocole/graphique(s)/données à rendre avec le rapport, précision dans les dessins et les résultats (nombre pertinent de chiffres significatifs).

LE SAUT

Le but de cette activité est d'étudier le mouvement vertical du *centre de masse C* d'une personne pendant un saut sur place vertical.



Ce mouvement s'articule en deux parties:

- La phase de *poussée* : tant que les pieds sont en contact avec le sol ;
- La *chute libre* : dès que les pieds ne sont plus en contact avec le sol et donc la seule force qui agit sur la personne est la force de gravité (interaction à distance avec la Terre). **Attention** : au début de cette deuxième phase la personne continue de monter, même s'il n'y a plus de poussée.

Pendant toute la durée du mouvement, nous négligeons la résistance de l'air.

I. Prise des mesures avec l'iPad

- a) Choisir un objet que la personne peut tenir près de son centre de masse, qui soit bien visible par rapport au fond (par exemple un morceau de papier blanc sur un T-shirt noir).

- b) Mettre en marche le iPad (*mot de passe: 0987*).
- c) Appeler le programme « Video Physics » (Icône: ).
- d) Débuter une nouvelle Expérience (+) et sélectionner « *Faire un film* ».
- e) Durant le film tenir le iPad de manière stable et immobile, de telle manière que toute la trajectoire à filmer soit dans le cadre; s'assurer que le corps filmé soit bien visible par rapport au fond.
- f) Débuter le film et l'arrêter immédiatement après que la personne ait touché le sol. Ensuite, appuyer sur l'option « *Utiliser* ».
- g) Cliquer en haut à gauche sur « *Expériences* » et enregistrer le nouveau film en cliquant sur « *i* » (= *informations*) puis en donnant un nom explicite comme: « **Saut Elève X** ».

II. Création des graphiques et extraction des données

Le film enregistré peut-être visualisé au ralenti et à répétition. Le but ici est d'analyser la trajectoire de C depuis son point le plus bas (le début de l'ascension) jusqu'à l'instant où la personne termine sa chute libre (avant que les pieds ne touchent à nouveau le sol).

- a) Faire glisser le doigt sur le curseur afin de sélectionner l'image de l'objet suivi au début de sa trajectoire, dans son point le plus bas.
- b) Placer la cible précisément sur l'image de l'objet (régler sa taille, ni trop grande ni trop petite), puis appuyer sur « *Tracer* ». La cible suit automatiquement l'objet dans son mouvement.
- c) Ne garder que les points de la trajectoire avant que la personne ne touche le sol, les autres points pouvant être supprimés en les sélectionnant (ils deviennent alors bleus) et en cliquant « *Supprimer* ».
- d) Définir un repère ayant comme origine le premier point du traçage et l'axe des y orienté dans la direction verticale: nous pourrons ainsi étudier le mouvement en ne considérant que cette coordonnée.
- e) Définir l'échelle (par exemple avec la taille de la personne) puis visualiser les graphiques via l'icône . L'application donne le graphique de la trajectoire ($x ; y$), le diagramme horaire $y(t)$ et celui de la vitesse en fonction du temps $v_y(t)$. Elle donne aussi le diagramme horaire de $x(t)$ et de $v_x(t)$, représentant les oscillations perpendiculaires au mouvement, dont nous ne tenons pas compte.
- f) Pour visualiser les données et travailler avec les graphiques:
 - cliquer sur l'icône ,
 - puis sur « *Fichier Données* » + « *Ouvrir dans...* »,
 - choisir l'application *Graphical Analysis* (Icône : .
- g) L'application *Graphical Analysis* visualise les graphiques du mouvement. En cliquant sur les noms des paramètres observés sur l'axe vertical, les différents graphiques peuvent être sélectionnés ou non. En cliquant sur l'icône en bas à gauche  il est possible de choisir

le format des points (« Options graphe »). Pour visualiser le tableau des données, cliquer sur la première icône en haut à droite  et choisir « Tableau ».

- h) Nous appelons le temps du début de la mesure t_0^* (et la position initiale $y(t_0) = y_0$), t_1 le l'instant où les pieds quittent le sol et t_2 le dernier instant avant que la personne ne touche à nouveau le sol. De plus, nous appelons y_{max} la hauteur maximale atteinte lors du saut et t_{max} l'instant correspondant : $y_{max} = y(t_{max})$.
- i) Dans le tableau des données, repérer t_0 , t_1 , t_{max} et t_2 ; les noter dans le tableau récapitulatif suivant. *Arrondir les données à 2 chiffres après la virgule.*

t [s]	y [m]	v_y [m/s]
$t_0 =$	$y_0 =$	$v_{y0} =$
$t_1 =$	$y_1 =$	$v_{y1} =$
$t_{max} =$	$y_{max} =$	$v_y(t_{max}) =$
$t_2 =$	$y_2 =$	$v_{y2} =$

- j) **Important** : envoyer les graphiques terminés et le tableau des données à votre adresse email afin de pouvoir les joindre à votre analyse par la suite.

III. Analyse

i) Phase de poussée (entre t_0 et t_1)

Le but ici est de déterminer quelle est la force (supposée constante) exercée par la personne sur le sol $\vec{F}_{p/sol}$ pendant la poussée. Nous prenons comme positif le sens vers le haut, défini par l'orientation de l'axe y .

- a) En observant les graphiques du mouvement, quel type de mouvement a-t-on entre t_0 et t_1 ? *Justifier.*
- b) Utiliser les données du tableau rempli au point II (i) pour calculer *l'accélération moyenne* entre t_0 et t_1 . En déduire la *force résultante* dans cette phase.
- c) À partir de la masse de la personne, calculer sa *force de pesanteur* (attention au signe !).
- d) De plus que la force de pesanteur, quelle(s) autre(s) force(s) agit(ssent) sur la personne entre t_0 et t_1 ? De quel signe ?

* Le temps t_0 n'est pas forcément égal à 0 s.

- e) Dessiner le schéma des forces agissantes sur la personne entre t_0 et t_1 , appliquées au même point C, et tracer la force résultante en rouge. Pas d'échelle à définir, mais les forces de même intensité doivent avoir la même longueur.
- f) En utilisant la formule qui lie la force résultante aux autres forces et les valeurs obtenus pour $\vec{F}_{rés}$ et \vec{F}_g , déterminer $\vec{F}_{sol/personne}$ (le signe en définit le sens).
- g) En déduire $\vec{F}_{personne/sol}$ (le signe en définit le sens). Justifier en utilisant les lois de Newton appropriées.

ii) Phase de chute libre (entre t_1 et t_2)

- h) Dessiner le schéma des forces agissantes sur la personne entre t_1 et t_2 , appliquées à C, et tracer la force résultante en rouge (sans échelle). Quelle est la différence entre ce diagramme et celui dessiné pour la phase de poussée ? (Point III (e))
- i) Pendant cette phase de *chute libre* quelle sont les valeurs (théoriquement)
 - de la force résultante et
 - de l'accélération
 de C ? *Attention au signe.*
- j) Utiliser les données du tableau rempli au point II (i) pour calculer la valeur expérimentale de l'accélération entre t_1 et t_2 . Comparer cette valeur avec celle prédite au point III (i).
- k) En connaissant la vitesse initiale (v_{y1} du tableau au point II(i)) et l'accélération entre t_1 et t_2 , utiliser les équations du MRUA pour calculer :
 - le temps $t_{max\ pred}$ pour atteindre la hauteur maximale et
 - la hauteur maximale $y_{max\ pred}$.
 (Cf. l'exemple 27 du cours ou de l'exercice du jet d'eau.)
- l) Comparer les prévisions théoriques faites au point III (k) avec les données de y_{max} et de t_{max} du tableau au point II (i). Quelle est la précision de vos prédictions ?