# QUAND GALILÉE Lâche son smartphone

## Une activité expérimentale sur l’accélération

## lors d’une chute verticale avec un smartphone.

## Dans cette activité, on fait quoi ?

# 

On utilise l’accéléromètre du smartphone pour estimer la valeur du champ de pesanteur lors d’une chute du smartphone. La mesure permettra :

- de tester la validité du modèle de la chute libre pour décrire la chute du smartphone ;

- d’en déduire la hauteur de chute mais aussi l’équation-horaire du mouvement vertical ;

- d’étudier la nature de la force exercée par l’air.

Attention, dans cette activité, on fait tomber un smartphone ! Quelques consignes sont donc à respecter pour ne pas l’endommager… (voir plus loin)

## L’échauffement « Phyphox »

# 

Télécharger l’application Phyphox pour découvrir comment

l’utiliser sur ce tutoriel :<https://tinyurl.com/PhyphoxTuto>

Pour apprendre à utiliser l’accéléromètre, voici un petit

échauffement ludique : <https://tinyurl.com/tutoaccelerometre>

## DU Côté des modèles

On modélise dans un premier temps la chute par une chute libre : on néglige donc les frottements de l’air. On note le champ de pesanteur terrestre et on prend pour sa norme : g = 9,8 m.s-2.

1) Établir l’expression du vecteur accélération dans le cadre de ce modèle.

2) Rappeler l’équation horaire dans le cas d’une chute sans vitesse initiale.

3) Toujours dans le cas d’une chute sans vitesse initiale, établir la loi empirique de Galilée sur “la chute des corps”, qui relie la hauteur de chute h et la durée de chute ∆t.   
Cette loi est considérée comme la première loi de la physique moderne.

## CONSIGNES DE sécurité : Attention à votre smartphone !

Quand vous lâchez votre smartphone, prévoir un gros coussin bien mou et si possible épais

Éviter les matelas car le smartphone risque de rebondir !

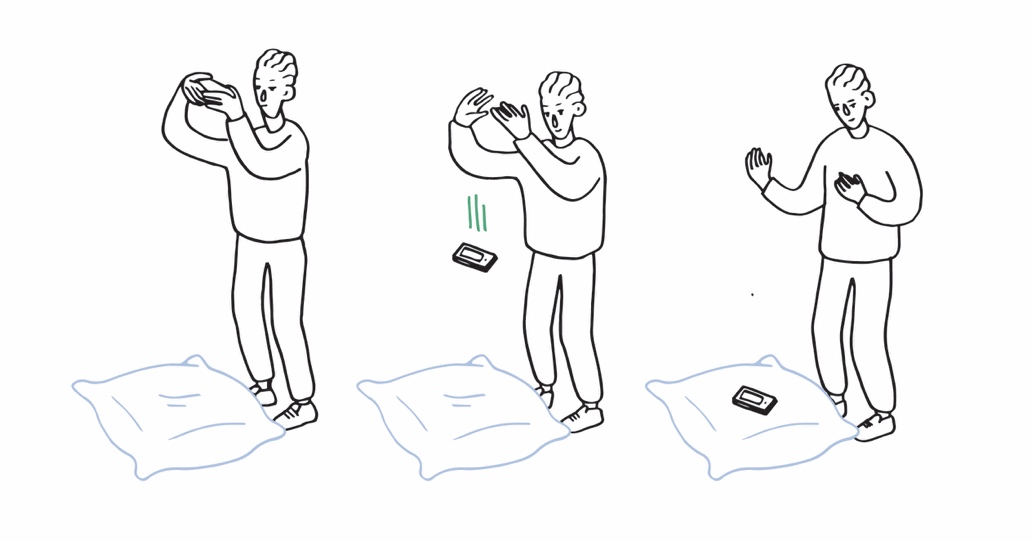
Ne pas lâcher de plus de 2 m de haut.

Ne pas ôter la coque ou toute protection si le smartphone en possède une.

Lâcher à plat écran vers le haut pour éviter le rebond.

## L’expérience n°1 : la durée de chute

Choisir sur l’application “Phyphox” l’expérience “Accélération sans g” ou, si elle n’est pas disponible sur votre smartphone, “Accélération avec g”.

Après avoir lancé l’enregistrement, lâcher le smartphone en le maintenant initialement horizontal à peu près à hauteur de vos yeux (bien respecter les consignes de sécurité).

Utiliser les fonctionnalités de Phyphox pour déterminer la valeur de la durée de chute ∆t. En observant la courbe obtenue, évaluer la durée de la chute en repérant la grande variation de la valeur de l’accélération lorsqu’on lâche le smartphone et celle observée lorsque le smartphone touche le sol.

Reproduire l’expérience une ou deux fois pour vérifier qu’on trouve toujours approximativement la même durée de chute.

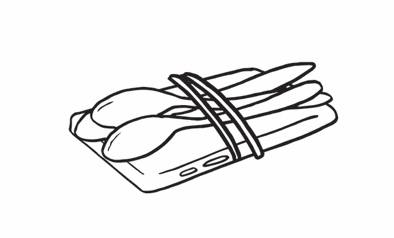
1) Indiquer la valeur de la durée de chute notée ∆t (en faisant éventuellement une moyenne des deux ou trois valeurs obtenues).

2) Mesurer la hauteur de chute, notée h, à 5 cm près (se faire éventuellement aider).

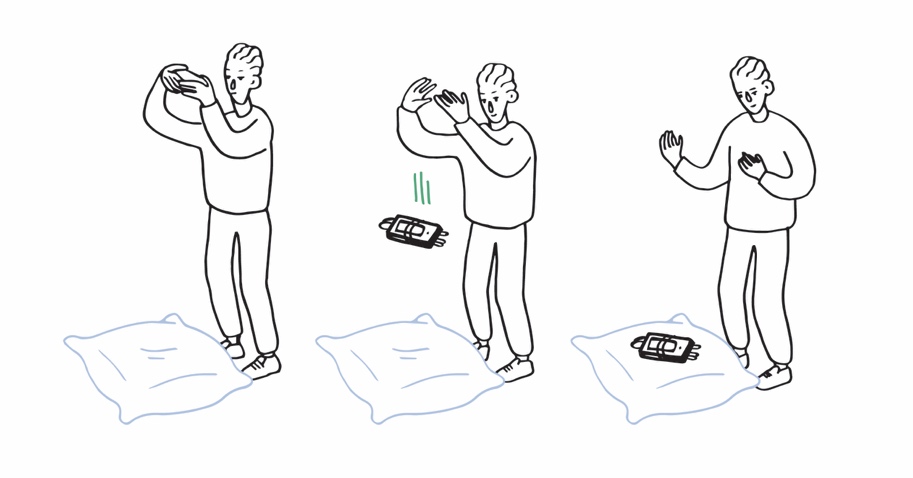
3) En déduire la valeur du champ de pesanteur g et commenter.

4) Transformer son smartphone en règle à mesurer : en refaisant une expérience, et en utilisant la valeur g = 9,8 m.s-2, mesurer sa propre taille avec son smartphone.

## Pour aller plus loin : et la masse dans tout ça ?

5) Le modèle prévoit-il que la masse influence la durée de chute ?

Alourdir le téléphone en y accrochant quelques cuillères à café avec un élastique comme montré ci-contre, puis laisser tomber le tout avec les cuillères en dessous.



6) Indiquer les résultats obtenus et conclure quant à l’effet du changement de masse sur la durée de la chute.

## L’expérience n°2 : vitesse et position

*Cette expérience peut être traitée après ou indépendamment de l’expérience 1*

On s’intéresse ici à la valeur de l’accélération pendant la chute selon l’axe vertical.

En refaisant une mesure selon le même protocole que dans l’activité 1, exporter les données dans le format qui convient le mieux au tableur utilisé pour traiter ces données.

1) Dans le tableur, sélectionner seulement les données comprises entre la date de lâcher et la date à laquelle le smartphone touche le coussin.

2) Créer une nouvelle variable temporelle telle que l'origine des temps (t = 0 s) corresponde au début de la chute.

3) Faire afficher dans le tableur l’évolution de l’accélération selon la direction verticale Oz en fonction de la variable temps ainsi définie. Discuter l’accord de l’enregistrement avec le modèle de la chute libre.

On cherche maintenant à calculer la vitesse du smartphone selon la direction verticale aux différents dates de mesure de l’accélération effectuées par le smartphone. Pour cela, on utilise une méthode dite discrète, en considérant que l’accélération à une date ti est la valeur moyenne entre les dates ti et ti+1.

4) En adoptant cette approximation, exprimer l’accélération ai à la date ti en fonction des vitesses vi+1, vi, de ti et ti+1.

5) Exprimer la vitesse vi+1 et utiliser les fonctions du tableur pour calculer les différentes valeurs de la vitesse (on n’oubliera pas de déclarer que v est nulle pour t = 0)

6) Faire afficher l’évolution de la coordonnée de la vitesse selon la direction verticale en fonction de la variable temps.

7) En établissant l’expression de la vitesse dans le cas du modèle de la chute libre, comparer cette expression et l’évolution obtenue par cette méthode discrète.

**Pour aller plus loin :**

Recommencer les opérations ci-dessus pour calculer puis représenter les positions successives au cours du temps. Comparer à l’équation horaire selon la direction verticale.

## L’expérience n°3 : l’influence des frottements

*Cette expérience ne peut être traitée qu’après avoir réalisé l’expérience 2*

Lorsque le smartphone chute, sa vitesse augmente et donc les frottements avec l’air également.

1) En utilisant la 2ème loi de Newton, indiquer comment évolue la norme du vecteur accélération au cours de la chute si on tient compte des frottements.

2) Vérifier votre réponse précédente à l’aide de l’acquisition de l’expérience 2 ou à l’aide d’une nouvelle mesure.

3) En physique, on utilise couramment deux modèles pour décrire la force de frottement fluide : un modèle qui indique une force de norme est proportionnelle à la vitesse (F = kv), un autre qui indique une norme proportionnelle à la vitesse au carré (F = k'v2). Exploiter les données permettant de choisir le modèle de force de frottement le plus adapté. On exposera la démarche et les résultats.