

## M24n – GALILÉE ET LE MOUVEMENT

Auteur : Jean-Louis Balas

TI-Nspire™ CAS

**Mots-clés :** Galilée, mesure du temps, distance, mouvement varié, plan incliné.

**Fichiers associés :** M24nElev\_GalileeMouvement.pdf ; GalileeMouvement\_eleve.tns ; GalileeMouvement\_prof.tns



### 1. Objectifs

- Étudier le mouvement uniformément varié à partir de l'expérience de Galileo Galilei.
- Réinvestir la notion de proportion.
- Comprendre la notion de variable en sciences.

### 2. Matériel

- Un plan incliné.
- Une grosse bille ou une balle.
- Un capteur de distance CBR2.
- Une calculatrice TI-Nspire CAS.
- Une Labstation.

### 3. Commentaires

Lors de la réalisation d'une expérience de sciences, les élèves rencontrent souvent des difficultés pour distinguer la grandeur variable et celle qui en dépend. Cela induit ensuite des problèmes importants pour la compréhension de ce qu'est un phénomène, mais aussi pour sa représentation à l'aide d'un graphique.

L'expérience de Galilée concernant le mouvement d'une bille sur un plan incliné est, de ce point de vue, très enrichissante.

En expérimentant la vitesse d'une bille roulant sur un plan incliné, Galilée se trouve confronté au problème de la mesure du temps. Après plusieurs échecs, il décide de répartir sur toute la longueur du plan des clochettes qui tinteront au passage de la bille.

C'est ainsi qu'il mettra en évidence l'existence du mouvement « uniformément accéléré ». Les bases de la physique moderne sont désormais jetées.



## 4. Conduite de l'activité

En effet, à l'époque de Galilée, le chronomètre n'existe pas. Pour réaliser l'étude de la chute d'une bille le long d'un plan incliné, Galilée place des clochettes équidistantes. Mais lors de la chute, il n'entend pas les clochettes à des intervalles de temps régulier. Galilée est musicien, physicien nous le savons. Il conjecture donc que la distance parcourue par la bille entre deux sons de clochette n'est pas identique sur tout le parcours.

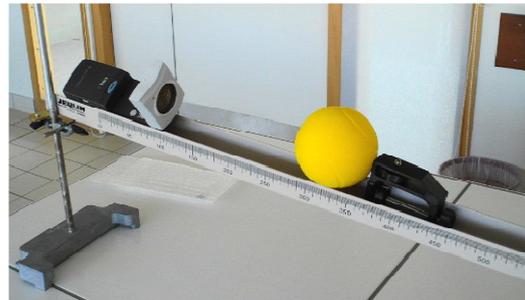
Il réorganise alors la disposition des clochettes de manière à ce qu'elles tintinnabulent en des intervalles de temps égaux. Puis de nouveau, il mesure les distances séparant ces clochettes et constate alors une progression bien intéressante.



Le plan incliné de Galilée (Musée Galileo)

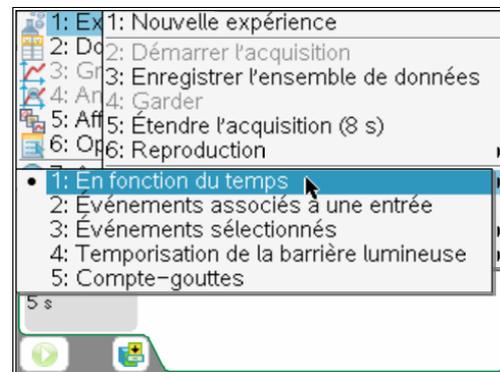
### a) Préparation de l'acquisition

- Réaliser le montage ci-contre. Le plan incliné utilisé ici est un banc optique. On choisit une balle de rayon suffisamment grand afin que celle-ci soit convenablement repérée par le capteur.



- Connecter le capteur à l'interface d'acquisition.
- Appuyer sur la touche **menu** puis choisir :  
**1 : Expériences, 7 : Mode d'acquisition, 1 : En fonction du temps.**

*Remarque : Par défaut, l'acquisition est paramétrée sur ce mode lorsqu'on connecte le capteur à l'interface d'acquisition.*

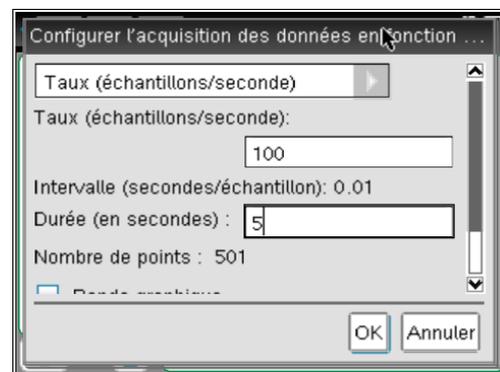


- Appuyer de nouveau sur la touche **menu** puis  
**1 : Expériences, 8 : Configuration de l'acquisition.** Régler la prise de 100 échantillons par seconde pour une durée totale de 5 s.  
Appuyer sur la touche **tab** de la calculatrice pour passer d'une zone de saisie à une autre, puis valider en cliquant sur **OK**.

### b) Réalisation de l'acquisition

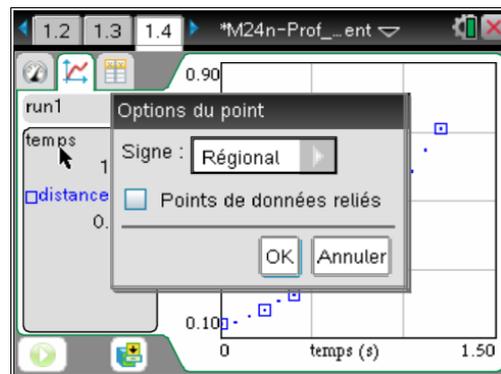
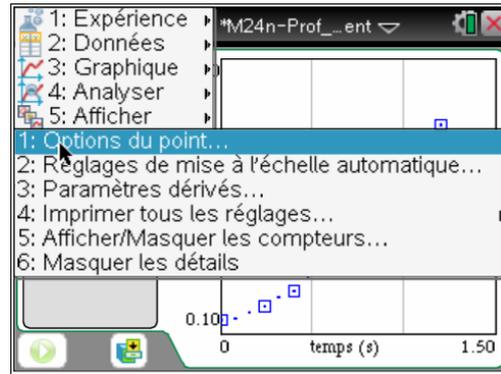
Lorsque l'on est prêt, lâcher la balle sans vitesse initiale, puis déclencher l'acquisition des données en appuyant sur .

- Cliquer sur l'icône  pour conserver une série de mesures.



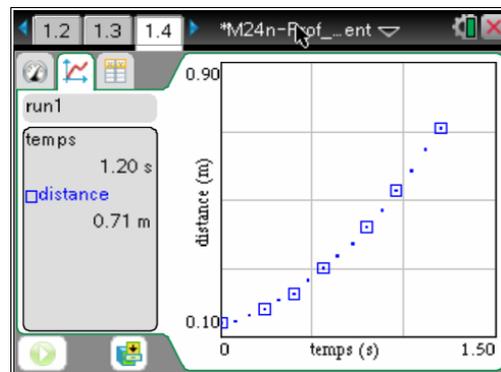
Lorsque la représentation graphique est affichée,

- Appuyer sur la touche **menu** puis choisir **6 : Options, 1 : Option du point**.
- Décocher la case « Points de données reliés ».



### c) Exploitation des mesures

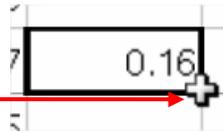
Les élèves devront observer le non alignement des points et donc conjecturer que la distance parcourue par le mobile n'est pas proportionnelle au temps.



Pour retrouver la démarche de Galilée, on propose d'utiliser les applications **Tableur & Listes et Graphiques**.

- Appuyer sur la touche **ctrl** **I** pour insérer une nouvelle feuille du tableur.
- Placer le curseur dans la colonne **A** tout en haut de la colonne **A**.
- Appuyer sur la touche **var** puis choisir de lier cette colonne à la variable **run1.temps**.
- Procéder de la même façon avec la colonne **B** pour la variable **run1.distance**.
- Nommer la colonne **C** avec l'étiquette **n**.
- Dans la cellule **C2** donner le numéro de calcul **1**, puis incrémenter par pas de **1** jusqu'à l'avant dernière cellule.
- Nommer la colonne **D** avec l'étiquette **I1**.
- Nommer la colonne **E** avec l'étiquette **I2**.
- Placer le curseur dans la cellule **D2** et calculer :  $a_2 - a_1$
- Placer le curseur dans la cellule **E2** et calculer :  $d_2 - d_1$ .

- Recopier pour les colonnes **C**, **D** et **E** le calcul jusqu'à l'avant-dernière valeur du tableau. Pour cela, utiliser la poignée de recopie d'une cellule après l'avoir sélectionnée<sup>1</sup>.



	B	C	D	E
	run1.di...	n	l1	l2
1	0.1466	-	-	-
2	0.1517	1	0.08	0.0051
3	0.1685	2	0.16	0.0168
4	0.1854	3	0.24	0.0169
5	0.2107	4	0.32	0.0253

A son époque, Galilée exprime ce qu'il mesure en termes de proportions :

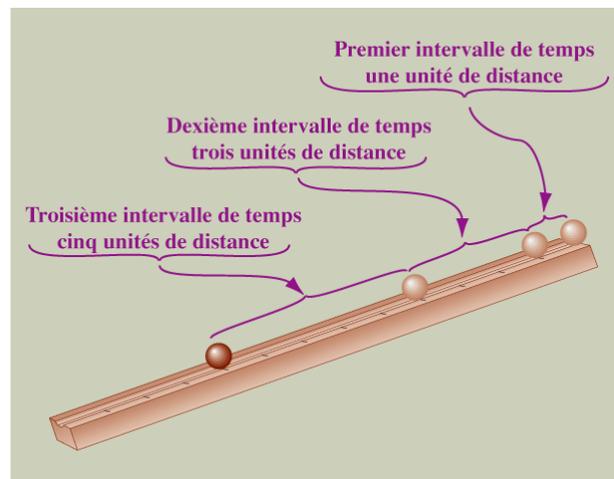
**Une proportion est l'égalité de deux rapports.**

En l'absence de nombres décimaux, les proportions sont interprétées par la théorie géométrique des proportions d'Euclide.

Dans cette théorie, on peut faire le rapport de deux grandeurs seulement lorsque celles-ci sont de même type.

On peut faire le rapport de deux longueurs, le rapport de deux aires ou de deux poids.

**Au lieu de définir une vitesse moyenne, comme nous le faisons aujourd'hui, Galilée va raisonner sur le quotient de deux vitesses, sans définir le mot vitesse en des termes qui permettraient de distinguer vitesse moyenne et vitesse instantanée.**



- Utiliser le tableur pour vérifier les constats de Galilée

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{t_2^2}{t_1^2} .$$

De nos jours nous rechercherions directement une relation du type  $d = a \times t^2$ .

Conclure : La conjecture de Galilée était-elle fondée ?

<sup>1</sup> On peut aussi, dans TI-Nspire, sélectionner les cellules à recopier, puis taper, sur la calculatrice, **ctrl** , ou, sur l'ordinateur, **menu** **3** Données, **3** Saisie rapide, descendre avec **▼** jusqu'à la ligne choisie et valider par **enter**.