

Faut-il une force pour maintenir le mouvement ?

Le philosophe grec Aristote est le premier à tenter d'expliquer le mouvement des objets. Ses idées longtemps admises par les scientifiques sont remises en cause par Galilée, douze siècles plus tard. Les théories des deux hommes s'opposent sur la nécessité d'une force pour maintenir le mouvement.

Un système soumis à « aucune force » peut-il être en mouvement ?

Doc 1 : Quelques idées sur le mouvement

« Nous avons une idée intuitive que le mouvement est en connexion avec les actes de pousser, de soulever ou de tirer. [...] La grande autorité d'Aristote dans toute l'Europe fut peut-être la raison principale de la foi persistante qu'on avait en cette idée intuitive. Nous lisons dans *les Mécaniques* qu'on lui attribuait pendant deux mille ans :

Le corps en mouvement s'arrête quand la force qui le pousse ne peut plus agir de façon à le pousser. [...] la conception intuitive nous enseigne que plus grande est l'action et plus grande est la vitesse. La vitesse montre ainsi si, oui ou non, des forces extérieures agissent sur un corps.

Le nouveau fil conducteur trouvé par Galilée est : si un corps n'est ni poussé, ni tiré, ni ne subit une action quelconque, ou, plus brièvement, si aucune force extérieure n'agit sur le corps, il se meut uniformément, c'est-à-dire toujours avec la même vitesse le long d'une ligne droite. Ainsi, la vitesse ne montre pas si, oui ou non, des forces extérieures agissent sur un corps. »

A. Einstein et L. Infeld, *l'Évolution des idées en Physique-Des premiers concepts aux théories de la relativité et des quanta*, trad M. Solovine @Editions Flammarion, collections Champs.

Doc 2 : Énoncé du principe d'inertie

En 1687, le scientifique anglais Isaac Newton énonce dans son ouvrage *Principes mathématiques de la philosophie naturelle*, traduit en 1759 par Emile du Châtelet :

« Tout corps persévère dans l'état de repos ou de mouvement uniforme en ligne droite dans lequel il se trouve, à moins que quelque force n'agisse sur lui, et ne le contraigne à changer d'état. »

En utilisant le vocabulaire scientifique actuel, le principe d'inertie peut s'énoncer de la façon suivante : « Tout corps persévère dans son état de repos ou de mouvement rectiligne uniforme si les forces s'exerçant sur ce corps se compensent (leur somme vectorielle est nulle) ou s'il ne subit aucune force. »

Doc 3 : Mouvement de chute libre

« Quand on laisse tomber une pierre du haut d'une tour, son mouvement n'est pas uniforme ; sa vitesse augmente à mesure qu'elle tombe. Nous en concluons qu'une force extérieure agit dans la direction du mouvement. »

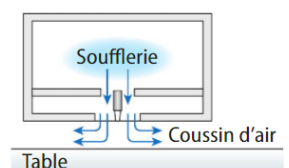
A. Einstein et L. Infeld, *l'Évolution des idées en Physique-Des premiers concepts aux théories de la relativité et des quanta*, trad M. Solovine @Editions Flammarion, collections Champs.

Si le système n'est soumis qu'à son poids, on dit que le mouvement est un **mouvement de chute libre**.

Doc 4 : Fonctionnement d'un mobile autoporteur

Un mobile autoporteur est un système cylindrique modélisé par son centre de gravité, noté G . Il est alimenté électriquement et comporte :

- une soufflerie qui, lorsqu'elle est activée, crée un coussin d'air entre le mobile et la table sur laquelle il se déplace ; la force de frottements exercée par la table est annulée ;
- une pointe métallique au centre qui crée, à intervalles de temps égaux, grâce à des étincelles, des marques sur le papier posé sur la table.



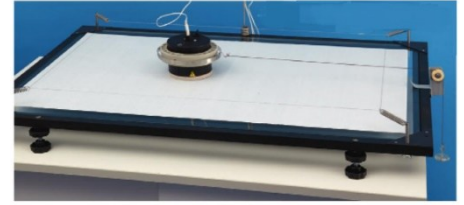
Le mobile autoporteur et sa soufflerie

Doc 5 : Enregistrements de mouvements sur table à coussin d'air

Afin de confronter les théories d'Aristote, Galilée et Newton, on étudie, dans le référentiel terrestre, le mouvement sur une table horizontale d'un mobile autoporteur, la soufflerie étant activée. Les positions successives du point G sont enregistrées à intervalles de temps égaux $\Delta t = 20$ ms lors de deux expériences :

- le mobile est tiré par un fil tendu relié à une masse puis le fil n'est plus tendu (enregistrement 1 en annexe)

- le mobile est accroché par un fil tendu à un support situé au centre, puis le fil est coupé (enregistrement 2 en annexe)



Montage de l'enregistrement 2

Etude documentaire :

1. En quoi les idées d'Aristote et de Galilée s'opposent-elles (doc.1) ?

2. Pour chaque expérience (doc.5):

a. décrire le mouvement du point G dans le référentiel terrestre pour les 2 phases de chacun des enregistrements ;

b. imprimer ou recopier les enregistrements et représenter 3 vecteurs vitesses dans la phase 1 et 3 vecteurs vitesse dans la phase 2 pour chaque enregistrement.

c. préciser si le vecteur vitesse du point G varie, en indiquant la ou les caractéristiques qui éventuellement varient.

3. Pour chaque expérience (doc.5):

a. faire le bilan des forces qui s'exercent sur le système {mobile autoporteur}, modélisé par le point G (doc.4) ;

b. représenter ces forces sans souci d'échelle (doc.2).

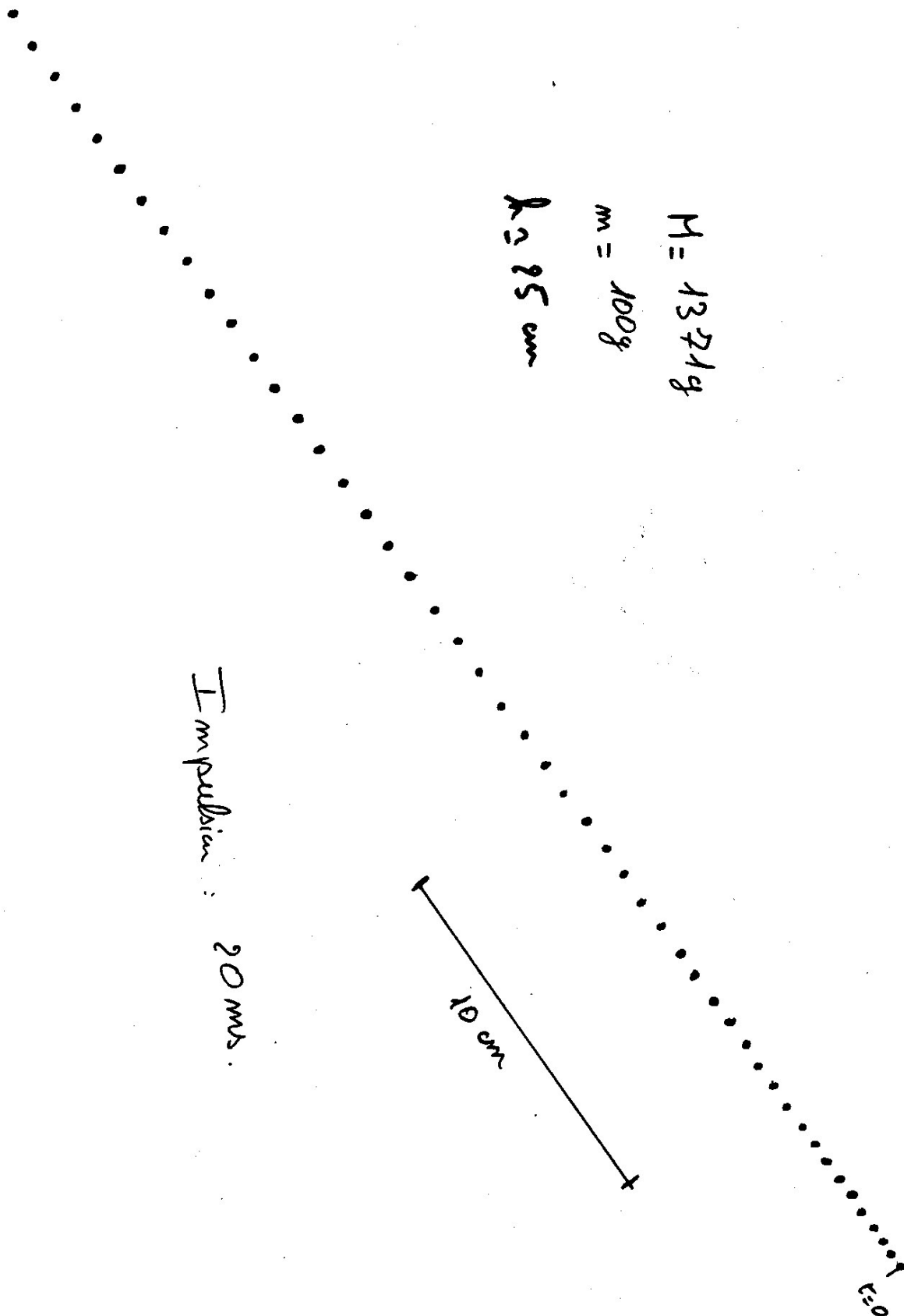
4. En quoi ces deux expériences valident-elles la théorie du mouvement énoncée par Galilée (doc.1) ?

5. Établir un lien entre la variation ou non du vecteur vitesse du point G et la somme vectorielle des forces exercées en ce point.

6. a. Représenter l'allure des positions successives, à intervalles de temps égaux, du centre de gravité G d'une pierre en chute libre verticale dans le référentiel terrestre (doc. 3).

b. Établir un lien entre la variation ou non du vecteur vitesse du point G et la somme vectorielle des forces exercées en ce point.

Enregistrement 1 :



Enregistrement 2 :

