

## Force et mouvement

Centre informatique  
pédagogique (CIP)  
Rue Théodore-de-Bèze 2  
Case Postale 3144  
1211 GENÈVE 3  
Tél: (022) 318.05.30  
Fax: (022) 781.03.50

Bernard Vuilleumier

### Lettre n° 34

*La façon dont les élèves comprennent la relation entre force et mouvement est décisive pour une bonne part de leurs études ultérieures*

*Le «vecteur accélération» n'apparaît pas de façon évidente lorsqu'on observe un mouvement, car, en général, il n'a pas la même direction que le mouvement.*

*La simulation peut contribuer d'une manière appréciable à l'apprentissage de la dynamique*

Dans une enquête remarquable<sup>(1)</sup>, Laurence Viennot a montré que la façon dont chacun raisonne n'est pas seulement le résultat de ce qu'il a pu apprendre à l'école. La dynamique élémentaire est l'un de ces domaines où se manifeste un système explicatif «spontané» que les élèves utilisent parallèlement aux connaissances qu'on leur enseigne. Ce système explicatif intuitif présente une prodigieuse résistance, tout au long des cursus scolaires et universitaires. Les conclusions auxquelles il conduit sont maintenues malgré les démentis de la physique enseignée, ou plutôt subsistent à côté de celle-ci, sans qu'il y ait réelle confrontation.

Les relations entre force, énergie et mouvement sont à la base de la physique, et la compréhension que les élèves en acquièrent est sans doute décisive pour une bonne part de leurs études ultérieures. Dans le cadre de la mécanique classique, ces relations donnent lieu à un modèle simple qui se résume à une relation de proportionnalité entre la force exercée sur une masse ponctuelle en un point et à un instant donnés, et une caractéristique du mouvement en ce point et à cet instant, l'accélération. C'est la relation fondamentale de la dynamique:

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

Cette relation, si vite énoncée, si merveilleusement linéaire, met en cause des *vecteurs*. C'est une source de difficultés non négligeables. Lorsqu'on observe un mouvement, on ne perçoit ni le *vecteur vitesse*, ni le *vecteur accélération* du mobile. La grandeur du vecteur vitesse est la vitesse au sens banal du terme et sa direction est tangente à la trajectoire. Il est donc assez facile de s'en faire une idée à partir d'un mouvement observé. Le vecteur accélération en revanche est une caractéristique du mouvement beaucoup moins accessible. Ni la grandeur ni la direction de ce vecteur n'apparaissent de façon évidente lorsqu'on observe un mouvement, car, en général, ce vecteur n'a pas la même direction que le mouvement.

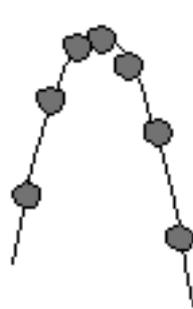


Fig. 1: Trajectoire parabolique d'un mobile soumis à une seule force, son poids.

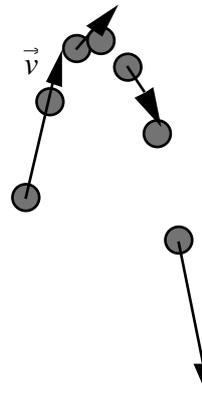


Fig. 2: Le «vecteur vitesse» du mobile est assez facile à imaginer car il est toujours tangent à la trajectoire.

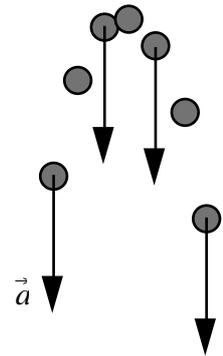


Fig. 3: Le «vecteur accélération» du mobile n'a pas, en général, la même direction que le mouvement.

Le recours à la simulation permet non seulement de visualiser la trajectoire d'un mobile, mais également ses vecteurs «vitesse» et «accélération» en différents points de la trajectoire. Elle peut, de ce fait, contribuer d'une manière appréciable à l'apprentissage de la dynamique.

<sup>(1)</sup> Laurence Viennot. *Le raisonnement spontané en dynamique élémentaire*. Hermann. Paris 1979.

# Travaux pratiques

*Pour apprendre à construire un modèle très simple permettant de simuler le mouvement uniformément accéléré*

*Pour introduire la notion de «sens» d'un mouvement*

*Pour montrer qu'on peut décomposer un mouvement plan selon deux directions*

*Pour illustrer le principe de la décomposition d'un mouvement*

*Pour simuler la trajectoire d'un mobile soumis à une force de frottement dépendant de sa vitesse*

## Exercice 1

A la surface de la Terre, on peut considérer que l'accélération d'un objet en chute libre est constante et qu'elle vaut  $10 \text{ m/s}^2$ .

- Construisez un modèle donnant la vitesse et la distance parcourue par un objet en chute libre à la surface de la Terre en fonction du temps.
- Reportez graphiquement la distance parcourue et la vitesse en fonction du temps.
- Reportez graphiquement la vitesse en fonction de la distance parcourue.
- Dessinez les vecteurs «vitesse» et «accélération» de l'objet en différents points de sa trajectoire.

## Exercice 2

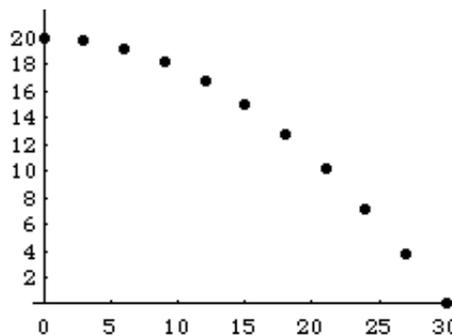
- Construisez un modèle permettant de simuler le mouvement vertical libre (dans les deux sens) d'un mobile à la surface de la Terre.
- Reportez graphiquement la distance parcourue et la vitesse en fonction du temps lorsque le mobile est lancé verticalement vers le haut avec une vitesse initiale  $v_0$ .
- Dessinez les vecteurs «vitesse» et «accélération» du mobile en différents points de sa trajectoire.

## Exercice 3

- Construisez un modèle permettant de simuler le mouvement libre d'un mobile à la surface de la Terre.
- Reportez graphiquement la distance parcourue et la vitesse en fonction du temps lorsque le mobile est lancé sous un angle  $\alpha$  avec une vitesse initiale  $v_0$ .
- Dessinez les vecteurs «vitesse» et «accélération» du mobile en différents points de sa trajectoire.

## Exercice 4

- Calculez le temps de vol du mobile décrivant le mouvement libre suivant:  
(l'unité de mesure est le mètre)



- Déterminez la direction et la grandeur de sa vitesse initiale et de sa vitesse finale.

## Exercice 5

- Construisez un modèle permettant de simuler le mouvement d'un mobile à la surface de la Terre lorsqu'il est soumis à une force de frottement proportionnelle au carré de sa vitesse.
- Reportez graphiquement la distance parcourue et la vitesse en fonction du temps lorsque le mobile est lancé sous un angle  $\alpha$  avec une vitesse initiale  $v_0$ .
- Dessinez les vecteurs «vitesse» et «accélération» du mobile en différents points de sa trajectoire.

*Prochaine réunion: mardi 13 décembre 1994 à 17h.*

