

Étude du mouvement d'un parachute

par Bertrand GUILLOT
Lycée R. Cassin - 71000 Mâcon

RÉSUMÉ

Les nouveaux programmes de **première S** nécessitent la mise en place de séances de T.P. permettant d'aborder l'aspect énergétique de l'évolution des systèmes mécaniques.

Voici le compte-rendu d'un **T.P.** reposant sur l'**étude du mouvement d'un parachute expérimental**, au cours duquel il a été possible de mettre en évidence une vitesse limite, d'établir la non conservation de l'énergie mécanique, de proposer une interprétation en termes de transfert d'énergie par frottement.

* * *

Voici une **proposition de T.P.** permettant aux élèves de **première S**, à partir de l'**étude de l'évolution d'un système mécanique**, de mettre en évidence une **vitesse limite**, d'établir dans ce cas la **non conservation de l'énergie mécanique**, de proposer une interprétation en termes de **transfert d'énergie par frottement**. Il fait donc référence à la partie 3.1 des programmes (Bilan énergétique des systèmes mécaniques), et plus particulièrement au paragraphe 3.1.3. (Frottements : conservation de l'énergie totale, non conservation de l'énergie mécanique).

Au moment d'aborder ce T.P., les élèves ont déjà effectué deux séances de manipulation avec l'appareillage d'étude de la chute libre à capteurs (une séance d'étude du mouvement d'une bille et une séance d'évaluation expérimentale). Les notions d'énergies cinétique, potentielle et mécanique et la notion de bilan énergétique sont connues.

Le protocole distribué aux élèves est donné en **annexe 1**.

Le montage mis au point par les élèves est le suivant (figure 1) :

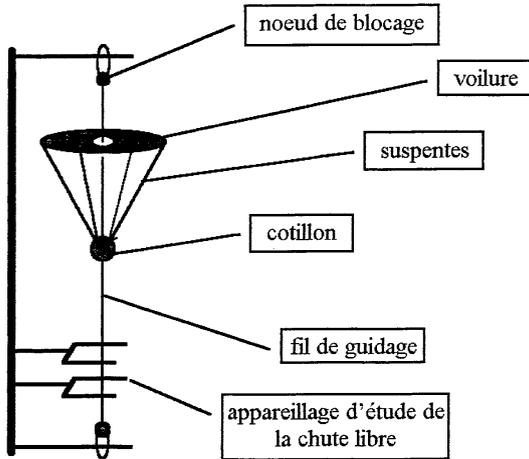


Figure 1

Les points clefs de la séance ont été :

- *consigne 1* : la construction du parachute et les premiers essais montrant que ce simple dispositif est inadapté, le parachute ne passant jamais entre les capteurs (environ vingt minutes de travail),
- *consigne 3* : la recherche de la solution technologique (très rapidement l'idée d'un fil de guidage est exploitée), sa mise en place et les mises au point destinées à rendre les expériences reproductibles (environ vingt minutes),
- *consigne 4* : les mesures, sans difficulté puisque les principaux savoir-faire étaient acquis, si ce n'est le déclenchement de la chute sans vitesse initiale. Les expérimentateurs se sont vite rendus compte que la voiture pouvait être coincée autour du noeud supérieur d'attache du fil de guidage. Le parachute est alors libéré par une légère pression des doigts sur la voiture (environ quinze minutes),
- *consignes 5, 6 et 7* : exploitation des résultats (jusqu'à la fin de la séance),
- *consigne 8* : elle a fait l'objet d'une **exploitation informatique**, menée dans le cadre d'une initiation à l'utilisation d'un tableur proposée en module de sciences physiques, dont les résultats sont donnés en **annexe 2**.

Les résultats expérimentaux obtenus par les seize groupes de T.P. sont les suivants :

- les masses des parachutes étaient comprises entre 0,78 g et 1,11 g avec une moyenne de 0,97 g,
- les vitesses limites étaient comprises entre 1,3 m/s et 2,0 m/s avec une moyenne de 1,8 m/s,
- les hauteurs de chute à partir desquelles la vitesse limite a été atteinte se répartissaient de la façon suivante :

Hauteur (cm)	60	70	80	vitesse non atteinte
Nombre de groupes	2	4	8	2

- une courbe expérimentale indiquant la **variation de la vitesse** en fonction de la hauteur de chute est donnée en **annexe 2**.

En conclusion, l'étude d'une situation réelle et la nécessité d'élaborer, et de mettre au point, le montage expérimental **ont motivé les élèves** tout au long de la phase d'acquisition des mesures. L'écart important entre les résultats expérimentaux et le modèle de la chute libre **leur ont permis de mettre en évidence** la vitesse limite. L'utilisation du tableur **les a conduits** à une exploitation moins fastidieuse que les calculs et les tracés manuels.

Annexe 1

Mouvement d'un parachute vitesse limite

1. OBJECTIFS

- 1* - Analyser un système mécanique en évolution.
- 2* - Mettre en évidence la notion de vitesse limite.
- 3* - Revenir sur les notions indissociables de modèle et de domaine de validité.

2. PROTOCOLE

1 - Construite un parachute à l'aide :

- d'un cotillon constituant la charge parachutée,
- d'un disque de papier de diamètre 5 cm environ constituant la voilure,
- de fil à coudre constituant les suspentes.

2 - Peser le parachute.

3 - Abandonner le parachute sans vitesse initiale depuis le sommet de l'appareillage d'étude de la chute libre et chercher à déterminer sa vitesse pour une hauteur de chute donnée. Conclure.

Chercher alors une solution technologique afin d'astreindre le parachute à chuter verticalement et à déclencher le chronomètre.

S'assurer de bon fonctionnement du système.

4 - Mesurer la durée de passage du parachute entre les capteurs distants de 4 cm pour des hauteurs de chute variant de 10 à 90 cm avec un pas de 10 cm (on portera une attention particulière à la détermination de l'origine, et on effectuera suffisamment de mesures afin de pouvoir calculer des valeurs moyennes).

Regrouper les résultats dans un tableau.

Évaluer les incertitudes.

5 - Calculer la vitesse v du parachute pour les différentes hauteurs h de chute.

Montrer l'existence d'une vitesse limite.

6 - Tracer la courbe $v^2 = f(h)$.

7 - Rappeler la relation entre vitesse et hauteur de chute dans le cas d'une chute libre.

Superposer la courbe correspondante à la précédente.

Conclure quant au domaine de validité du modèle de la chute libre.

8 - Représenter dans un même graphe les énergies cinétique, potentielle, mécanique et totale du système (on définira avec précision le système et le référentiel).

Montrer la non conservation de l'énergie mécanique du système.

Interpréter.

Annexe 2

L'origine des hauteurs de chute est la position du cotillon au départ, l'axe gradué est orienté vers le bas (comme l'échelle de référence de l'appareillage).

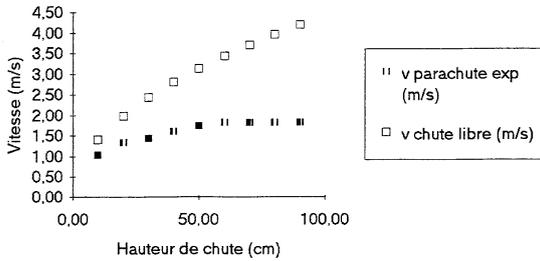


Figure 2 : Vitesses comparées.

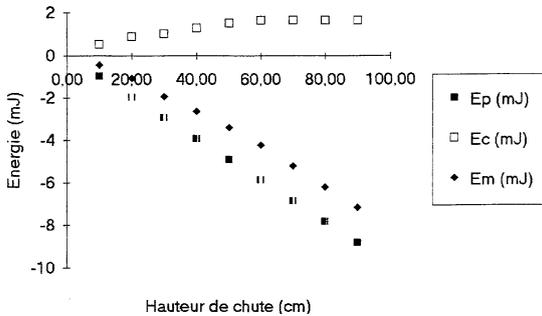


Figure 3 : Variations des énergies.