

**I.U.F.M.**  
**Académie de Montpellier**  
**Site de Montpellier**

**GRENIER Sylvie**

# **COMMENT ABORDER LE PRINCIPE D'INERTIE EN CLASSE DE SECONDE ?**

Sciences Physiques  
Classe de seconde  
Lycée Jean-Baptiste DUMAS, Alès

Tuteur du mémoire : Mr René TORRA  
Assesseur :  
Année universitaire :2000-2001

## **RESUME :**

**Après avoir tenté d'expliquer pourquoi la compréhension et l'application du principe d'inertie présente une difficulté pour les élèves, ce mémoire présente une critique des approches dites "classiques" du principe d'inertie. Ensuite il propose deux séquences différentes dans lesquelles on essaye de contourner ces difficultés. Enfin une évaluation directe et une situation de réinvestissement permettent de tester l'efficacité de la première séquence présentée.**

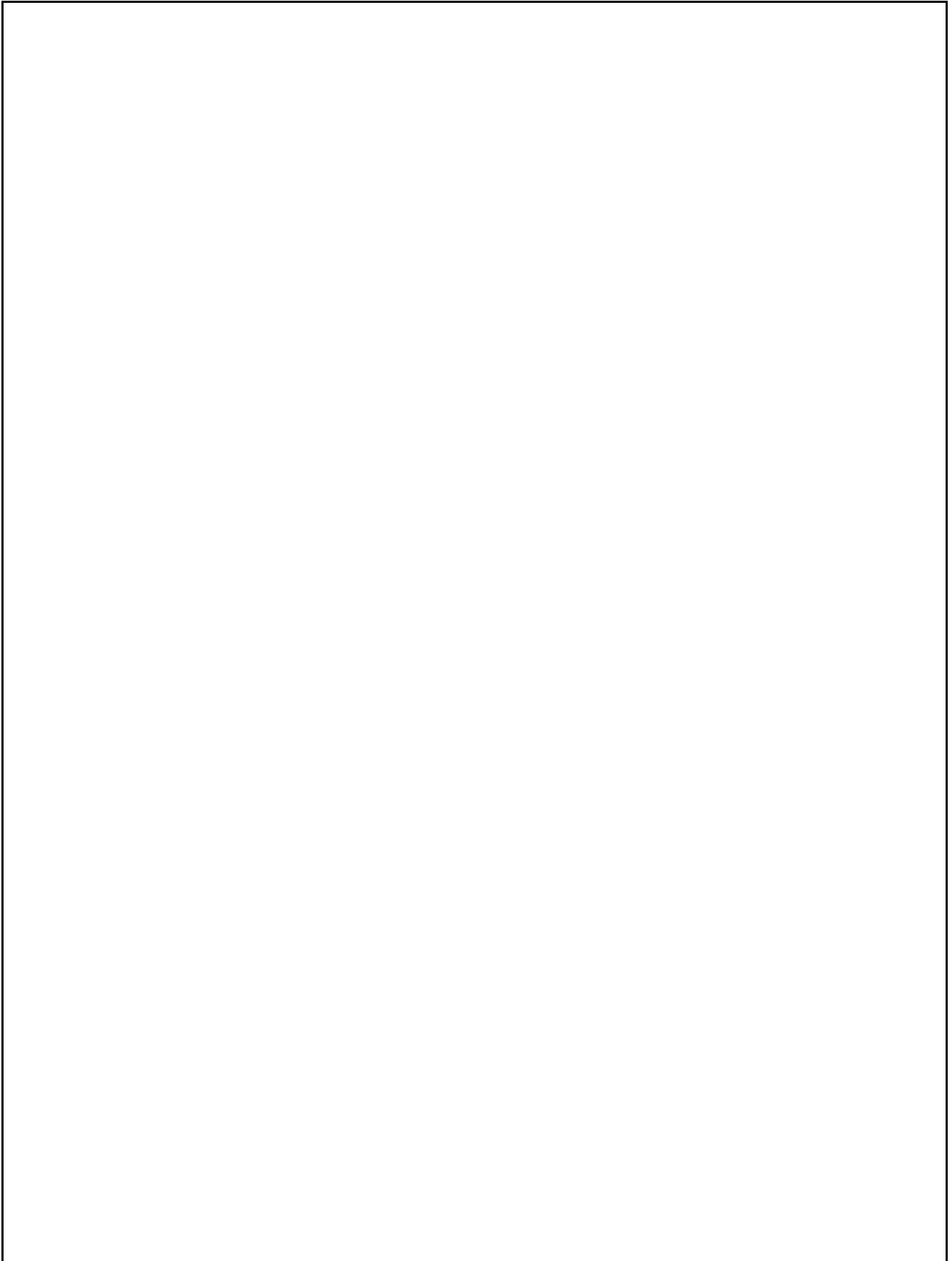
## **RIASSUNTO :**

**Dopo aver provato a spiegare perché la comprensione e l'applicazione del principio d'inerzia presentano una difficoltà per gli alunni, questo memoria presenta una critica degli approcci cosiddetti "classici" del principio d'inerzia. Poi, propone due sequenze diverse, in cui tentiamo di contornare queste difficoltà. Infine, una valutazione diretta e una situazione di reinvestimento permettono di provare l'efficacia della prima sequenza che viene presentata.**

## **Mots-clefs :**

**Force, mouvement, vitesse, inertie, modélisation, conception, évaluation, réinvestissement, débat, questions.**

**Cadre réservé au jury :**



# SOMMAIRE

---

<b>Introduction</b>	<b>p. 6</b>
---------------------	-------------

---

## **Première partie : Pourquoi le principe d'inertie présente des difficultés pour les élèves**

<u>I. Conceptions des élèves</u> .....	p.7
<u>II. La théorie de l'impetus (l'élan)</u> .....	p.7
II.1. Présentation générale.....	p.7
II.2. Le mouvement des projectiles.....	p.7
II.3. Incompatibilité entre l'impetus et la théorie de Newton.....	p.9
<u>III. Les élèves et l'impetus</u> .....	p.9

## **Deuxième partie : Analyse d'une approche dite "classique" portant sur le principe d'inertie**

<u>I. Présentation de l'approche</u> .....	p.11
I.1. Expérience 1.....	p.11
I.2. Expérience 2 .....	p.11
<u>II. Analyse de l'approche</u> .....	p.11
II.1. Le choix du mobile autoporteur.....	p.11
II.2. Le rôle joué par les élèves.....	p.12

## **Troisième partie : Présentation de deux séquences différentes portant sur le principe d'inertie**

<u>I. Séquence 1 : "Un corps peut-il être en mouvement sans être soumis à des forces ?"</u> .....	p.13
I.1. Séance 1.....	p.13
I.1.a. Durée .....	p.13
I.1.b. Objectifs.....	p.13
I.1.c. Déroulement de la séance.....	p.13
I.2. Séance 2.....	p.17
I.2.a. Durée .....	p.17
I.2.b. Objectifs.....	p.17
I.2.c. Déroulement de la séance.....	p.17
<u>II. Séquence 2 : "Quel est le mouvement d'un corps soumis à des forces qui se compensent ?"</u> ...p.17	
II.1. Séance 1.....	p.17
II.1.a. Durée .....	p.17
II.1.b. Objectifs.....	p.17
II.1.c. Déroulement de la séance.....	p.18
II.2. Séance 2.....	p.19
II.2.a. Durée .....	p.19
II.2.b. Objectifs.....	p.19
II.2.c. Déroulement de la séance.....	p.19
<u>III. Comparaison des séquences 1 et 2 :</u> .....	p.19

**Quatrième partie : Evaluation de la première séquence proposée** .

**I. Evaluation directe** .....p.21  
    I.1. Présentation de l'évaluation.....p.21  
    I.2. Analyse des résultats.....p.21  
        I.2.a. L'application du principe d'inertie.....p.21  
        I.2.b. L'inventaire des forces s'appliquant sur un corps.....p.22  
**II. Situation de réinvestissement**.....p.23

**Conclusion** .....p.25

**Bibliographie** .....p.26

**Annexe A** .....p.27

**Annexe B** .....p.29

**Annexe C** .....p.31

**Annexe D** .....p.32

## INTRODUCTION

---

Beaucoup d'élèves du secondaire ne savent pas appliquer le principe d'inertie et on retrouve le même problème avec les étudiants dans l'enseignement supérieur. Pourtant ces mêmes élèves connaissent l'énoncé de ce principe.

Il s'agit donc d'un problème de compréhension et d'interprétation de cet énoncé.

Pour les élèves, le principe se limite à la phrase suivante : "*Si un corps est soumis à des forces qui se compensent, alors il est au repos*".

Ils déduisent de l'équilibre la relation causale suivante: "*si  $\vec{a}^F = 0$  alors  $V = 0$* ". Ceci correspond à la réciproque fautive de la relation d'équilibre correcte "*si  $V = 0$  alors  $\vec{a}^F = 0$* ".

Qu'advient-il alors de la seconde partie de l'énoncé du principe d'inertie ?

Elle demeure incomprise et sous-exploitée par les élèves.

Ainsi les élèves ont une vision très réductrice du principe d'inertie et ils passent souvent "à côté".

Il semblerait donc que cette partie du programme de mécanique soit particulièrement délicate à enseigner. Hors elle entre dans le cadre du nouveau programme de seconde.

Enseignant cette année en classe de seconde, j'en suis donc venue à me poser la question suivante : "Comment aborder le principe d'inertie en classe de seconde ?".

Dans ce mémoire, je tenterai d'abord d'expliquer pourquoi le principe présente des difficultés pour les élèves. Dans une seconde partie je commenterai une approche du principe d'inertie dite "classique" et j'en dégagerai les faiblesses.

Puis dans une troisième partie je présenterai deux séquences différentes qui peuvent être réalisées en classe de seconde où l'on propose aux élèves une construction progressive du principe d'inertie. Enfin dans la quatrième partie je tenterai de définir l'efficacité de la première séquence proposée à partir du résultat de deux évaluations.

## PREMIERE PARTIE

### Pourquoi le principe d'inertie présente des difficultés pour les élèves

---

#### I. Conception des élèves.

Les conceptions des élèves sur les forces et le mouvement constituent un obstacle à la compréhension et à l'application du principe d'inertie.

Ces conceptions reposent sur les deux idées suivantes :

- ➔ Le mouvement et le repos sont deux concepts fondamentalement différents.
- ➔ Une force est nécessaire pour entretenir un mouvement.

Ces idées ressemblent de façon frappante aux idées énoncées dans la théorie pré-newtonienne de l'impetus.

#### II. La théorie de l'impetus (l'élan).

##### II.1. Présentation générale

Cette théorie fut introduite au début du moyen-âge (VI<sup>e</sup> siècle) par l'helléniste Jean Philopon. Elle apporte alors une rectification du modèle aristotélicien du mouvement.

Elle est résumée par **Jean Buridan**, philosophe français du XIV<sup>e</sup> siècle :

*"Quand une personne met un corps en mouvement, elle lui communique un certain impetus, c'est-à-dire une certaine force le rendant capable de se déplacer dans la direction où la personne l'a engagé : vers le haut, vers le bas, sur le côté ou bien en cercle. C'est grâce à cet impetus qu'une pierre continue à se mouvoir après que le lanceur a cessé de l'accompagner".*

La théorie médiévale de l'impetus et la physique aristotélicienne ont en commun l'idée que le mouvement doit avoir une cause. L'action continue d'une force est considérée comme nécessaire pour maintenir un corps en mouvement.

Pour la physique d'Aristote, la force responsable du mouvement est extérieure au corps qui se déplace.

La théorie de l'impetus suppose que le mouvement d'un corps résulte d'une force intérieure acquise lors de la mise en mouvement. Cette force intérieure fut appelée impetus. Pour rendre compte du fait que la plupart des corps en mouvement finissent par s'arrêter et avoir un impetus nul, les théoriciens présumèrent que l'impetus s'épuisait peu à peu.

##### II.2. Le mouvement des projectiles

L'impetus était un élément important dans l'analyse médiévale de la balistique.

Le document ci-contre dû à Walter Hermann Ryff, servait à expliquer aux artilleurs la trajectoire d'un boulet de canon. Il illustre bien la théorie de l'impetus.

- Dans la première phase (AB) l'impetus fourni par le canon prévaut sur le poids naturel du projectile ; celui-ci s'élève donc en ligne droite.
- Pendant la seconde phase (BC) l'impetus s'épuise progressivement et le poids incurve la trajectoire vers le bas.
- Dans la troisième phase, l'impetus issu du canon est épuisé et le projectile retombe à la verticale.

Dans son *De Motu* (du mouvement) écrit aux environs de 1590, Galilée avait aussi adopté la théorie de l'impetus pour expliquer la trajectoire d'un projectile envoyé en l'air.

Il faut noter que les philosophes médiévaux ne limitaient pas leur concept d'impetus au seul mouvement rectiligne. Selon leur théorie, un corps animé d'un mouvement circulaire acquiert un impetus circulaire qui agit pour maintenir le mouvement circulaire.

Selon Léonard de Vinci : "*Tout corps lancé avec force dans l'air poursuit le mouvement dans lequel il a été engagé ; donc si le corps est lâché au cours d'un mouvement circulaire, sa trajectoire restera courbe*".

### II.3. Incompatibilité entre l'impetus et la théorie de Newton :

La théorie de l'impetus est fondamentalement incompatible avec la mécanique Newtonienne.

La première loi de Newton sur le mouvement affirme que, de même qu'aucune force n'est nécessaire pour maintenir un corps au repos, aucune force n'est nécessaire pour maintenir un corps à vitesse constante le long d'une droite. En effet dans la mécanique newtonienne, l'état de repos et l'état de vitesse uniforme sont équivalents.

Dans la théorie de l'impetus on établissait une distinction fondamentale entre état de repos et état de mouvement : un corps en mouvement possède un impetus et un corps au repos n'en possède pas.

La théorie de l'impetus supposait qu'un projectile tombe ou qu'un objet qui roule finit par s'arrêter parce que leur impetus s'est dissipé.

D'après Newton, les corps viennent à s'arrêter ou à tomber parce que des forces extérieures agissent pour modifier la vitesse ou la direction de leur mouvement. Une balle qui roule sur une surface est ralentie par le frottement, force qui agit dans le sens opposé à la direction du mouvement. Un projectile lancé horizontalement est accéléré vers le sol par la force constante qu'est l'attraction terrestre. Il commence à tomber dès son lancement.

Enfin, la mécanique newtonienne et la théorie de l'impetus divergent dans leur analyse du mouvement circulaire. Dans la théorie de l'impetus, le mouvement circulaire n'est pas considéré comme fondamentalement différent du mouvement rectiligne. Pour obtenir l'un ou l'autre de ces mouvements, il suffit de communiquer au corps l'impetus approprié.

La mécanique newtonienne établit une distinction très nette entre le mouvement rectiligne et le mouvement circulaire. Un corps se déplace uniformément en ligne droite lorsque aucune force n'agit sur lui ; pour qu'un corps tourne selon une trajectoire circulaire, il doit être soumis à une force extérieure constante qui tend à dévier ce corps de la trajectoire rectiligne. Une balle qui tourne au bout d'un fil est soumise à la tension du fil qui tire constamment sur la balle et l'empêche ainsi de s'échapper à vitesse constante selon une droite tangente au cercle.

Chaque aspect de la théorie de l'impetus que nous venons d'examiner trouve un écho parmi les croyances des élèves.

### III. Les élèves et l'impetus.

La conception de l'impetus est présente dans le raisonnement des élèves. Aux Etats-Unis une série d'étude a été réalisée sur des étudiants et des lycéens.

Dans un premier temps, on leur a demandé d'envisager le mouvement d'une balle, attachée au bout d'un fil, qu'une personne fait tourner au-dessus de sa tête.

On leur distribuait ensuite un dessin représentant la trajectoire circulaire de la balle et on leur demandait de dessiner son parcours après rupture du fil.

51 % tracèrent une trajectoire post-rupture correcte.

30 % pensaient que le mouvement circulaire persisterait et que sa trajectoire serait courbe pendant un moment encore.

Les 19 % restant donnèrent d'autres réponses incorrectes.

Pour 30 % d'élèves, l'idée intuitive qu'un corps quittant sa course circulaire poursuit encore pendant quelques temps une trajectoire courbe semble issue de la croyance que ce corps possède un impetus circulaire. Cet impetus circulaire s'épuise et la courbure de la trajectoire de la balle diminue progressivement.

Les élèves interrogés reprirent aussi à leur compte la balistique de la théorie de l'impetus. On leur demanda pourquoi un projectile s'élève jusqu'à une certaine hauteur avant de retomber .

L'un d'eux expliqua l'ascension verticale d'un boulet de canon de la façon suivante : "*A mesure que le boulet s'élève, la force engendrée par le canon s'épuise et la gravité prend de l'importance :alors le boulet ralentit. A l'altitude maximale, la force du canon et la gravité sont sensiblement égales ;c'est le point de renversement où la force du canon devient inférieure à la force de gravité, laquelle devient alors la force prédominante. Dans la période ou le boulet décrit un arc et commence à redescendre la gravité surmonte petit à petit la force du canon*".

Les élèves donnent une explication similaire dans le cas d'une pièce de monnaie jetée en l'air.

L'analogie frappante entre les vues des philosophes du Moyen-Âge et celles des élèves soumis à ces tests suggère que la théorie de l'impetus est un résultat naturel de l'expérience quotidienne. On voit bien comment l'expérience peut faire croire que les corps sont maintenus en mouvement par une force intérieure qui, progressivement, se dissipe :dans la plupart des circonstances, un objet mis en mouvement avance quelques temps puis s'immobilise.

Comment combattre ces croyances ? C'est la question à laquelle je m'efforcerai de répondre dans les parties suivantes de ce mémoire.

## DEUXIEME PARTIE

### Analyse d'une approche dite "classique" portant sur le principe d'inertie

---

#### I. Présentation de l'approche.

Cette approche est réalisée sous la forme d'un cours-TP.

Ce cours-TP s'articule autour de deux expériences qui utilisent le mobile à coussin d'air.

##### I.1. Expérience 1 :

Le professeur présente aux élèves le dispositif des mobiles à coussin d'air et en explique le fonctionnement. Il actionne alors le coussin d'air et lâche le mobile après l'avoir immobilisé de la main.

Les élèves **observent** le mobile.

Le professeur demande alors aux élèves de faire l'inventaire des forces qui agissent sur le mobile. Il introduit ainsi la force réaction de la table.

Voyant que le mobile reste immobile, la classe admet que la situation est la même que si le mobile n'était soumis à aucune force.

Après discussion, les élèves en concluent que les forces poids et réaction de la table se compensent. Ils les représentent sur un schéma.

##### I.2. Expérience 2 :

Un élève donne une impulsion au mobile pour le mettre en mouvement et on met en route le dispositif d'enregistrement. Les élèves **observent** le mouvement du mobile.

Les élèves reçoivent alors une photocopie de l'enregistrement réalisé et l'étudient.

Les traces étant alignées et équidistantes, ils en concluent que le mouvement est rectiligne uniforme.

Le professeur rappelle aux élèves que les forces appliquées sur le mobile se compensent.

Après ces deux expériences, le professeur énonce le principe d'inertie.

#### II. Analyse de l'approche.

Cette approche présente plusieurs points négatifs

##### II.1. Le choix du mobile autoporteur :

Le professeur a choisi d'établir le principe d'inertie en observant uniquement le mouvement d'un mobile à coussin d'air dans deux situations.

On est en droit de se demander: " *Quel intérêt les élèves peuvent-ils éprouver à étudier le mouvement d'un mobile autoporteur ?* "

Cette situation ne présente pour eux aucun lien avec la vie courante.  
Comment l'étude d'un objet qu'ils n'ont jamais vu auparavant et qu'ils ne sont pas prêts de revoir peut-il provoquer une quelconque motivation chez eux ?  
L'activité proposée par le professeur manque de sens pour les élèves qui eux sont en droit de se demander : "A quoi ça sert ?"  
Le professeur répond à des questions qu'ils ne se sont pas posées.

Selon K. POPPER : "*Notre pédagogie consiste à submerger les enfants de réponses à des questions qu'ils n'ont pas posées alors qu'on n'écoute pas celles qu'ils posent.(...)La pédagogie ordinaire est un ensemble de réponses sans questions et de questions sans réponses .*"

Un des dangers de cette séance est que les élèves en arrivent à croire que le principe d'inertie ne s'applique finalement que dans le cas des mobiles autoporteurs, ce qui pour eux revient à dire qu'il ne sert à rien.

## II.2. Le rôle joué par les élèves :

Durant le cours-TP les élèves se retrouvent le plus souvent en situation d'observateurs. Ils ne participent pas activement à la séance.

Hors d'après G.ROBARDET: "*on apprend en agissant .Ce qui est premier dans la construction des connaissances c'est l'activité intellectuelle de celui qui apprend* ".

Les élèves n'émettent pas d'hypothèse durant la séance, en particulier sur le mouvement du mobile avant qu'il ne soit lancé.

Ainsi leurs conceptions sur les forces et le mouvement ne sont pas mises à jour.

Pourtant leur prise en compte dans l'enseignement est essentielle.

Selon G.BACHELARD :"*L'erreur est un des temps de la dialectique qu'il faut nécessairement traverser.(...)Elle est l'élément moteur de la connaissance*".

On peut également noter l'absence de discussions, en particulier sur l'existence de frottements puisque le professeur écarte toute question en expliquant le fonctionnement des mobiles au début de la séance.

Hors l'échange d'idées par les élèves est une phase importante de l'apprentissage.

Selon G.ROBARDET :"*l'apprentissage est nettement facilité par l'interaction sociale et le débat entre pairs*".

Le seul point positif que l'on puisse accorder à cette approche est sa rapidité. Cependant le gain de temps réalisé pendant cette séance risque d'être perdu par la suite s'il faut revenir sur certaines notions mal comprises.

## TROISIEME PARTIE

### Proposition de deux séquences différentes permettant d'aborder le principe d'inertie

---

**Les objectifs** de ces 2 séquences sont les suivants :

- Etablir le principe d'inertie.
- Savoir appliquer le principe d'inertie.
- Faire le bilan des forces agissant sur un corps.

**Les prérequis** indispensables sont les suivants :

- Etat de repos et de mouvement d'un objet par rapport à un autre.
- Notion de référentiel, référentiel terrestre.
- Mouvement accéléré, ralenti et uniforme.
- Force : mesure, unité, représentation. Effet d'une force.
- Poids

#### **I. Séquence 1 : « Un corps peut-il être en mouvement sans être soumis des forces ? »**

Cette séquence a été testée avec une **classe de seconde option TSA du lycée technique Jean-Baptiste Dumas à Alès.**

Cette classe a un profil scientifique ( la quasi-totalité de la classe envisage une orientation en première scientifique.) Cette classe est très active ; les échanges entre élèves sont ainsi favorisés lors des discussions qui suivent une question.

Depuis que nous avons abordé la partie "mécanique" ( mouvements et forces) du programme, les titres des chapitres sont systématiquement présentés sous forme de questions. Les élèves ont donc l'habitude d'être questionnés en début de chapitre.

##### I.1.Séance 1 :

###### I.1.a. Durée: .

La première séance s'est déroulée en demi-groupe, et sa durée a été de 1h30min.  
( Cette séance peut tout à fait être traitée en classe entière)

###### I.1.b. Objectifs :

Les objectifs de la séance étaient d'établir et d'énoncer le principe d'inertie.

###### I.1.c. Déroulement de la séance :

Même s'ils ont pris l'habitude d'être questionnés, les élèves ont été surpris par la question du jour : "*Un corps peut-il être en mouvement sans être soumis à des forces ?* "

Pour la majorité d'entre eux, ceci semblait impossible.

Sur les conseils de Mr TORRA, j'ai donc proposé aux élèves l'étude d'un cas particulier : le mouvement d'un bobsleigh, autrement dit : "*Un bobsleigh peut-il être en mouvement sans être soumis à des forces ?* "

Une nouvelle question s'est alors imposée à la classe : "*Comment se déplace un bobsleigh ?* "

Nous nous sommes centrés sur la phase de lancement du bobsleigh.

Pour étudier cette phase de lancement, il a été nécessaire d'utiliser un support audiovisuel.

La classe a donc visionné un extrait du film "**Rasta Rocket**" sur lequel on peut assister à plusieurs départs de bobsleighs.

Les élèves devaient décomposer le lancement du bobsleigh en plusieurs phases. Après discussion nous avons abouti à la conclusion suivante : le lancement du bobsleigh se fait en quatre étapes. Ces étapes sont présentées sur le schéma suivant.

Remarque : le même schéma est distribué à l'ensemble de la classe.

J'ai alors proposé aux élèves de faire l'étude systématique de chaque étape.

### **Situation 1 :**

#### **→ Questions posées aux élèves :**

⇒ Pourquoi le bobsleigh reste-t-il au repos ?

⇒ Comment se fait-il qu'il ne tombe pas ?

#### **→ Réponses aux questions :**

Les élèves ne parlent pas directement de force. Il faut les amener à chercher quelles sont les forces qui s'exercent sur le bobsleigh.

Dans la séquence précédente nous avons déjà étudié le poids. Les élèves pensent donc tout naturellement à cette force. Je leur demande alors de la représenter sur le schéma 1.

(Ils précisent bien la direction et le sens sans insister sur le point d'application).

Pour faire prendre conscience aux élèves de l'existence de la force de réaction exercée par la glace sur le bobsleigh on peut faire un parallèle avec une autre situation : "*Que fait-on quand on tient un objet lourd à bout de bras pour l'empêcher de tomber ?*"

Les élèves comprennent alors qu'il faut exercer sur l'objet une force de direction verticale, dirigée vers le haut et dont la valeur est égale au poids de l'objet.

On introduit ainsi **la réaction de la glace**. Je leur demande de la représenter sur le schéma.

#### **→ Conclusion :**

Les élèves notent sur leurs cahiers l'inventaire des forces qui s'appliquent sur le bobsleigh au repos. Ils remarquent que ces forces s'annulent : "*C'est comme si aucune force n'était appliquée sur le bobsleigh*".

Le bobsleigh au repos, est soumis à deux forces :

- Son poids qui le tire vers le bas
- La réaction de la glace qui l'empêche de tomber en le poussant vers le haut.

Ces deux forces se compensent.

## Situation 2 :

### → Questions posées aux élèves :

- ⇒ A quelle(s) force(s) le bobsleigh est-il soumis maintenant ?
- ⇒ Comment est son mouvement ? Comment est sa vitesse ?

### → Réponses aux questions :

Les élèves pensent à la force exercée par le sportif sur le bobsleigh. Je leur demande de la représenter sur le schéma. Ils la représentent naturellement dans le sens du mouvement et horizontalement. Le point d'application est incertain.

Le professeur demande alors quelles sont les autres forces qui s'appliquent sur le support. La majorité des élèves pensent au poids mais peu d'entre eux pensent à la réaction de la glace. Les élèves ont remarqué sur les scènes filmées que le mouvement du bobsleigh est rectiligne et que sa vitesse augmente.

### → Conclusion :

Les élèves notent la conclusion sur leur cahier.

Le bobsleigh est soumis à trois forces :

- Son poids.
- La réaction de la glace.
- La force exercée par le sportif qui le pousse dans le sens du mouvement.

Ces trois forces ne se compensent pas, le mouvement est rectiligne accéléré.

## Situations 3 et 4 :

### → Questions posées aux élèves :

- ⇒ A quel moment les sportifs montent-ils dans le bobsleigh ?
- ⇒ Quel serait le mouvement du bobsleigh s'ils montaient bien avant le début de la descente ? Pourquoi ?

### → Réponses aux questions :

Les élèves répondent rapidement :

"C'est la glace qui ralentit le bobsleigh, les patins accrochent"

"C'est l'air qui freine le bobsleigh"

J'introduis alors les notions de résistance de l'air et de frottement. Je demande alors aux élèves de représenter ces forces sur le schéma 3.

*Remarque:* On peut en profiter pour montrer que plus la vitesse est grande, plus la résistance de l'air est intense, à l'aide d'exemples de la vie courante : vélo, scooter, ski, main à la fenêtre d'une voiture...

### → Conclusion :

Les élèves notent les résultats de leur analyse sur le cahier :

Le bobsleigh est soumis à trois forces :

- Le poids.
- La réaction de la glace
- Les forces de frottement qui ralentissent le bobsleigh

Après avoir étudié le mouvement réel du bobsleigh, J'ai proposé aux élèves d'idéaliser la situation : " *Que se passerait-il pour le bobsleigh s'il n'y avait ni résistance de l'air, ni frottement des patins sur la glace ?* "

Les élèves étaient appelés à émettre des hypothèses sur le mouvement du bobsleigh. Nous venions de voir quelle était la cause de l'accélération du bobsleigh, et quelles étaient les causes de son ralentissement. Etant donné que ces forces ne s'exerçaient plus sur le bobsleigh, les élèves ont émis en majorité l'hypothèse que le bobsleigh n'allait pas s'arrêter.

Seuls deux élèves pensaient qu'il allait s'arrêter : " *Il ne peut pas continuer indéfiniment, il va s'arrêter un jour !* "

Quand je leur ai demandé de justifier, ils en ont été incapables : c'était une intuition !

Je leur ai demandé alors de rappeler quelles étaient les forces qui s'exerçaient sur le bobsleigh et j'ai rappelé que ces forces se compensaient.

Je les ai aidés alors à formuler l'hypothèse : "Quand le bobsleigh est soumis à deux forces qui se compensent, son mouvement est rectiligne et uniforme".

J'ai ensuite présenté le dispositif des mobiles autoporteurs aux élèves et je leur en ai expliqué le fonctionnement.

J'ai proposé aux élèves de vérifier leur hypothèse. Ils ont dressé un parallèle entre la situation du bobsleigh et le dispositif expérimental.

Bobsleigh	Mobile.
Glace	Air pulsé.
Résistance de l'air nulle si pas d'air	Résistance de l'air nulle car vitesse faible.

**Il est important de noter qu'ici les mobiles autoporteurs n'interviennent que comme instrument de vérification d'une hypothèse et modélisation d'une situation réelle.**

Un élève lance alors le mobile et on étudie l'enregistrement. Chaque élève reçoit une photocopie de l'enregistrement.

Ils en concluent que : "*Le mouvement du mobile est rectiligne et uniforme quand il est soumis à 2 forces qui se compensent.*"

On profite de cette expérience pour essayer de lancer le mobile en lui donnant un effet. Les élèves se rendent compte que quoique l'on tente le mouvement du mobile est toujours rectiligne et uniforme.

L'activité est ainsi terminée. Les élèves ont abordé le principe d'inertie dans le cas particulier du mouvement du bobsleigh.

Il reste à le généraliser.

J'énonce avec l'aide des élèves le principe d'inertie : " *Dans un référentiel terrestre, si un corps est soumis à des forces qui se compensent, il persévère dans son état de repos s'il était au repos, ou de mouvement rectiligne uniforme s'il était en mouvement.*"

On distribue alors un tableau récapitulatif des différentes situations dans lesquelles ils pourront appliquer le principe d'inertie.

Le cours de l'élève correspondant à cette séance est présenté en annexe A.

## I.2. Séance 2 :

### I.2.a. Durée :

La deuxième séance s'est déroulée en 1 heure en classe entière.

### I.2.b. Objectifs:

Les objectifs de cette séance étaient d'utiliser le principe d'inertie et de faire l'inventaire des forces qui s'exercent sur un corps.

### I.2.c. Déroulement de la séance :

Cette séance est une séance " d'exercices ".

Dans un premier temps, j'ai distribué aux élèves une fiche d'exercices (voir annexe B). Chaque élève doit essayer de résoudre individuellement les exercices 1 et 2.

Les élèves les résolvent facilement car ils constituent une application directe du principe d'inertie.

Les deux derniers exercices sont moins évidents pour eux car même s'ils savent appliquer le principe d'inertie, l'obstacle se situe ailleurs, notamment, dans les deux cas suivants : les élèves ont des difficultés à faire l'inventaire des forces agissant sur la personne dans un véhicule. Ils confondent souvent force et vitesse.

Ils mettent ensuite leurs avis en commun. Un schéma de la situation est réalisé au tableau

Et les élèves viennent tour à tour représenter les forces qui selon eux s'appliquent sur le passager.

Ils confrontent leurs points de vue. Une fois l'inventaire de force trouvé juste, ils n'ont plus de difficultés. Ils appliquent le principe d'inertie et concluent sur la solution des exercices.

La phase d'exercices écrits réalisée, je leur ai proposé de visualiser ou de simuler les situations étudiées dans les deux derniers exercices.

➔ La visualisation se fait par projection télévisée d'une publicité sur la sécurité routière.

➔ La simulation se réalise grâce à l'usage d'une voiture télécommandée dans laquelle on a placé un mannequin.

## **II. Séquence 2 : "Quel est le mouvement d'un corps soumis à des forces qui se compensent ? "**

Cette séquence a été testée par le professeur stagiaire Edith Rajon sur une classe de seconde du lycée technique Monge à Chambéry.

### II.1 Séance 1 :

#### II.1.a. Durée :

Cette séance s'est déroulée en une heure et demi en demi-groupe. Elle se présente sous la forme d'un cours-TP.

#### II.1.b. Objectifs :

Les objectifs de la séance consistent à établir le principe d'inertie en observant le mouvement d'un corps dans différentes situations, à faire l'inventaire des forces agissant sur un corps et à déterminer la vitesse d'un corps en mouvement.

### II.1.c. Déroulement de la séance :

Durant cette séance la classe étudie le mouvement d'une bille dans plusieurs situations.

Dans un premier temps, le professeur propose à la classe 3 expériences différentes.

#### **Expérience 1 :**

La bille est posée simplement sur la table.

Deux questions sont posées aux élèves :

⇒ Faire l'inventaire des forces agissant sur la bille.

⇒ Comment ces forces "agissent-elles" sur la bille ? Quel est mouvement de la bille ?

C'est l'occasion pour le professeur de définir la réaction de la table.

La classe conclue ainsi qu'un corps soumis à des forces qui se compensent peut être au repos.

#### **Expériences 2 :**

Le professeur propose aux élèves de lancer la bille sur la table horizontale en essayant de lui imposer une trajectoire curviligne.

Les questions suivantes sont posées à la classe :

⇒ Faire l'inventaire des forces agissant sur la bille une fois qu'elle est lancée.

⇒ Comment ces forces agissent-t-elles sur la bille ?

⇒ Arrivez-vous à faire tourner la bille ?

⇒ Quelle est la trajectoire de la bille ?

La classe conclue ainsi qu'un corps soumis à des forces qui se compensent peut aussi avoir un mouvement et ce mouvement est rectiligne.

#### **Expériences 3 :**

Une nouvelle question est posée aux élèves :

Si vous lancez la bille sur plusieurs supports plus ou moins rugueux, où va-t-elle s'arrêter ?

⇒ Faire l'inventaire des forces agissant sur la bille une fois qu'elle est lancée.

⇒ Quelle est la trajectoire de la bille ?

⇒ La bille est-elle accélérée, décélérée, garde-t-elle une vitesse constante ?

Une discussion avec la classe s'engage alors sur les frottements. Les élèves remarquent : "*Elle s'arrête au bout d'un moment et cela dépend de la surface sur laquelle on la lance* "

Le professeur leur demande alors d'imaginer ce qui se passerait s'il n'y avait plus de frottements.

La classe émet alors l'hypothèse qu'un corps soumis à des forces qui se compensent peut être en mouvement rectiligne et uniforme.

Le professeur leur propose alors de vérifier leur hypothèse. Il leur présente le dispositif des mobiles autoporteurs et en explique le fonctionnement. Il dresse un parallèle entre la bille et le mobile.

Un élève réalise le lancement du mobile et l'enregistrement est distribué à toute la classe.

Après analyse de celui-ci, la classe en conclue qu'un corps soumis à des forces qui se compensent peut être soit au repos, soit en mouvement rectiligne et uniforme.

Les élèves écrivent alors l'énoncé du principe d'inertie avec l'aide du professeur.

Dans un second temps le professeur leur propose une nouvelle manipulation : "*Etudions la chute d'une bille dans du produit vaisselle*"

(La fiche de TP distribuée aux élèves est consignée en annexe C.)

Cette expérience consiste à étudier le mouvement d'une bille lâchée au-dessus d'une éprouvette remplie de produit vaisselle.

Les élèves émettent des hypothèses sur le mouvement, puis observe ce mouvement et enfin réalisent des mesures dans le but de conforter leurs hypothèses et leurs observations premières.

Ils mesurent la vitesse moyenne de la bille tout au long de la chute.

Les élèves se rendent compte que le mouvement de la bille est rectiligne et uniforme.

Du principe d'inertie ils déduisent qu'elle est soumise à 2 forces qui se compensent : son poids et la résistance à l'avancement due au produit vaisselle (les forces de frottements visqueux).

Cette expérience permet d'appliquer le principe d'inertie et de déterminer la vitesse d'un corps en mouvement.

## I.2 Séance2 :

### I.2.a. Durée :

Elle s'est déroulée en classe entière pendant une heure.

### I.2.b. Objectifs :

Les objectifs de cette séance étaient d'appliquer le principe d'inertie et de faire l'inventaire des forces qui s'exercent sur un corps.

### I.2.c. Déroulement de la séance :

Mis à part l'exploitation des résultats de la manipulation effectuée lors de la séance précédente, le contenu de cette séance est sensiblement le même que celui présenté dans la deuxième séance de la séquence 1. Elle se présente comme une séance d'exercices.

## **III. Comparaisons des séquences1 et 2 :**

La différence fondamentale entre les deux séquences présentées réside dans le choix du corps étudié. Dans la première séance la classe étudie le mouvement d'un bobsleigh tandis que dans la seconde c'est le mouvement d'une bille qui est étudié.

En préparant la séquence sur le principe d'inertie j'ai dû faire un choix entre les deux présentations. J'ai opté pour la séquence 1, car le bobsleigh est un objet plus "fascinant" que la bille pour des élèves de seconde qui habitent une région méridionale et qui n'ont pour la plupart jamais vu de bobsleigh.

La présentation d'un sport attrayant pour eux, peut être un facteur motivant. Ils veulent savoir comment ça marche.

L'utilisation de la vidéo est un support indispensable car certains ne savent pas réellement à quoi ressemble un bobsleigh.

Cependant au cours de la séance 1, j'ai réalisé que cet objet était tout compte fait assez complexe et que les élèves étaient amenés à se poser des questions qu'ils ne se seraient pas posées avec la bille.

*" Le bobsleigh ne va-t-il pas plus vite quand les sportifs sont à l'intérieur car il est plus lourd ? "*

*" Le fait que les sportifs montent dans le bobsleigh, cela écrase le bobsleigh contre le sol et il ralentit "*

La bille constitue un système plus simple à étudier. Il n'y a pas de problème de charge supplémentaire. Cependant on peut se demander quel est l'intérêt pour un élève de seconde d'étudier le mouvement d'une bille sur une table: situation peu motivante au départ.

Cependant ils peuvent toucher la bille, et réaliser les expériences eux-mêmes, chose qu'ils ne peuvent pas faire avec le bobsleigh.

L'aspect manipulation de la séquence 2 est un point positif.

J'ajouterai une autre remarque concernant la manipulation sur la chute de la bille dans le produit vaisselle. J'aurai désiré l'intégrer à ma séquence car cela aurait donné aux élèves une autre référence, un autre exemple de situation concrète à laquelle on peut appliquer le principe d'inertie. Mais suivant les impératifs du programme et manquant de temps j'ai étudié brièvement cette situation sous la forme d'un exercice dans la séance 2.

# QUATRIEME PARTIE

## Evaluation de la première séquence proposée

---

### I. Evaluation directe.

#### I.1. Présentation de l'évaluation :

L'évaluation a été proposée aux élèves de la classe de seconde dont je suis en charge au lycée d'Alès. Elle se présente sous la forme d'un test écrit. Le temps accordé aux élèves pour répondre aux questions est de 45 minutes.

#### → Objectifs de cette évaluation:

- Vérifier que les élèves ont compris le principe d'inertie et qu'ils sont capables de l'appliquer.
- Vérifier que les élèves savent réaliser l'inventaire des forces s'appliquant sur un corps.
- Conclure sur l'efficacité de la séquence 1.

#### → Contenu de l'évaluation :

Le test soumis aux élèves est présenté en annexe D.

Il est composé de six exercices que j'ai choisis suivant deux critères :

⇒ Ils font apparaître diverses situations dans lesquelles on peut appliquer le principe d'inertie. ( Ces situations sont énoncées dans le tableau récapitulatif qui clôture la séance 1 de la séquence 1 et qui a été distribué aux élèves (voir annexe A).

⇒ Ils font référence à des scènes de la vie quotidienne.

Ce dernier critère présente deux intérêts principaux :

- Les élèves prennent conscience que le principe d'inertie s'applique dans la vie courante.
- Les élèves ont envie de résoudre ces problèmes qu'ils ont déjà parfois rencontrés.

#### → Conditions de l'évaluation :

L'évaluation a lieu en fin de séquence. Les élèves n'ont pas été prévenus à l'avance. En début d'heure, ils se concertent et énoncent ensemble le principe d'inertie. On le note au tableau.

#### I.2. Analyse des résultats du test :

##### I.2.a. L'application du principe d'inertie :

Dans l'exercice 1, 80 % des élèves ont correctement déterminé la nature du mouvement de la balle en analysant la chronophotographie. Pour ces mêmes 80 % le fait que la vitesse de la balle diminue implique que les forces appliquées sur la balle ne se compensent pas.

*"Les forces ne se compensent pas car le mouvement de la balle n'est pas rectiligne uniforme".*

**Valentin**

Dans la question 1 de l'exercice 4, tous les élèves savent justifier pourquoi le passager sans ceinture d'une voiture qui freine brusquement est projeté en avant.

*"Il est projeté en avant car il continue son mouvement rectiligne uniforme"* **Mehdi**

On peut justifier cette réussite de la façon suivante :

On a déjà abordé la question dans les exercices traités en classe (voir annexe B).

Les élèves ont déjà rencontré cette situation dans la vie courante.

La même notion est reprise dans la première question de l'exercice 3, l'exercice 5 et l'exercice 6. Pour les exercices 5 et 6, le taux de réussite est de 90 %.

Dans l'exercice 3, seulement 70 % des élèves ont répondu correctement. Cela provient essentiellement du fait que la question a été mal interprétée.

Pour justifier leur réponse, certains font des rapprochements entre les différentes situations

*"Les gouttes continuent leur trajectoire même quand le ballon est stoppé (principe du passager sans ceinture)".* **Céline**

La question 2 de l'exercice 3 a posé plus de problème aux élèves. On note 55 % de réponses correctes.

Les élèves ont plus de difficulté à appliquer le principe d'inertie quand le corps est initialement au repos que quand il a déjà un mouvement (Ce qui était le cas dans les exercices évoqués précédemment).

Enfin, on voit apparaître une autre difficulté en lisant les réponses à l'exercice 2.

La question 1 révèle que 50 % des élèves ne savent pas distinguer un mouvement circulaire d'un mouvement rectiligne et ne peuvent donc pas conclure sur le fait que les forces se compensent ou pas.

En ce qui concerne la seconde question, la quasi-totalité des élèves pense que la trajectoire de la balle après le lâché va être rectiligne et uniforme.

Seul un élève reprend la théorie de l'impetus :

*"Sa trajectoire est circulaire car avant que le chevalier libère la pierre, il la fait tourner".* **Sébastien**

### I.2.b. L'inventaire des forces s'appliquant sur un corps :

Ce test montre que les élèves conservent même après le cours d'importantes difficultés pour dresser le bilan des forces qui agissent sur un corps. Dans le premier exercice, 85 % des élèves réalisent un inventaire faux ou incomplet des forces qui s'exercent sur la balle de golf après que le sportif l'a frappée.

On voit apparaître deux principaux types d'erreur.

⇒ Les élèves reprennent la théorie de l'impetus selon laquelle l'impetus acquis lors de la mise en mouvement sert à conserver le mouvement.

Pour eux la balle même après le lancer est encore soumise à la force exercée par le sportif au moment du lancement. Cette force est dans le sens du mouvement.

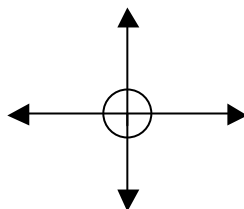
Un élève justifie le ralentissement de la balle de la façon suivante :

*"La balle est freinée progressivement par la résistance du gazon mais au début, la puissance mise dans la balle est plus importante que le frottement".* **Damien**

Pour ces élèves les forces qui s'exercent sur la balle sont les suivantes :

- le poids de la balle
- la réaction du sol
- la force donnée par le joueur
- les frottements (dus à herbe, à la résistance de l'air..)

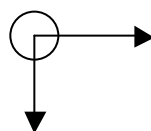
on retrouve plusieurs schémas du type suivant :



On retrouve aussi des inventaires incomplets dans lequel les élèves oublient le plus souvent les forces de frottement.

⇒ Les élèves confondent force et vitesse.

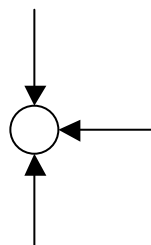
Chez un élève on retrouve la représentation suivante pour les forces s'exerçant sur la balle de golf :



On voit apparaître un autre problème chez les élèves qui dressent un bilan correct des forces exercées sur la balle de golf.

Le point d'application des forces est incertain :

On retrouve des schémas du type suivant :



En conclusion, les résultats de ce test se sont avérés positifs pour ce qui est de l'application du principe d'inertie, mais décevants en ce qui concerne les inventaires de forces. Il semble que l'on n'ait pas assez insisté sur ce point durant la séquence précédente.

## **II Situation de réinvestissement :**

Elle se présente sous la forme d'une étude de document avec questionnaire oral et constitue l'introduction de la séquence suivante : " La gravitation universelle ".

### **→ Objectifs :**

- Vérifier que les élèves ont gardé en mémoire le principe d'inertie.
- Vérifier que les élèves ont compris le principe d'inertie et qu'ils sont capables de l'appliquer.
- Tester l'efficacité de la séquence 1.

→ Description de la situation de réinvestissement :

Le document présenté aux élèves est le suivant :

Il présente la trajectoire de la sonde Voyager I au voisinage de Jupiter. Plus précisément, il donne la position de la sonde Voyager I en fonction du temps.

Après avoir précisé ensemble que le référentiel d'étude était la planète Jupiter, nous avons analysé et interprété la trajectoire de la sonde.

J'ai posé les questions suivantes :

⇒ Décrivez le mouvement de la sonde entre les dates :  $-40h$   $-20h$  et  $+20h$   $+40h$

Que pouvez-vous dire des forces qui s'exercent sur la sonde ?

⇒ Décrivez le mouvement de la sonde entre  $-20h$  et  $+20h$ .

Pourquoi n'est-il plus rectiligne uniforme ?

De ces questions, les élèves ont déduit facilement que Jupiter exerce une force sur la sonde.

Pour eux il est clair que si le mouvement de la sonde n'est pas rectiligne uniforme, alors elle n'est pas soumise à des forces qui se compensent.

Ainsi cette rapide évaluation orale s'est révélée positive.

## CONCLUSION

---

Les résultats des évaluations se sont avérés décevants par rapport aux résultats attendus après la séquence 1. On constate que certaines idées fausses présentes dans l'esprit des élèves avant le cours le sont encore après le cours. Cela montre combien les idées intuitives des élèves sont difficiles à déraciner.

Cependant l'analyse des résultats est très positive puisqu'elle fait apparaître les notions du cours sur lesquelles il faut d'avantage insister et cela ne peut être que profitable pour l'avenir.

Même si le principe d'inertie n'est pas une partie du programme facile à enseigner, il existe des manières de l'aborder qui peuvent le rendre plus accessible aux élèves.

Il apparaît dans ce mémoire, que la séquence consacrée à ce principe serait bien plus efficace si on tenait compte des remarques suivantes :

- ➔ Il est important que les élèves maîtrisent bien la notion de force avant d'aborder cette séquence.
- ➔ Il est important de mettre le cours en relation avec la vie courante pour éveiller la curiosité des élèves. On pourra utiliser un support audiovisuel si c'est nécessaire.
- ➔ Cette séquence doit être l'occasion d'un débat entre les élèves durant lequel le professeur joue le rôle "d'animateur".  
Ce débat met en lumière les conceptions des élèves sur les forces et le mouvement.  
Il faut ensuite se baser sur ces conceptions pour construire progressivement le principe d'inertie avec les élèves.
- ➔ Il est préférable de partir de situations réelles et les modéliser ensuite avec le matériel disponible au laboratoire (simulation sur ordinateur, mobiles autoporteurs.....).

Ces remarques peuvent bien sûr être appliquées à l'ensemble des séquences portant sur la partie mécanique du programme.

Cependant l'utilisation de telles méthodes peut présenter des inconvénients.

Il est essentiel de bien distinguer les phases de mise en activité des élèves et les phases de synthèse pour qu'ils gardent une trace écrite de la séance sur leur cahier. Ceci peut constituer une difficulté pour le professeur.

De plus ces séquences nécessitent des espaces horaires plus importants que des séances classiques.

## BIBLIOGRAPHIE

---

### Ouvrages et articles généraux

- **Guy ROBARDET et Jean-Claude GUILLAUD** : « Eléments d'épistémologie et de didactique des Sciences Physiques : De la recherche à la pratique »-Publication de l'I.U.F.M. de Grenoble, 1995.
- **Jacques TOUSSAINT** : « Didactique appliquée de la Physique-Chimie »-Collection « Perspectives didactiques », Editions Nathan pédagogie, 1996.
- **Gérard DE VECCHI et André GIORDAN** : « L'Enseignement Scientifique : comment faire pour que "ça marche ?" » -collection André GIORDAN et Jean-Louis MARTINAND, Z'édicions et Delagrave Edition, 2000.
- **Michael McCLOSKEY** : « L'intuition en physique »-Pour la science, juin 1983, pages 68-76.
- **L.VIENNOT** : « Bilan de forces et loi des actions réciproques :Analyse des difficultés des élèves et enjeux didactiques »-B.U.P. n° 716, juillet-aout-septembre 1989, pages 951-971.

### GTD et manuels scolaires

- **GTD** : « Accompagnement des programmes :Physique, classe de seconde »-CNDP RESEAU , sept 2000
- Physique-Chimie Seconde, Collection Durandea-durupthy, Editions Hachette Education, 2000.
- Physique-Chimie Seconde, Collection Hélios, Editions Hachette Education, 2000.
- Physique-Chimie Seconde, Collection Tomasino, Editions Nathan, 2000.
- Physique-Chimie Seconde, Collection Galiléo, Editions Bordas, 2000.
- Physique-Chimie Seconde, Editions Belin, 2000.
- Physique-Chimie Seconde, Collection Microméga, Editions Hatier, 2000.

### Documents sur sites internet :

<http://www.ac-nantes.fr/peda/disc/scphy/dohtml/parabole.htm>

[http://www.ac-poitiers.fr/pedago/coll\\_lyc/cine\\_av/bps5e/](http://www.ac-poitiers.fr/pedago/coll_lyc/cine_av/bps5e/)

[http://www.ac-poitiers.fr/pedago/coll\\_lyc/sc\\_phys/Docs/Fiches/cozaefet/inertie.htm](http://www.ac-poitiers.fr/pedago/coll_lyc/sc_phys/Docs/Fiches/cozaefet/inertie.htm)

Cours de l'élève : Un corps peut-il être en mouvement sans être soumis à des forces ?

### I Activité : comment se déplace un bobsleigh ?

#### 1) Etude du lancement du bobsleigh :

##### → Situation 1 :

Le bobsleigh au repos est soumis à deux forces :

- Son poids qui le tire vers le bas.
- La réaction de la glace qui l'empêche de tomber en le poussant vers le haut.

Ces deux forces se compensent.

##### → Situation 2 :

Le bobsleigh est soumis à trois forces :

- Son poids qui le tire vers le bas.
- La réaction de la glace qui l'empêche de tomber en le poussant vers le haut.

Le bobsleigh est en translation sous l'action de forces qui ne se compensent pas, sa vitesse augmente. On dit que le mouvement du bobsleigh est rectiligne accéléré.

##### → Situation 3 et 4 :

Le bobsleigh est soumis à trois forces :

- Son poids qui le tire vers le bas.
- La réaction de la glace qui l'empêche de tomber en le poussant vers le haut.
- Les forces de frottements (résistance de l'air, frottement au niveau de la glace).

Sous l'action des forces de frottements le bobsleigh ralentit.

#### 2) Que se passerait-il pour le bobsleigh s'il n'y avait pas de forces de frottements ?

→ Hypothèse : Le bobsleigh peut être en mouvement sous l'action de deux forces qui se compensent, sa vitesse ne varie pas.

→ Vérification de l'hypothèse : Expérience des mobiles autoporteurs.

Bobsleigh	Mobile.
Glace	Air pulsé.
Résistance de l'air nulle si pas d'air	Résistance de l'air nulle car vitesse faible.

Le mobile autoporteur peut être en mouvement sous l'action de deux forces qui se compensent mais alors ce mouvement est rectiligne et uniforme.

→ **Conclusion :** Sous l'action de deux forces qui se compensent, le bobsleigh aurait un mouvement rectiligne et uniforme.

## II Enoncé du principe d'inertie .

**Dans un référentiel terrestre, si un corps est soumis à des forces qui se compensent alors il persévère dans son état de repos (s'il était au repos) ou de mouvement rectiligne uniforme (s'il était en mouvement).**

*Récapitulatif :*

<b>Je constate</b>	<b>Je déduis</b>
si corps au repos.	Les forces appliquées au corps se compensent.
Si corps en mouvement rectiligne uniforme.	Les forces appliquées au corps se compensent.
Si corps en mouvement non rectiligne. (il tourne par exemple).	Les forces appliquées au corps ne se compensent pas.
Si corps en mouvement rectiligne non uniforme.	Les forces appliquées au corps ne se compensent pas.
Si corps en mouvement sous l'action de 2 forces qui se compensent.	Corps en mouvement rectiligne uniforme.

### Fiche d'exercices portant sur le principe d'inertie.

#### Exercices 1 :

Dans les situations décrites ci-dessous, dire si la personne ou l'objet en mouvement est soumis ou non à un ensemble de force qui se compensent :

- un skieur qui descend une piste rectiligne et dont la valeur de la vitesse augmente ;
- une fusée qui décolle ;
- un skieur tracté par un remonte-pente en ligne droite et à vitesse de valeur constante ;
- un palet de hockey qui se déplace sur la glace en ligne droite et à vitesse constante.

#### Exercices 2 :

- a) Une bille tombe dans l'air. Sa vitesse augmente au cours de la chute (fig.a). Pourquoi ?  
La bille est-elle soumise à une seule force ou à deux forces ? Que peut-on en dire ?

- b) On laisse maintenant tomber la bille dans une longue éprouvette contenant de la glycérine. Son mouvement est rectiligne uniforme (fig.b). Quelle conclusion tirer de cette observation ?

Remarque : sur les schémas, deux positions successives de la bille sont séparées par des durées égales.

#### Exercices 3 :

- a) Lors du tournage d'un film, un cascadeur se place sur le toit d'une voiture et s'y accroche de son mieux.  
La voiture démarre vivement. Qu'arrive-t-il au cascadeur ? Pourquoi ?
- b) Le cascadeur est sur le toit de la voiture qui roule en ligne droite et à vitesse constante.  
Le conducteur freine vivement. Qu'arrive-t-il au cascadeur ? Pourquoi ?

#### Exercices 4 :

1. Alexandre est assis dans l'autobus scolaire qui avance sur une route rectiligne, à la vitesse de  $25 \text{ Km.h}^{-1}$ .
  - a) Quelles sont les forces s'exerçant sur Alexandre ?  
Que peut-on dire de ces forces ?
  - b) Peut-on aboutir aux mêmes conclusions si la valeur de la vitesse est  $40 \text{ Km.h}^{-1}$  ?
2. Brusquement, l'autobus freine et Alexandre est projeté en avant.
  - a) Quelles sont les forces s'exerçant sur Alexandre et quel est son mouvement ?
  - b) Pourquoi Alexandre a-t-il l'impression d'être projeté en avant ?

## ANNEXE C

---

### **Activité expérimentale : Etude de la chute d'une bille dans du produit vaisselle.**

On souhaite étudier le mouvement d'une bille lâchée à la surface du produit vaisselle.

#### Description du dispositif :

Soit une **éprouvette graduée de 100 ml** remplie de produit vaisselle de sorte que la surface du produit se situe au moins à 2 cm de la graduation 100 ml.

On dispose d'un **chronomètre**.

Le mouvement de la bille est suffisamment lent pour pouvoir mesurer avec un chronomètre la durée mise par la bille pour parcourir la distance entre deux grandes divisions (de 20 ml en 20 ml).

1) Avant de réaliser l'expérience prévois quelle sera la trajectoire de la bille.

.....  
.....

Lâche la bille au-dessus de la surface libre du produit vaisselle.

2) Observe le mouvement de la bille et décris-le.(trajectoire, vitesse)  
Est-il en accord avec tes prédictions du 1) ?

.....  
.....

3) Vérifie par des mesures les observations faites à la question 2)  
Propose une méthode utilisant un chronomètre et les graduations de l'éprouvette.

.....  
.....  
.....

Remplis le tableau suivant :

Distance parcourue par la goutte : d (en cm)					
Temps relevé au chronomètre : t (en s)					

4) Détermine la vitesse moyenne de la goutte à chaque graduation.

.....

5) Que peux-tu affirmer quant aux forces qui s'appliquent sur la goutte ? Justifie la réponse en utilisant le principe d'inertie.

.....

6) Quelles sont les forces agissant sur la bille ?

.....  
.....  
.....

## ANNEXE D

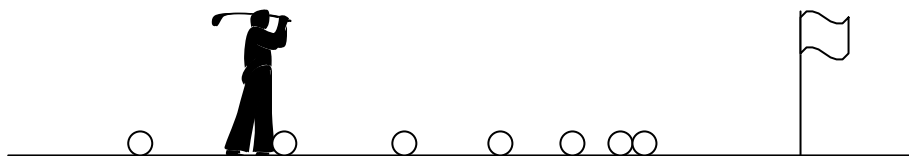
### Evaluation de la séquence portant sur le principe d'inertie

En utilisant le principe d'inertie résous les exercices suivants

#### Exercice 1 : rendez-vous sur le green

Voici la copie d'une photographie prise par un journaliste sportif pendant un tournoi de golf.





Le golfeur a manqué son coup.

Aide-le à comprendre pourquoi la balle s'est arrêtée juste avant le trou.

1-Examine le schéma et déduis-en la nature du mouvement de la balle de golf ?

Comment est la vitesse de la balle ?

2-La balle est-elle soumise à des forces qui se compensent ? Pourquoi ?

3-Quelles sont les forces qui s'appliquent sur la balle de golf ?

Représente-les sur le schéma.

### Exercice 2 : un peu d'histoire .....

Au moyen-âge les chevaliers utilisaient une arme particulière pour se défendre: la fronde. Mais comment faisaient-ils pour viser juste ?

Une fronde est constituée d'une pierre maintenue à l'extrémité d'un fil.

Quand on met la fronde en mouvement, la pierre se déplace sur une trajectoire circulaire à la vitesse de 2 m/s.

1-Les forces s'exerçant sur la pierre se compensent-elles ? Pourquoi ?

2-Quand le chevalier libère la pierre, quelle est sa trajectoire ? Justifie ta réponse.

3-Que vaut dorénavant la valeur de la vitesse de la pierre ?

### Exercice 3 : QCM

Lis les affirmations suivantes et choisis la réponse qui te paraît être la bonne. Justifie ton choix.

•Un gardien de but bloque un ballon mouillé qui lui arrive horizontalement.

Les gouttes d'eau sont projetées :

-verticalement

-horizontalement dans le sens du mouvement.

-horizontalement en sens inverse du mouvement.

•Lors du démarrage brutal d'un ascenseur vers le haut, le cartable que tu tiens à la main te paraît-il :

-plus lourd.

-aussi lourd.

-moins lourd.

### Exercice 4 : sécurité routière

Pourquoi faut-il boucler sa ceinture de sécurité ?

Qu'arrive-t-il au passager sans ceinture d'une voiture qui freine brusquement ? Justifie ta réponse.

Pourquoi faut-il se méfier des plaques de verglas sur la route ?

Voici le schéma d'une voiture qui aborde un virage dans lequel il y a une grande plaque de verglas.

D'après toi quelle va être la trajectoire de la voiture dans le virage ? Dessine là.  
Justifie ta réponse.

#### **Exercice 5 : énigme**

Une seringue hypodermique tirée par un fusil peut endormir un animal sauvage. Pourtant personne n'appuie sur le piston de la seringue pour que le liquide pénètre dans le corps de l'animal.  
Comment est-ce possible ?

#### **Exercice 6 : Cherche l'erreur !!**

Au moment du choc les forces exercées sur la voiture sont-elles les mêmes que celles exercées sur les objets qu'elle contient ?