

Chute des corps : Expérience du plan incliné

Contexte :

Cette expérience du plan incliné a été menée en 3^{ème} en 2013 au collège de Moret-sur Loing avec Mme Esnault et Mme Cornet. Elle a été reconduite en 2016 car elle s'inscrit dans un EPI sur la chute des corps mettant en opposition Aristote et Galilée.

Voici un résumé de l'expérience menée en 2013, complété d'une analyse à priori et à posteriori. Une transcription vidéo est disponible.

Collège de Moret-sur-Loing (720 élèves), petite ville de 5000 habitants entre Fontainebleau et Montereau, de classe A avec un internat, un foyer et beaucoup de familles d'accueil à proximité. Conséquence : on accueille environ 50 élèves de l'extérieur surtout du 93, qui sont en difficulté. En moyenne deux par classes.

Classe de 3^{ème} d'un bon niveau, 30 élèves, 5 seulement en très grande difficulté. Un décrocheur.

L'expérience de Galilée sur la chute des corps est une expérience intéressante car tout en étant un support favorisant l'activité de recherche et de questionnement, elle est historique, facile à réaliser et donne lieu à un débat enrichissant pour les élèves. La régularité observée par ceux-ci lors du mouvement du corps répondra à des lois mathématiques qu'ils connaissent déjà. C'est une belle illustration du rôle des mathématiques dans le fonctionnement du monde.

Le professeur de maths et le professeur de physique : travailler ensemble quel bénéfice ?

Au collège, il est assez rare pour un professeur de mathématiques de se lancer dans une expérience scientifique avec ses élèves. Sa formation initiale l'a vite amené à ne faire que des mathématiques. Les objets et les notions abstraites l'ont éloigné de sa perception naturelle et de son appréciation des phénomènes physiques. De plus l'idée omniprésente qu'un exemple ne prouve pas qu'une propriété est vraie alors qu'un contre-exemple suffit pour prouver qu'elle est fautive place inconsciemment dans son esprit l'expérience (qui n'est que locale et réalisée qu'un nombre limité de fois) comme quelque chose de peu utile puisqu'elle ne suffira pas à prouver qu'un énoncé est vrai.

Du côté professeur de physique les expériences sont incontournables, elles servent même à trouver la loi physique.

Le problème en général c'est que la formulation que va utiliser le prof de physique n'est pas la même que celle qu'utilise le professeur de maths, et cela gêne les élèves. Cette expérience menée à deux a permis aux deux profs d'être en phase. Les mêmes mots ont été employés au même moment et dans les mêmes situations. Le professeur de physique a apprécié le rôle des élèves qui ont pu servir d'intermédiaires entre les deux profs avec un vocabulaire adéquat puisque le sujet était le même. Cohérence et coordination ont été bien visibles par eux. Le rôle des maths n'est plus à démontrer. La notion de fonction a été mieux comprise car les grandeurs liées par cette « relation » ont pu être mesurées et comprises au sens physique. Les changements de registre et de cadres s'en trouvent même facilités en mathématiques.

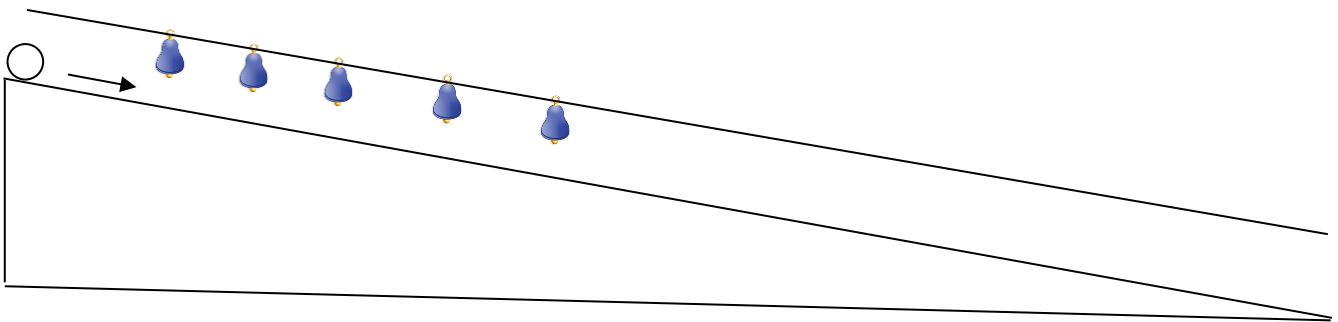
En 2013, pour des raisons de contrainte horaire, la coanimation n'a pas été possible pour la synthèse de l'expérience qui a donc été faite que par le professeur de maths. Ce qui a causé quelques problèmes (voir à la fin de l'analyse à posteriori), rectifiés par la suite bien sûr.

En 2016 au sein de l'EPI les professeurs ont veillé à mieux se compléter. Les mêmes erreurs n'ont pas été commises.

1. Présentation du dispositif

Voici la liste des objets utilisés pour l'expérience :

- Une boule en verre de 10 cm de diamètre pesant 350g donc plutôt lourde.
- Un rail en alu de 6 m de long posé sur une barre en acier de même longueur très rigide, elle-même posée sur 3 tréteaux en bois. Le rail est rendu lisse par une protection plastique.
- Des cales sur les tréteaux de façons à créer une petite inclinaison de 2 ou 3°.
- Cinq clochettes en métal très léger hautes de 6 cm et de diamètre à la base 5 cm suspendues par un cordon réglable. A noter que l'impact de la boule et de la clochette se fait sur la clochette et non pas uniquement sur le battant qui est à l'intérieur car celui-ci est trop court.
- Un fil tendu au dessus du rail pour maintenir les clochettes.
- Des petites pinces à linge très légères pour fixer la boule sur le fil afin qu'elle ne glisse pas lors du passage de la boule.



2. Contexte avant l'expérience

a) Présentation de Galilée

Le personnage de Galilée a été étudié en classe, des extraits du film « Galilée ou l'amour de Dieu » ont été visualisés. Les élèves ont vu Galilée défendre devant l'inquisition la théorie de la rotation de la terre sur elle-même (sphère qui tourne devant une bougie). Ils l'ont entendu parler de l'expérience de la pierre lâchée depuis le mat d'un bateau en mouvement uniforme ; ils l'ont vu également montrer par l'expérience qu'un objet lourd tombe au sol en même temps qu'une feuille de papier mise en boule. Ils ont réagi devant la petite phrase de l'inquisiteur qui parle de diablerie. Peut-être se sont-ils dit que c'était vraiment de la diablerie ? En tout cas toutes ces expériences ont soulevé beaucoup de questions. D'abord certains élèves ont dit qu'ils pensaient comme l'inquisiteur (ou comme Aristote cité par ce dernier) mais que devant les « démonstrations » limpides de Galilée ils ne pouvaient que le croire. D'autres ont reproduit l'expérience avec des objets de leur trousse (une gomme et une boulette de papier de même forme) et le résultat a continué de les surprendre.

Une première observation peut être faite : une grande majorité d'élèves est perturbée par le résultat de ces expériences qui malmènent leur sens commun. Quelques élèves (5 ou 6, pas forcément de bons élèves) connaissent déjà ces « paradoxes » exposés par Galilée et veulent les expliquer aux autres, d'autres écoutent mais ne se manifestent pas du tout.

En tout cas l'annonce qu'une expérience de Galilée sera prochainement faite par eux est accueillie avec enthousiasme, ils se demandent ce qu'ils peuvent encore découvrir de surprenant...

b) Connaissances disponibles

A ce stade de l'année, les connaissances mathématiques pré requises pour mener à bien l'expérience (notion de fonction, tracé de courbes, fonction linéaire, proportionnalité...) ont été étudiées. La notion de gravitation, au programme de physiques cette année n'a pas encore été traitée.

c) Objectifs pédagogiques

L'objectif pédagogique de cette expérience est de montrer aux élèves :

- Que les mathématiques peuvent modéliser les phénomènes physiques de la vie courante.
- Que le chemin parcouru par la pensée humaine pour comprendre ces phénomènes (ici le mouvement des corps) a été long et semé d'embûches. Encore maintenant nos conceptions « spontanées » du mouvement sont souvent erronées !
- Que justement l'erreur de conception d'un élève n'a pas à être plus condamnée que celle d'un savant, Aristote et ses partisans (dont l'Eglise) se sont bien trompés pendant des siècles sur le mouvement de la chute des corps !

3. Analyse a priori

a) **Choix et raisons de nos choix**

Notre premier document élève contenait le schéma de l'expérience et un tableau pour les mesures. Après réflexion nous avons rajouté un extrait du discours de Galilée et une ligne vierge au tableau. Pourquoi ?

Les élèves de 3^{ème} n'ont qu'une seule connaissance disponible pour mener cette expérience : la proportionnalité. Nous pensions bien qu'ils disposeraient les clochettes régulièrement sur le rail. Ensuite, s'apercevant que cette connaissance est inutilisable, ils feraient des essais en faisant appel à leur « sens commun ». Bien sûr nous pensions que chacun se rendrait compte que la boule va de plus en plus vite, mais en suivant quelle loi ?

Il était possible que :

- Les élèves placent les clochettes presque correctement (à l'oreille) mais que les mesures ne leur permettent pas de trouver la loi. En effet la barre mesurant environ 6 m ; pour que le tintement soit régulier et que les 5 clochettes soient placées sur cette longueur de rail, l'espacement entre le point de départ et la première clochette devait être raisonnablement entre 15 et 25 cm, ce qui ne permettait pas de faire apparaître la régularité entre les mesures obtenues.
- Ou bien que les élèves n'arrivent pas à espacer correctement les clochettes car cela dépend de leurs capacités auditives et cela est bien subjectif.

Dans la première éventualité, nous avons ajouté une ligne vierge dans le tableau (pour calculer le carré du temps mais sans le préciser) et l'extrait du texte de Galilée contenant la phrase « *les espaces parcourus étaient entre eux comme les carrés des temps* » (en tant que levier pour répondre à la tâche). Nous pensions que cela les aiderait à trouver la régularité. Une fois le carré du temps placé au dessus de la mesure, les élèves s'apercevraient peut-être que le tableau obtenu est un tableau de proportionnalité. Nous étions bien sceptiques devant un tel déroulement car les mesures ne pouvaient être qu'obtenues avec une grande marge d'erreur (car à l'oreille !).

Dans la deuxième éventualité, nous avons prévu de donner la réponse après une longue phase de recherches et d'essais, de montrer aux élèves où placer les clochettes pour pouvoir ensuite mesurer. Nous ne voulions pas décourager les élèves devant leurs recherches infructueuses et pensions que l'expérience devait être menée jusqu'à sa "réussite" et pour tous. Les mesures effectuées devaient servir à trouver la loi lors de la synthèse de classe. A nos yeux, il semble important que l'activité expérimentale débouche sur un résultat mathématique immédiat. Les laisser mesurer la distance entre clochettes disposées à l'oreille pour ensuite étudier une régression linéaire sur tous les groupes est une idée intéressante à laquelle nous avons pensé mais ce n'est pas un choix que nous avons fait finalement car trop contraignant du point de vue organisationnel.

b) **Nos interrogations**

En faisant le choix de donner la réponse aux élèves qui sont dans l'impasse, nous plaçons les clochettes d'après la loi que nous, professeur, connaissons à l'avance ! Nous trichons ! Sans chronomètre ni moyen précis de mesurer le temps nous "montrons" qu'à l'époque de Galilée découvrir cette loi par l'expérience était difficile. Nous serions presque de l'avis de Koyré (ou de F. Balibar) qui pense que Galilée n'aurait pas réellement réalisé ces expériences mais qu'il les aurait faites par la pensée, à partir de situations réelles. "Qu'il s'agirait d'un montage intellectuel sur lequel l'esprit puisse travailler selon la loi de la simplicité, assuré de suivre ainsi la loi de la nature".

Ne prenons-nous pas alors le risque que les élèves dénigrent toute expérience par la suite et que ce choix de « tricher » remette en cause le bien fondé de l'expérience qui alors ne sert qu'à valider ou à vérifier la théorie du mouvement uniformément accéléré ?

4. Chronologie

	TACHES	DEROULEMENT	DUREE
Mardi 23/04	Présentation du dispositif en classe entière	Les professeurs montrent le document en le vidéoprojetant et explique la procédure à suivre pour l'après midi. (groupe, organisation...). Discussion sur les frottements.	20 min à la fin du cours
	Recherche par groupe de 2, 4 ou 6 de la position des clochettes.	<ul style="list-style-type: none"> Les professeurs vont chercher les groupes en permanence (Et font en sorte que les groupes ne se croisent pas) Les élèves discutent entre eux, le prof « anime » pour une meilleure transcription mais n'aide pas. 	De 30 à 40 minutes par groupe (4 groupes)
	Acquisition de mesures. Remplissage du tableau.	Un ou deux élèves mesurent, les autres reportent les mesures dans le tableau.	5 minutes par groupe en moyenne
Jeudi 25/04	Synthèse de l'expérience Par le professeur de maths.	On résume l'expérience, on reparle des erreurs de position de clochettes. Les clochettes n'ont pas été placées uniformément.	15 min
	Valeur de d en fonction de t	Le tableau des mesures est affiché au tableau, on reporte les nombres que tout le monde a obtenu. Discussion sur le lien entre ces nombres.	10 min
	Expression algébrique de la courbe.	Grace à la ligne des t^2 , elle est obtenue facilement par les élèves.	5 min

5. Analyse a postériori

➤ Position des clochettes

Voici les méthodes utilisées par les élèves, tous groupes confondus :

- *Clochettes uniformément réparties :*

Un groupe sur quatre ne l'a pas fait (un groupe de niveau assez fort). Il a écarté tout de suite cette possibilité, l'argument étant : « la boule prend de la vitesse, donc c'est impossible ». Quand aux trois autres groupes, deux ont placé les clochettes en divisant la longueur du rail par le nombre de clochettes et le dernier (groupe de niveau très moyen) s'est fié au petites cales en bois disposées uniformément sous le rail, même s'il y avait 6 cales pour 5 clochettes.

- *Clochettes placées de telle façon que la distance entre deux clochettes soit doublée à chaque fois :*

Trois groupes sur quatre font le test et l'écartent vite.

- *Clochettes placées de façon que la distance entre deux clochettes soit mise au carré à chaque fois :*

Un groupe en fin de séance et après avoir lu le morceau de texte a eu l'idée d'utiliser un carré sans savoir quelle grandeur il fallait mettre au carré.

Un autre groupe a interprété le texte de façon erronée et après avoir placé la première clochette à 5cm du point de départ, a essayé de placer la deuxième à $5^2 = 25$, puis la troisième à $25^2 = 625$!!

- *Clochettes placées selon la suite de Fibonacci :*

La troisième clochette est placée à une distance qui est la somme deux distances précédentes. Proposition d'un élève mais qui n'est pas suivie par les autres ni testée.

- *Clochettes placées de telle façon que la distance entre deux clochettes soit multipliée par 1,5 à chaque fois :*

Proposition du même élève une fois que les clochettes ont été répartie correctement avec la solution du professeur.

Suite à cette expérience, nous remarquons que les élèves d'un bon niveau **ne se lancent pas aussi facilement dans l'expérimentation que les élèves qui ont des difficultés**. Ces derniers font des essais sans avoir peur de se tromper alors que les premiers calculent, cherchent une théorie avant d'expérimenter. Notons que les groupes n'ont pas été désignés par l'enseignant qui a laissé cette liberté de choix aux élèves.

Nous remarquons également que les élèves ayant écarté les possibilités les plus simples (proportionnalité, doubler la distance) se tournent vers le texte de Galilée présent sur le document (qui n'a pas été lu en classe) mais ne le comprennent pas. "Les espaces parcourus" sont pour eux les "distances parcourues entre deux clochettes". Ils ne partent pas du point de départ de la boule ! Le texte ne semble pas clair.

Les professeurs ne guident pas les élèves pendant les expériences, ils ne font que demander aux élèves de reformuler ou préciser leur pensée. Ils incitent les élèves à expérimenter. Mais le choix n'est peut-être pas judicieux, à savoir que les élèves cherchent une loi qui donne la position entre chaque clochette alors que la loi recherchée doit relier les distances d'une clochette au point de départ de la boule !

Les élèves ont du mal à passer du carré des temps au numéro de clochette au carré. C'est dû en partie au fait que les élèves n'ont pas compris que l'unité de temps est le temps que met la boule à parcourir l'espace entre sa position initiale et la première clochette. Le professeur n'aurait-il pas eu intérêt à guider le groupe ? Lors de la synthèse les choses seront expliquées ainsi.



➤ **Lectures des mesures sur le rail**

Tous les groupes mesurent les distances parcourues par la boule indiquées par la marque sur le rail et essaient de remplir le tableau. Devant cette tâche vue par le professeur comme simple et isolée, certains élèves mesurent la distance entre les clochettes et non depuis la position zéro de la boule. De plus, remplir la case d_0 n'est pas très évident pour certains élèves.

➤ Synthèse en classe (par le prof de maths) expression algébrique de d

Le professeur resitue l'expérience faite en classe (deux jours se sont écoulés) et demande aux élèves ce qu'on peut déduire du fait que les clochettes ne tintent pas régulièrement lorsqu'elles sont régulièrement espacées. Elle commence une phrase : « la distance n'est donc pas... » et attend que les élèves la complètent. Un élève répond « égale ». Le professeur répond que ce n'est pas égal qu'il lui faut.

Le professeur reprend « si en mettant les clochettes régulièrement le son accélère, ça veut dire que la distance par rapport au temps... ? » et une élève termine « elle n'est pas proportionnelle ». Le professeur valide puis ajoute que ce n'est pas une fonction affine. Le professeur va un peu trop vite et aurait du parler de fonction linéaire plutôt ! Car dans les connaissances disponibles des élèves il y a le lien direct entre proportionnalité et fonction linéaire. Cependant le professeur a raison, car le fait que deux grandeurs évoluent régulièrement l'une en fonction de l'autre ne signifie pas nécessairement qu'il y a proportionnalité entre ces deux grandeurs ; mais on peut se demander si cette phrase ne va pas introduire une confusion entre linéarité et fonction affine.

Dans cette synthèse et comme dans les séances en groupe (et nous ajouterions même comme dans le texte de Galilée !), on passe trop rapidement de distance entre clochettes à distance depuis le départ (idem pour le temps) et inversement. Les élèves peuvent avoir du mal avec cela, c'est une réelle difficulté. Le professeur n'ayant pas visionné les vidéos du mardi précédent n'a pas pu rectifier l'erreur de raisonnement présente chez beaucoup d'élèves. Le texte, ici, n'a pas pu être un levier à la compréhension et n'a pas aidé non plus le professeur !!

Ensuite le professeur remplit le tableau sous la dictée d'un élève. Elle explique que tous les groupes n'ont pas les mêmes valeurs mais c'est juste lié aux petites erreurs de mesures et non aux erreurs de positions de clochettes puisque les élèves ont mesuré à partir des encoches faites par le professeur et cachées sur le côté du rail.

Remarque : si les élèves avaient pu obtenir leurs propres mesures, un travail intéressant aurait pu être mené en statistique (si chaque élève de chaque groupe avait mesuré nous aurions eu 30 mesures)

Le professeur fait dire aux élèves les valeurs qu'ils auraient dû obtenir si la distance était proportionnelle au temps, ce qui clarifie peut-être les choses pour des élèves qui n'auraient pas compris ce qui précédait.

Un élève dit que lorsqu'on lâche un objet, la vitesse est constante (on ne comprend pas bien ce qu'il dit) ; il réprécise sa pensée ensuite en expliquant qu'au bout d'un moment, la vitesse est constante. Le professeur dit que la vitesse augmente constamment (en réalité, lorsqu'on n'est pas dans le vide, il y a une vitesse limite). A aucun moment, le professeur ne redit que l'expérience réalisée est faite en négligeant les frottements de l'air, or les élèves ont déjà une expérience personnelle de la chute des corps qui ne colle pas forcément avec ce que dit le professeur. Notons que, pour pallier ce manque, le professeur a rectifié cette histoire de vitesse limite depuis la réalisation de cette séquence.

On s'aperçoit à plusieurs moments que la présence d'un professeur de physique aurait pu être à la fois utile pour des explications et pour les apprentissages en physique.

Un élève semble avoir remarqué que les nombres obtenus forment une suite logique : on augmente de 20 puis on augmente de 20 + 40. Il n'arrive pas vraiment à trouver. En fait c'est 20 fois la somme des premiers entiers impairs : 1×20 ; $(1 + 3) \times 20$; $(1 + 3 + 5) \times 20$; ... Le professeur souhaite passer à la lecture du texte et ne laisse pas les élèves réfléchir à ça dans un premier temps.

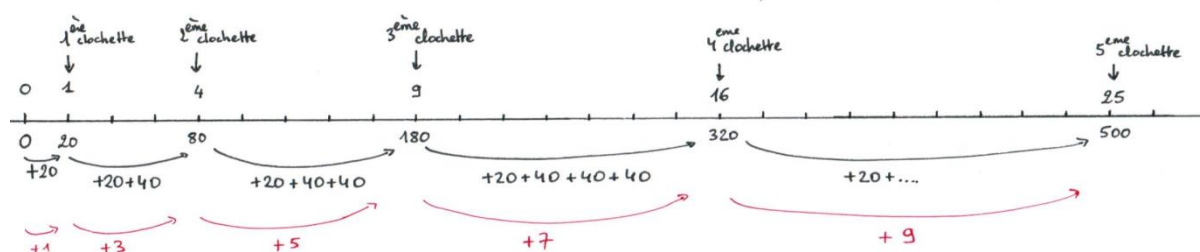
Vient donc le temps de la lecture du texte ; certains élèves en avaient déjà pris connaissances lors de l'expérience mais pas tous. Le professeur lit puis demande aux élèves pourquoi il a laissé une ligne vierge dans le tableau. Une élève répond tout de suite « pour le carré ». Elle ne dit pas le carré de quoi et le professeur demande

immédiatement aux élèves de lui donner les carrés des temps. Cela n'est peut-être pas évident pour les élèves car l'un d'eux pense devoir corriger ce qu'a annoncé le professeur et parle de distance parcourue.

Le professeur demande quelle relation on peut trouver entre les carrés du temps et la distance. Un élève dit à demi-mot « fois 20 ». Le professeur fait une flèche reliant la ligne carré du temps et distance et dit « c'est un tableau de ». Les élèves terminent alors la phrase facilement.

L'élève qui essayait de trouver une suite logique récidive avec plus de pertinence : on augmente de 20 puis de 20 + 40 puis de 20 + 40 + 40 puis de 20 + 40 + 40 + 40... Il précise à nouveau (à la demande du professeur) en expliquant que l'augmentation est toujours augmentée de 40 (soit 2×20 ce qu'on relie à l'augmentation de 2 entre des nombres impairs consécutifs). Cela donne une idée à un autre élève qui généralise et explique qu'« il y a plus simple, c'est 20 fois 1, 20 fois 3, 20 fois 5, il y a tous les nombres impairs » et qui ajoute que « c'est pareil 1 moins 0 ça fait 1, 4 moins 1 ça fait 3, 9 moins 4 ça fait 5, c'est la suite des nombres impairs ». Il aurait été peut-être intéressant de montrer l'extrait du texte de Galilée qui parle de la suite des nombres impairs. Il aurait été bon aussi de continuer cette discussion, car passer de la suite des carrés parfaits à la suite des nombres impairs est un exercice d'algèbre de niveau 3^{ème} à savoir que quelque soit x on a $(x+1)^2 - x^2 = 2x+1$.

Voici en résumé tout ce que les élèves ont remarqué lors de la synthèse :



Le professeur souhaite revenir à ses moutons, à savoir la formule. Elle montre t^2 et dit « vous faites fois 20 » et un élève propose immédiatement $20t^2$. Elle ajoute « vous venez de démontrer ce que Galilée a démontré, en vous aidant du texte et de l'expérience, que la distance est proportionnelle au carré du temps ». En fait les élèves n'ont rien démontré ils n'ont fait que généraliser à partir de 6 exemples. Un élève en fait la remarque et dit « on ne l'a pas démontré, on l'a juste constaté ». Pour cet élève les règles du débat mathématique semblent claires, on ne démontre pas une loi avec 6 exemples ! Son professeur de mathématiques lui a appris cette règle et tout à coup elle-même ne la respecte pas ! Un autre dit « Si ça se trouve, ce n'est pas ça » et effectivement, ce n'est vrai que dans le vide ! Mais il nous semble que l'élève voulait dire « si ça se trouve ce n'est pas ça et même dans le vide ». Cet élève s'interroge sur la légitimité de cette loi puisqu'on ne la « démontre » que par l'expérience. Il est vrai que même Galilée dit dans son texte « dans ces expériences répétées une bonne centaine de fois » !

Le professeur écrit que le coefficient de proportionnalité dépend de l'inclinaison du plan incliné. Un élève dit que ça dépend aussi de la distance à laquelle la première clochette a été placée. Il donne un exemple : « si on avait mis la clochette à 30, ça aurait tout changé ». Le professeur dit que l'élève a raison, que le coefficient dépend du placement de la première clochette ! Il est évident que si on avait mis la 1^{ère} clochette à 30 cm on aurait eu $d=30t^2$. Ici, il y a un gros malentendu entre les constantes désignées ! Le prof pensait (à tort) à la constante k dans $d=kt^2$ quand le temps t est en seconde ! N'oublions pas qu'ici le temps est mesuré en « tintement de clochettes » ! Si on augmente l'inclinaison du plan, la boule ira plus vite donc les tintements seront plus rapides mais la formule donnant la distance sera la même ! Ce qui désormais nous apparaît comme une évidence ne l'était pas au début. **Là encore, parce que tout cela est assez subtil et qu'il est difficile de réfléchir et de répondre rapidement au foisonnement d'idées que proposent en permanence les élèves (de très bon niveau et très intéressés) de cette classe, un professeur de physique aurait été bien utile !**

Sa présence aurait permis de décharger le professeur de mathématiques de questions qui touchent à la physique, questions auxquelles il ne répond peut-être pas comme son collègue le ferait, ce qui peut avoir des conséquences sur les apprentissages en physique. Avec son collègue à ses côtés, le professeur de mathématiques aurait pu mieux se concentrer sur les connaissances qu'il visait (« régularité » et fonction affine, proportionnalité, non proportionnalité, proportionnalité par rapport au carré) et prendre plus de recul par rapport au déroulement de la séance pour mieux permettre les apprentissages de ses élèves.

Pour éviter que la conclusion de l'activité ne concerne pas les mathématiques (alors qu'on est en cours de mathématiques et qu'on vise des connaissances mathématiques), le professeur insiste sur le fait que celles-ci modélisent souvent, comme c'est le cas ici, les phénomènes physiques. On évite ainsi la question légitime des élèves « Pourquoi travailler sur de la physique avec le professeur de mathématiques ? ». Bien sûr, la présence du professeur de physique aurait été plus logique et aurait pu permettre d'apporter des précisions plus claires sur les limites du modèle.

6. Alternatives

- Ne pas donner la solution, faire en sorte que chaque groupe réussisse à placer les clochettes (à l'oreille, en aidant un peu ?) et essayer d'obtenir la régression linéaire des mesures obtenues pour chaque groupe. L'objectif n'est pas le même et cela semble un peu compliqué à mettre en œuvre.
- Guider les élèves pendant les expériences. Ne pas leur demander de trouver à tout prix une loi mathématique (après tout comment en quelques minutes, ils pourraient par eux même trouver un résultat qui a été découvert dans un processus long) ; à un moment donné dire simplement « stop, c'est compliqué » et faire lire de manière très détaillée la phrase de Galilée pour qu'ils placent les clochettes suivant sa proposition. Ensuite reprendre la synthèse telle qu'elle a été faite en classe.
- Etudier le texte en classe avant l'expérience, mais celui-ci, s'il est bien compris, rend l'expérience facile et peu intéressante car elle n'est là que pour valider la loi.
- Et pour aller plus loin : faire l'expérience avec des billes de différentes masses sur le rail, assez lourdes quand même pour minimiser les frottements, pour montrer que la chute des corps ne dépend pas de la masse !

Document élève

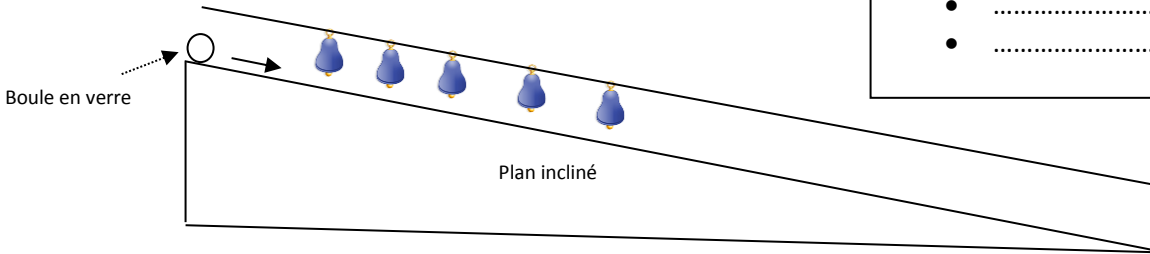
Expérience chute des corps : Galilée (1638)

Groupe n°.....

Noms :

-
-
-
-

A) Dispositif :



B) Expérience :

On suppose que lorsque la bille roule sur le plan incliné elle n'est soumise à aucune force de frottement.

- Placer les clochettes sur le fil pour que leur tintement soit régulier lorsque la boule passe dessous. Faire l'expérience autant de fois que nécessaire. Tendez bien l'oreille !

Faire éventuellement une remarque :

.....

.....

- Une fois les clochettes placées correctement (avec ou sans aide), remplir le tableau suivant en mesurant à l'aide du mètre mesureur.

Temps (en son de clochette)	$t_0 = 0$	$t_1 = 1$	$t_2 = 2$	$t_3 = 3$	$t_4 = 4$	$t_5 = 5$	t
Distances à mesurer (en.....)	$d_0 =$	$d_1 =$	$d_2 =$	$d_3 =$	$d_4 =$	$d_5 =$	

- La distance évolue en fonction du temps, mais comment ?

Voici pour vous aider (en plus de vos mesures) l'extrait d'un texte de Galilée provenant de son livre « Discours Concernant Deux Sciences Nouvelles » écrit en 1638.

[...] dans ces expériences répétées une bonne centaine de fois, nous avons toujours trouvé que les espaces parcourus étaient entre eux comme les carrés des temps, et cela quelle que soit l'inclinaison du plan, c'est-à-dire du canal, dans lequel on faisait descendre la boule.

[...]

Votre recherche :

.....

.....

.....

.....