

Auteurs : Yves Flandé(plus d'infos)

Résumé : [Module] - La première partie (3 séances) de ce module consiste à faire prendre conscience aux élèves qu'une mesure est entachée d'incertitude, la seconde (9 séances) consiste, après avoir construit un pendule simple, de faire émettre des hypothèses sur les paramètres susceptibles d'influer sur sa période et de les tester une à une en ne faisant varier que la valeur du paramètre à tester, tous les autres étant maintenus constants.

Objectif : - faire prendre conscience aux élèves qu'une mesure est entachée d'incertitude, que l'on ne peut pas en mesurant obtenir la VRAIE valeur, mais qu'il est possible, en faisant plusieurs mesures, d'obtenir une valeur moyenne qui ait un sens ; - faire construire un objet technique, un pendule simple, en définissant la procédure de chronométrage, c'est-à-dire les conditions les meilleures pour mesurer un intervalle de temps; - favoriser l'émergence d'hypothèses et élaborer des protocoles expérimentaux qui consistent à tester une hypothèse en ne faisant varier que le seul facteur que l'on veut tester, tous les autres étant maintenus constants.

Matériel:

Séquence de sensibilisation

Matériel :

- 6 métronomes à balancier
- 6 chronomètres
- éventuellement : montres-chronomètres portées par les enfants

Travail sur le pendule

- 7 potences
- fils de diamètre et nature différents
- lests variés

Copyright : Creative Commons France. Certains droits réservés.



Mesures de durées et tests d'hypothèses

Expérimenté par Viviane Boulègue et Catherine Lavergne

Sensibilisation à l'incertitude des mesures

Séances 1 et 2

Ces séances supposent que les enfants connaissent les unités légales de mesure du temps.

L'objectif de ces deux séances est de faire prendre conscience aux enfants qu'il existe des incertitudes sur les mesures, malgré tout le soin que l'on peut y apporter. Pour cela, l'objet de départ est un métronome (non électronique) qui bat le tempo. Tous les enfants sont unanimes : le métronome bat régulièrement et chacun pense que si l'on mesure l'intervalle de temps qui sépare deux " toc ", chacun devrait trouver la même valeur. Or, l'important ici est de faire constater que chacun trouve avec un chronomètre un résultat différent des autres et que, de plus, chaque enfant, s'il refait une autre fois lui-même la mesure, trouvera un résultat numérique différent de celui obtenu lors de la première mesure. Ainsi, les enfants sont sensibilisés au problème d'incertitude des mesures (inutile de prononcer le mot) et en viennent chacun à faire systématiquement deux mesures et ensuite, à prendre, pour le groupe, la valeur moyenne de toutes les mesures obtenues (c'est l'occasion, si cela n'a pas été fait auparavant, d'introduire la notion de moyenne).

- Séance 1

Durée 60 minutes

Matériel pour les deux séances : 6 métronomes à balancier, 6 chronomètres (remarque : certains enfants ont des montres chronos très utiles).

Phase 1 : présentation des métronomes et des chronomètres

Question : connaissez-vous ces objets, quand et comment les utilise-t-on ?

Discussion de toute la classe

Phase 2 : travail en alternant groupes et collectif. Il s'agit de se mettre d'accord sur les conditions de mesurage (un aller seul ou bien plusieurs allers-retours, départ à un " toc " ou lorsque la tige du métronome passe par la position verticale, comment compter : on commence par 0 ou par 1 ? etc.)

Manipulation par groupe (6 groupes) et comparaison des procédures mises en uvre en insistant sur leurs avantages et leurs inconvénients. L'objectif est d'arriver à définir, pour chaque mesure de durée, un mode opératoire adapté, en choisissant de mesurer la durée d'un nombre important d'allers-retours du balancier, par exemple 10.

- Séance 2

Durée 60 minutes

Phase 1 : mesures de 10 allers-retours en respectant le mode opératoire défini à la séance 1. Travail en groupes. Mesures et relevé des résultats.

Phase 2 : analyse des résultats de mesure.

Mot du maître : C'est au cours de cette partie que les enfants sont amenés à discuter entre eux et qu'ils constatent, au sein d'un même groupe, entre les différents groupes et pour un même manipulateur, la non constance des résultats obtenus lors de la mesure de la durée de 10 allers-retours. Ceci aboutit à la prise en compte par les enfants de la nécessité de faire plusieurs mesures et de calculer ensuite la valeur moyenne. Par la suite, chacun fera au moins deux fois la mesure et la valeur moyenne sera calculée à partir de l'ensemble des valeurs obtenues dans le groupe.

Travail sur le pendule

- Séance 1

- Séance 2

- Séance 3

Chronométrage, comparaison des résultats et émission d'hypothèses sur les facteurs pouvant rendre compte des valeurs différentes obtenues pour la durée de 10 allers-retours.

Durée 60 minutes

Matériel : le même que précédemment

Phase 1 : le mode opératoire ayant été défini collectivement à la séance précédente, chaque groupe mesure la durée de 10 allers-retours.

Phase 2 : comparaison des résultats.

Les enfants, ayant construit des pendules de longueur différente, obtiennent des valeurs différentes pour la durée de dix allers-retours (la période d'un tel pendule - lest lourd et de faibles dimensions et pour un angle de lâcher donné et inférieur à 30°, ne dépend que de sa longueur). Comme chaque enfant a mesuré deux fois cette durée et que chaque groupe a calculé la valeur moyenne, les enfants obtiennent des valeurs différentes et en viennent à se demander de quoi dépend cette durée, d'où la phase suivante.

phase 3 : émission d'hypothèses sur les facteurs dont peut dépendre cette durée.

Les enfants travaillent tout d'abord individuellement et inscrivent leurs hypothèses sur leur cahier, hypothèses ensuite regroupées au niveau de la classe.

- Séance 4

Elaboration de protocoles expérimentaux individuels pour tester les hypothèses émises lors de la séance précédente.

Durée : 20 minutes

Consigne : proposer par écrit une ou des expériences qui permettraient de savoir si cette ou ces hypothèses sont vraies ou fausses.

Mot du maître : selon l'avancement des élèves par rapport à cette démarche expérimentale, donner à chaque élève une ou deux hypothèses à tester. Les hypothèses généralement émises à ce niveau du module portent sur la longueur, l'épaisseur et la nature du fil, sur la nature et la masse du lest et sur l'angle de lâcher.

- Séance 5

Confrontation des protocoles individuels et élaboration de protocoles de groupe.

Durée 60 minutes

Phase 1 : Analyse des protocoles individuels

Pour cela, les élèves sont regroupés en petits groupes de 4 ou 5 élèves, chaque groupe analysant les protocoles correspondant à la même hypothèse.

Phase 2 : Chaque groupe propose un protocole expérimental correspondant à l'hypothèse sur laquelle il a déjà travaillé, puis, selon l'avancement, un groupe peut proposer un autre protocole pour tester une autre hypothèse.

- Séance 6

Confrontation des protocoles de groupe et nouvelle élaboration de protocoles

Durée : 60 minutes

Collectivement, les protocoles élaborés par chaque groupe sont analysés et chaque groupe élabore à nouveau des protocoles.

Mot du maître : ces trois séances précédentes peuvent paraître très longues, voire trop longues. En fait, il n'en est rien, car c'est au cours de ces séances que les élèves commencent à prendre conscience du problème sous-jacent, c'est à dire se rendre compte d'un côté que pour savoir si la durée de 10 allers-retours dépend de l'épaisseur du fil, il faut nécessairement faire au moins deux expériences pour comparer et de l'autre, qu'il est indispensable de ne faire varier qu'un seul paramètre à la fois, les autres étant maintenus constants.

- Séance 7

Expérimentation

Durée : 60 minutes

Matériel : une potence et un chronomètre pour chaque groupe, les bobines de fil et lests étant toujours disponibles dans un coin de la classe.

Mot du maître : pour permettre une confrontation des résultats obtenus, il est souhaitable que deux groupes au moins testent la même hypothèse.

Durant cette séance, les enfants construisent leurs pendules, mesurent la durée de dix allers-retours et relèvent leurs résultats.

- Séance 8

Analyse des résultats obtenus

Durée 60 minutes

Confrontation collective des résultats.

La question est alors de savoir si les expériences réalisées permettent d'arriver à des conclusions. Il peut alors apparaître la nécessité de refaire des expériences (séance 7), voire d'émettre de nouvelles hypothèses (séance 5).

Mot du maître : la classe a imaginé que la durée de dix allers-retours pouvait dépendre de la masse du lest. Certains élèves ont remarqué qu'il fallait dissocier masse et volume, ce qui les a conduit à faire des expériences d'un côté avec des lests de même volume et de masse différente et de l'autre avec des lests de même masse et de volume différent.

- Séance 9

Evaluation

Cette évaluation consiste à demander à chaque élève soit de critiquer des protocoles expérimentaux fournis, soit d'en élaborer sur un thème déjà étudié, comme, par exemple, l'évaporation.

Mot du maître : Il est difficile pour les élèves de construire un protocole dans lequel deux manipulations (conduisant chacune à une mesure) au moins sont prévues et pour lesquelles seule la grandeur correspondant à l'hypothèse testée varie, alors que les autres facteurs sont maintenus constants.

Illustrons ceci par quelques exemples :

1- Exemple de protocole où l'élève ne propose qu'une manipulation (on ne peut donc rien en déduire, puisqu'il n'y a pas d'expérience témoin qui permettrait de comparer)

Présentation à la classe d'un pendule réalisé par le maître et construction d'un pendule par groupe d'élèves.

Durée : 60 minutes

Matériel : 7 potences (éventuellement de hauteurs différentes), plusieurs fils de diamètre et de nature différents (bobines de fil de pêche, fil de cordage de raquette, ficelle de cuisine, etc.) et lests variés (masses marquées en fonte avec anneau, écrous en acier de tailles différentes, etc.)

Phase 1 : présentation d'un pendule construit par le maître

Consigne 1 : décrire cet objet appelé pendule

Echanges oraux enfant-enfant et enfant-maître avec, en particulier, apport de vocabulaire (c'est à dire potence, support, lest, pendule, etc.)

Consigne 2 : individuellement, faire un schéma du pendule

Schématisation individuelle puis institutionnalisation au tableau

Phase 2 : construction par les enfants d'un pendule par groupe (les enfants choisissent parmi le matériel mis à disposition ce qu'ils veulent : aucune directive n'est donnée. Ainsi, un groupe peut choisir une longueur de fil très différente de celle choisie par un autre groupe, etc.). Détermination de la procédure de mesurage

Durée 60 minutes

Matériel : le même que précédemment plus des feuilles grand format pour noter les résultats de mesure.

Phase 1 : les enfants chronomètrent la durée de dix allers-retours (ou plus, mais le nombre doit être le même pour toute la classe. Il s'agit d'un réinvestissement de la séance sur le métronome).

Phase 2 : analyse des résultats obtenus et mise en évidence des conditions de chronométrage. Cette séance aboutit à la définition du mode opératoire (lâcher et non lancer du lest, fil tendu, choix d'un angle pour le lâcher (entre 30 et 45°), etc.).

Mot du maître : si les lests ont des masses trop importantes et si les angles, par rapport à la verticale de lâcher, sont supérieurs à 45°, les pendules deviennent instables.

	Expérience n°1	
matériel	Fil de 3 cm	Un poids
déroulement	Je mets mon fil à 45° et je le lâche pendant 10 battements et je prends le temps	
nature	Fil de pêche	
masse		100g

2- Exemple de protocole où l'élève garde tous les paramètres constants (on ne peut donc à nouveau rien en déduire)

La nature de l'objet	Masse de l'objet	La nature du fil	La longueur du fil	Durée des 10 AR avec l'angle B en s
Fonte	200g	Fil de pêche 0,16	51cm	13,60
Fonte	200g	Fil de pêche 0,16	51cm	13,44
Fonte	200g	Fil de pêche 0,16	51cm	14,01

3- Exemple de protocole où plusieurs facteurs varient, cas très fréquent (on ne peut donc à nouveau rien à déduire).

	Fil		Objet	
	Nature	Longueur	Nature	Masse
Pendule 1	Fil de pêche	45 cm	fonte	20 g
Pendule 2	"	43,2 cm	"	50 g
Pendule 3	"	41 cm	"	200 g
Pendule 4	Ficelle	28 cm	"	100 g

4- Exemple de protocoles où un seul facteur varie, les autres étant maintenus constants (on pourra donc en principe savoir si la durée de 10 allers-retours dépend ou non de la masse de l'objet).

	Nature du fil ou ficelle	épaisseur	longueur	Masse de l'objet	Matière de l'objet
Pendule n°1	Ficelle (coton)	1 mm	40 cm	200 g	fonte
Pendule n°2	Ficelle (coton)	1 mm	40 cm	100 g	fonte
Pendule n°3	Ficelle (coton)	1 mm	40 cm	50 g	fonte

C'est au cours des séances 4 à 6 que l'on peut introduire des tableaux afin d'apprendre aux élèves à les lire, puis demander de les analyser et enfin leur demander de présenter leurs propres protocoles sous forme de tableaux (cf. les exemples cités plus haut). Cependant, il faut savoir que cela n'est pas facile. En effet, les élèves arrivent assez facilement à lire un tableau et sont à même, par exemple, de dire que dans le dernier tableau, il y a une colonne pour la nature du fil, une colonne pour l'épaisseur, etc. mais ils ont quelques difficultés à analyser ce tableau et à déduire de cette lecture la ou les hypothèses testées (par exemple, dans le tableau de l'exemple 2 être à même de dire que l'on ne sait pas quelle hypothèse est testée, ou bien dire dans le tableau de l'exemple 4 que l'on souhaite savoir si la masse du lest influence ou non la durée de 10 allers-retours ou encore s'apercevoir que deux facteurs varient en même temps comme dans l'exemple 3). Ils ont cependant encore plus de mal à construire, sous forme de tableaux, un protocole dans lequel apparaît clairement qu'un seul paramètre varie (celui que l'on souhaite tester) alors que les autres sont maintenus constants. Ceci peut être l'occasion d'un apprentissage général qui leur sera utile par ailleurs.