

## Chapitre 3 : Mesurer

Le chapitre 2 a permis de familiariser les élèves avec les puissances de 10, les ordres de grandeurs, les changements d'échelle et quelques calculs à partir d'une relation entre grandeurs (distance, temps, vitesse...). Dans ce premier chapitre, quelques mesures de distances ont également été effectuées, mais sans réflexion spécifique autour de ces mesures. Dans ce chapitre 3, il s'agit d'aborder explicitement cette technique fondamentale en sciences expérimentales : définition de la mesure et introduction de la précision.

**Durée** : compter 2 semaines pour l'ensemble de la partie, exercices et évaluation compris. **Les exercices et les évaluations restent pour l'instant à la charge de l'enseignant.**

### **Activité 1 : Interprétation de mesures de la masse d'une pomme**

#### **Durée**

Environ 45 min, corrigé compris.

#### **But**

Donner du sens et légitimer la notion de chiffre significatif.

#### **Information pour la préparation de l'activité**

Il est préférable, mais pas indispensable, de disposer d'un pèse-personne et d'une balance de cuisine. Idem pour la dernière expérience de l'activité (mesure du volume avec l'éprouvette). On aura intérêt à choisir une pomme (ou un autre fruit) de taille pas trop grande pour qu'elle puisse rentrer dans une éprouvette (prendre l'éprouvette la plus grande possible du lycée).

Cette activité peut éventuellement être menée en classe entière.

La question 7, qui illustre les règles concernant le nombre de chiffres significatifs d'un résultat d'un calcul, peut être considérée facultative ou donnée comme exercice à la maison.

#### **Commentaires sur le savoir à enseigner et informations sur le contenu disciplinaire**

L'idée de cette activité est de justifier, à partir d'un exemple, l'usage par le physicien de la notion de chiffres significatifs, dont le sens est intimement lié à la mesure. Il est essentiel que l'élève puisse comprendre qu'une même écriture d'un nombre n'a pas la même signification selon le contexte : math, physique, vie quotidienne. En physique, l'écriture du nombre est généralement reliée à une mesure (et à sa précision) ou indique la précision des données dont on dispose.

#### **Informations sur le comportement des élèves et sur la façon de prendre en compte leurs difficultés**

Globalement cette activité ne pose pas trop de difficultés aux élèves. Très peu d'élèves essaient d'anticiper les "pièges" (1<sup>ère</sup> question en particulier).

La réponse à la question 3 pour le mathématicien pose parfois problème aux élèves et il peut être intéressant de ne pas répondre pendant la séance et de leur demander de poser la question au collègue de math.

#### **Corrigé**

1. Généralement, les élèves indiquent 200g. Même les élèves qui perçoivent le "piège" jouent facilement le jeu de la réponse "attendue".
2. Avec le pèse-personne, la précision est trop faible pour connaître la valeur au gramme près. Le pèse-personne "arrondit" à la centaine de grammes la plus proche.
3. - pour un physicien ? non, les deux valeurs renvoient à des précisions différentes. 0,2 indique une valeur comprise entre 0,15 et 0,25, 0,200 indique une valeur entre 0,1995 et 0,2005.

- pour un mathématicien ? oui ??( occasion d'en discuter avec le collègue de math pour harmoniser les discours)

- dans la vie de tous les jours ? oui.

4. a. 3 chiffres significatifs (ce n'est ni 169, ni 171). b. Le zéro est significatif s'il ne se trouve pas à gauche du premier chiffre non nul (par exemple dans 0,2 il ne l'est pas). c. 0,2 kg également.

5.

155 g	161 g	148 g	130 g	202 g
0,2 kg	0,2 kg	0,1 kg	0,1 kg	0,2 kg

b. Pour le physicien, la masse de la quatrième pomme est 0,130 kg.

6. Lorsque le pèse personne affiche 0,2 kg, on peut affirmer que la masse de l'objet est comprise entre 0,15 kg et 0,25 kg. Si le pèse personne affiche 5,7 kg, la masse est comprise entre 5,65 kg et 5,75 kg.

La précision du pèse personne est du dixième de kg.

7.

a. masse volumique de la pomme  $\rho = 0,186/0,22 = 0,85 \text{ kg.L}^{-1}$ .

b. Avec le pèse-personne,  $\rho = 0,2/0,17 = 0,9 \text{ kg.L}^{-1}$

c. Enoncé 4 du modèle de la mesure : Une valeur calculée s'écrit avec un nombre de chiffres significatifs cohérent avec les données : le résultat d'une multiplication ou d'une division ne doit pas avoir plus de chiffres significatifs que **la donnée qui en comporte le moins**.

## **Activité 2 : Mesurer avec des outils différents**

### **Durée**

Au minimum 45 min, corrigé compris.

### **But**

Faire prendre conscience de quelques critères à prendre en compte pour faire d'un outil un instrument de mesure :

- outil dont les dimensions ne peuvent pas changer dans le temps (notion d'étalon stable dans le temps)
- outil qui permet de rendre les mesures communicables (d'où la nécessité d'une étalon commun...)
- outil dont les dimensions sont en accord avec les dimensions à mesurer.

Écrire un résultat de mesure avec un nombre de chiffres significatifs en accord avec la précision de l'instrument.

### **Information pour la préparation de l'activité**

L'élastique doit faire environ 10 cm (de l'élastique de couture convient bien).

Le bout de ficelle ou la cale doivent mesurer quelques cm.

Si possible, prendre des vis toutes identiques.

### **Commentaires sur le savoir à enseigner et informations sur le contenu disciplinaire**

Cette activité vise à donner du sens à la notion d'étalon, même si le mot n'est pas prononcé ici. L'activité légitime l'usage d'un étalon pour faire une mesure.

Plus généralement, le savoir à enseigner sur la mesure se met en place progressivement au cours de cette activité. Ce savoir est rarement voire jamais explicité aux élèves alors que la mesure constitue une activité essentielle du physicien... et de l'élève dans les années qui vont suivre. Le modèle de la mesure, qui explicite ensuite ce savoir, n'en a que plus d'intérêt.

### **Informations sur le comportement des élèves et sur la façon de prendre en compte leurs difficultés**

Les élèves sont très inventifs pour mesurer des distances avec des outils non adaptés. Il plie la ficelle en plusieurs morceaux pour « créer » des sous divisions (  $\frac{1}{2}$  ficelle,  $\frac{1}{4}$  de ficelle etc) l'élastique est aussi utilisé en l'adaptant à la situation (on l'étire pour une grande longueur à mesurer mais on ne l'étire pas

pour des petites longueurs), le Palmer permet aussi de mesurer la profondeur de la table on donnant cette distance en nombre de Palmer (13 Palmer et 1,253 cm par exemple). Il faut intervenir le moins possible pendant les mesures afin de laisser le maximum de techniques de mesure se développer dans la salle (tout en insistant sur le respect strict des consignes du texte), leur discussion pour compléter la question 2 entraîne souvent la mise en place de règles sur la mesure proches de celles du modèle fourni par la suite.

## Corrigé

- 1.
- 2.
3. L'élastique ne sera jamais fiable car sa longueur est fonction des conditions d'utilisation.
4. Pour un objet donné, le nombre de chiffres significatifs dépend de la précision de l'instrument utilisé.
5. La dimension de l'objet mesuré doit être supérieure à 10 fois la plus petite graduation de l'instrument utilisé.

## **Activité 3 : Une petite histoire du mètre...**

### Durée

Environ 30 min, corrigé compris.

### But

Montrer l'évolution de la mesure dans l'histoire et l'intérêt du système métrique.

Revenir sur la notion d'étalon et fixer les conditions pour qu'une unité de mesure puisse être universelle.

### Information pour la préparation de l'activité

Disposer d'au moins un dictionnaire dans la salle (ou faire chercher à la maison si on veut gagner du temps)

### Commentaires sur le savoir à enseigner et informations sur le contenu disciplinaire

### Informations sur le comportement des élèves et sur la façon de prendre en compte leurs difficultés

Le vocabulaire du texte peut poser problème pour un grand nombre d'élèves d'où la nécessité de proposer l'utilisation en classe de dictionnaires (ou de donner ce texte à chercher à la maison).

Les questions sur les étalons différents entre nous et les anglo-saxons sont fréquentes.

## Corrigé

1. Les conditions qui permettent au mètre d'être considéré comme une unité de mesure partagée par tous : l'étalon doit être naturel, invariable, reproductible en tous temps et tous lieux et ne renferme rien de particulier à aucun peuple.
2. C'est la conférence générale des Poids et Mesures qui décide de l'adoption d'un étalon.
3. La vitesse de la lumière est une des constantes fondamentales de l'Univers. Définir le mètre à partir de cette constante fait du mètre un étalon qui respecte les conditions ci-dessus : en particulier, contrairement à l'objet "mètre-étalon", la vitesse de la lumière est invariable dans le temps, indépendante des conditions extérieures, et indépendante de tout pays (le mètre-étalon était entreposé en France, ce qui pouvait créer des tensions avec d'autres pays...).

## **Activité 4 : Utilisation du "modèle de la mesure"**

### Durée

Environ 15 min, corrigé compris.

## But

Cette activité très courte fait office de conclusion du chapitre. Elle permet d'expliciter les connaissances qui ont été construites au cours du chapitre au sujet de la mesure.

Il nous paraît important de distribuer pour cette fin de chapitre un document qui fait office de "modèle" au sens où il tente de définir la mesure, ses usages et ses caractéristiques en physique.

Pour que les élèves puissent donner du sens aux différents énoncés, on leur demande de les mettre en lien avec ce qu'ils viennent de faire au cours du chapitre.

## Information pour la préparation de l'activité

Rien de particulier à signaler. Il faut bien préciser que le § E sera traité dans le chapitre suivant.

## Commentaires sur le savoir à enseigner et informations sur le contenu disciplinaire

Nous rappelons ici notre choix de définir la mesure après avoir "défini" par l'exemple la notion de grandeur physique.

Ce modèle permet de proposer des énoncés courts et clairs sur des notions largement utilisées mais avec des contours souvent flous pour l'élève : unité, valeur, incertitude, précision...

## Informations sur le comportement des élèves et sur la façon de prendre en compte leurs difficultés

Si certains énoncés peuvent être difficiles à comprendre pour les élèves, il faut les rassurer en indiquant bien que certains énoncés seront d'autant mieux compris que l'année avancera. On peut à cet effet suggérer aux élèves de garder en permanence cette feuille dans leur classeur de physique. Il restera à l'enseignant la charge de penser à faire des liens entre certaines activités ultérieures et les énoncés tout au long de l'année...

## Corrigé

1. C'est l'énoncé 2 qui est en accord avec la réponse à la question 3.
2. L'activité 2 est bien adaptée.
- 3.

		Énoncés du modèle	N° des activités* dans lesquelles chaque point est illustré
A	Ce qu'est la mesure	1. Mesurer, c'est évaluer la valeur d'une grandeur en la comparant, à l'aide d'un appareil de mesure, à une valeur de référence.	1, 2, 3
		2. Une valeur de référence peut être choisie comme unité si elle fait référence à un objet ou un événement invariable dans le temps et dans l'espace.	2, 3
		3. Le résultat de la mesure d'une grandeur est une valeur : un nombre souvent accompagné d'une unité.	1, 2
B	Mesure et précision	4. La mesure de la valeur d'une grandeur n'est jamais exacte : il existe toujours une incertitude sur cette valeur.	1, 2
		5. La précision d'une mesure dépend de la précision de l'appareil de mesure utilisé.	1
		6. La valeur mesurée s'écrit avec un nombre de chiffres significatifs donné qui dépend de l'appareil de mesure.	1, 2
C	Choix de l'appareil	7. Si on peut choisir l'appareil de mesure, on a intérêt à tenir compte de l'ordre de grandeur de la valeur à mesurer et de la précision recherchée.	2
D	Valeur calculée	8. Une valeur calculée s'écrit avec un nombre de chiffres significatifs cohérent avec les données : le résultat d'une multiplication ou d'une division ne doit pas avoir plus de chiffres significatifs que la donnée qui en comporte le moins. 9. L'unité d'une valeur calculée se déduit des unités des valeurs utilisées dans le calcul.	1, 2