

# TD 1 Mesures

## Correction

Ce corrigé ne respecte pas la consigne concernant le nombre de pages. C'est avant tout un outil de formation qui ne saurait être considéré comme un corrigé modèle.

Cette séquence sur la mesure de durées est destinée à des élèves de Cours Moyen (cycle 3).

Le repérage dans le temps et l'espace n'est pas une chose simple pour les enfants. Ils doivent progressivement construire le concept de temps comme une grandeur mesurable. La plus grande difficulté est de faire la différence entre la durée qui sépare deux instants et la mesure d'une heure « à l'instant  $t$  ». L'analyse des objets techniques permettant de mesurer une durée ou de repérer l'heure facilite la différenciation de ces deux grandeurs.

### I. Analyse des documents

#### • Document 1

Ce document présente le principe de fabrication d'une horloge à eau ou clepsydre.

Cette clepsydre est constituée d'une bouteille en plastique transparent percée. Elle est posée sur deux règles placées sur une cuvette. Pour servir d'instrument de mesure, la bouteille doit être graduée. Ce document présente donc la clepsydre avant son étalonnage.

#### • Document 2

Ce document est constitué de trois photographies. Il présente des instruments de mesure : une clepsydre, un sablier et une horloge.

La clepsydre et le sablier sont des instruments très anciens servant à mesurer des durées. La clepsydre est un récipient gradué d'où s'écoule de l'eau. Dans un sablier, du sable s'écoule entre deux récipients identiques et mesure chaque fois la même durée.

#### • Document 3

Ce document présente le schéma d'un pendule. Il est constitué d'une bouteille en plastique remplie de sable, d'une règle, d'un fil auquel est suspendu un objet (un écrou ou une boule de pâte à modeler).

L'étude du pendule permet de comprendre le fonctionnement des montres et horloges à oscillations.

#### • Document 4

Ce document est une fiche de fabrication d'un sablier. Elle présente le matériel nécessaire ainsi que les étapes de fabrication du sablier.

#### • Document 5

Ce document est une fiche intitulée « Mesurer le temps » sur l'histoire des instruments de mesure du temps et des unités de mesure légales.

### II. Les programmes

Au cycle 1, les élèves ont découvert le temps qui passe :

- découverte des rythmes temporels : journée, saisons, année ;
- acquisition de systèmes simples de repérage du temps : jours de la semaine, quantième, mois, année ;
- organisation du passé proche et du passé lointain.

Au cycle 2, les élèves ont abordé le temps dans la vie des hommes :

- l'heure, la journée, la semaine, le mois, l'année ;
- rythmes naturels et mesure sociale du temps ;
- éléments de la vie quotidienne ;
- évocation de modes de vie plus anciens à partir d'images marquantes de l'histoire ou d'exemples significatifs ;
- mise en ordre chronologique.

Au cycle 3, les élèves travaillent sur la mesure du temps :

- unités de mesure ;
- principe de quelques méthodes de mesure : clepsydre, cadran solaire, sablier, appareils mécaniques et électroniques.

Ce thème fait partie des domaines « Le ciel et la Terre : mesure de durées et unités » et « Le monde construit par l'homme : recherche de solutions techniques ». La mesure de durées est un thème également travaillé en mathématiques, dans le domaine « Grandeurs et mesures ». Les compétences devant être acquises en fin de cycle sont :

- lire l'heure sur une montre à aiguilles ou une horloge ;
- connaître les unités de mesure des durées (année, mois, semaine, jour, heure, minute, seconde) et leurs relations.

La réalisation de mesures effectuées par des groupes d'élèves donne l'occasion de comparer les résultats et d'aborder la précision d'une mesure. Il n'est pas nécessaire d'introduire le terme d'incertitude et exclu d'utiliser le formalisme correspondant. On se contente, en liaison avec le travail en mathématiques sur les décimaux, de faire réfléchir au nombre de chiffres qu'il est raisonnable d'utiliser pour exprimer un résultat expérimental. La précision de la mesure et l'utilisation d'un chronomètre sont deux compétences qui doivent être maîtrisées en fin de cycle.

### III. Objectifs de la séquence

Avant cette séquence, les élèves ont découvert comment le mouvement apparent du soleil a permis de définir certaines unités du calendrier et de repérer les heures de la journée grâce au cadran solaire.

Les objectifs de cette séquence en terme de connaissances sont :

- connaître les principaux instruments permettant de se repérer dans le temps et de mesurer des durées ;
- prendre conscience de la notion de durée subjective et de durée objective ;
- construire et utiliser un instrument de mesure (clepsydre, sablier, pendule) pour distinguer ces notions de durées ;
- utiliser les unités de mesure légales.

Les objectifs de cette séquence en terme de savoir-faire sont :

- utiliser des objets techniques simples, des techniques de fabrication élémentaires ;
- comparer le fonctionnement de différents instruments de mesure du temps ;
- s'initier à quelques savoir-faire techniques ;
- construire un protocole d'expérimentation pour résoudre un questionnement.

### IV. Exemple de séquence de classe

La séquence proposée est composée de 5 séances de 30 à 45 minutes.

#### 1. Séance 1 : estimation de la durée d'un phénomène

L'objectif de cette séance est de prendre conscience de la notion de durée subjective et de durée objective.

##### • Situation de départ

L'enseignant fait écouter au groupe classe quatre plages sonores enregistrées de durées voisines (environ 1 minute). Elles sont choisies pour créer des sensations de durées différentes : musique lente, musique rapide, silence et histoire racontée.

L'enseignant demande aux élèves d'écouter et de ranger ces quatre plages sonores selon leur durée, de la plus courte à la plus longue, sans utiliser de montre.

Les élèves observent les objets et déduisent leur fonction globale : ils servent à mesurer le temps.

L'enseignant oriente leur attention sur le fait que certains objets permettent de mesurer des durées alors que d'autres servent à se repérer dans le temps. La notion de famille d'objets associée à la fonction d'usage apparaît.

L'enseignant demande à chaque groupe un classement des objets. Cette classification peut être chronologique ou technique. Une description précise des objets conduit à mettre en évidence les différences de fonctionnement : la notion de principe technique de fonctionnement apparaît.

##### • Synthèse

Les travaux de groupe sont mis en commun lors d'une phase collective. Elle permet de comparer les différentes propositions. A partir des différents classements, la classe adopte une forme de présentation de la trace écrite. Elle peut prendre, par exemple, la forme d'un tableau à double entrée.

##### • Rappel de la situation

L'enseignant rappelle les éléments de la 1<sup>ère</sup> séance : la difficulté d'estimer de façon objective la durée d'une plage sonore et la nécessité de construire un instrument fiable permettant d'obtenir des mesures objectives.

L'enseignant demande aux élèves de rassembler le matériel nécessaire pour la prochaine séance : bouteilles en plastique avec bouchon, adhésif, sable, sucre, sel, ...

#### 3. Séance 3 : construire des objets de mesure du temps

Les objectifs de cette séance sont :

- construire et utiliser des instruments pour mesurer une durée ;
- analyser les facteurs dont dépend la durée indiquée par les instruments.

##### • Réalisation des instruments

Les élèves proposent de construire des instruments pour effectuer le classement des plages sonores : pendule, clepsydre, sablier.

Par groupes de 4, les élèves fabriquent l'instrument de mesure de leur choix et s'en servent pour classer les quatre plages sonores de la plus courte à la plus longue.

##### • Recherche individuelle

L'enseignant fournit aux élèves un tableau qu'ils doivent compléter après écoute des plages sonores :

Plages sonores	Estimation personnelle de la durée	Estimations proposées par la classe		
1 - Musique lente				
2 - Musique rapide				
3 - Silence				
4 - Histoire racontée				

Chaque élève complète le tableau. Il procède à l'estimation et au classement des plages sonores.

##### • Mise en commun

Les estimations sont mises en commun et comparées. Cette comparaison fait prendre conscience aux élèves que chaque individu a sa propre sensation de la durée et qu'un instrument est nécessaire pour objectiver la mesure des durées. Le tableau est complété avec les estimations de la classe.

L'enseignant demande alors aux élèves de proposer des façons de mesurer la durée de ces plages sonores. La montre est toujours exclue.

Par exemple, les propositions possibles sont : compter régulièrement, marcher à allure régulière et mesurer la distance parcourue, construire un sablier, ...

Les deux premières propositions peuvent être testées avec le groupe classe. Ce test permet de mettre en évidence la non uniformité des échelles. La régularité du comptage ou de la marche est différente suivant les individus ou les différentes tentatives. La construction d'un instrument fiable permettant d'obtenir des mesures objectives est nécessaire.

#### 2. Séance 2 : les instruments de mesure du temps

L'objectif de cette séance est de comprendre les notions de principe technique et d'évolution technologique.

##### • Analyse

A partir de documents tels que le document 2 ou d'objets rapportés en classe, différents objets de mesure de durée et de repérage de l'heure peuvent être analysés par groupe de 4 élèves.

##### • Le pendule

L'étude du pendule permet de comprendre le fonctionnement des montres et horloges à oscillations. Un exemple de pendule est présenté par le document 3.

Les élèves peuvent également construire un pendule avec un fil suspendu à une table auquel est attaché un écrou ou une boîte de pellicule photo remplie de sable. Le fil est vertical. Si on écarte le fil de la verticale sans donner d'élan, il se met à se balancer.

Les élèves peuvent se demander si le balancement s'arrête seul ou si le balancement est régulier. L'enseignant leur propose d'étudier le mouvement constitué par un aller et retour (une oscillation). La durée d'un aller/retour du pendule ne dépend pas de l'amplitude au départ, ni de la masse de l'objet suspendu. Elle dépend de la longueur du pendule : plus il est long, plus la durée d'une oscillation est longue.

L'enseignant peut fournir une fiche sur le rythme du pendule aux élèves afin de les guider dans leur expérience.

Les élèves utilisent les oscillations du pendule pour mesurer les plages sonores et notent leurs résultats.

##### • Le sablier

Les élèves peuvent construire un sablier à partir de la fiche de fabrication du document 4.

Les élèves peuvent faire varier :

- la nature de la matière (sable, sucre, ...<sup>5</sup>) ;
- la quantité de matière ;
- la taille du trou permettant l'écoulement ;
- la forme des bouteilles.

Pour pouvoir comparer les modèles, il est important de ne faire varier qu'un seul paramètre à la fois :

- la durée d'écoulement du solide en grains dépend de la quantité de matière ;
- la durée d'écoulement varie aussi en fonction de la forme des flacons et de la grosseur du trou.

L'enseignant peut fournir une fiche sur le fonctionnement du sablier aux élèves afin de les guider dans leur expérience.

Les élèves utilisent la mesure du niveau de sable écoulé pour mesurer les plages sonores et notent leurs résultats.

#### • La clepsydre

Le matériel nécessaire est : une bouteille en plastique, un clou, une bande de papier, une cuvette, de l'eau et des règles.

Le document 1 présente un exemple de clepsydre pouvant être construite par les élèves. Pour l'étalonner, il faut coller une bande de papier sur le côté de la bouteille pour marquer les graduations. La bouteille est remplie jusqu'au niveau 0 de la graduation. On laisse ensuite l'eau couler et on trace toutes les 5 secondes, par exemple, un petit trait en face du niveau. La clepsydre est ainsi étalonnée et peut servir à mesurer des durées.

Lors de leur expérimentation, les élèves découvrent que la graduation d'une horloge à eau n'est pas régulière. En effet, au fur et à mesure que le niveau baisse, l'eau s'écoule de moins en moins vite. Les traits de la graduation sont de plus en plus rapprochés. En comparant les clepsydres fabriquées, les élèves pourront constater que la graduation obtenue dépend du récipient utilisé et de la grosseur du trou. Plus le trou est gros et plus le récipient est étroit, plus les traits de graduation sont espacés.

L'enseignant peut fournir une fiche sur la fabrication d'une clepsydre aux élèves afin de les guider dans leur expérience.

Les élèves utilisent la mesure du niveau d'eau pour mesurer les plages sonores et notent leurs résultats.

#### • Mise en commun

Les résultats sont mis en commun lors d'une phase collective. Chaque élève complète le tableau.

Plages sonores	Pendule (nombre d'allers/retours)	Sablier (mesure du niveau de sable en cm)	Clepsydre (mesure du niveau d'eau en cm)
1 - Musique lente			
2 - Musique rapide			
3 - Silence			
4 - Histoire racontée			

Les résultats sont analysés. Les élèves peuvent mettre en évidence :

- la vitesse d'écoulement est dépendante de nombreux facteurs pour le sablier et l'horloge à eau ;
- le ralentissement des oscillations du pendule ;
- la difficulté de mesurer des durées de façon fiable avec ces instruments.

#### • Mise en commun

Les résultats sont mis en commun lors d'une phase collective. Chaque élève complète le tableau.

Plages sonores	Montre à aiguille	Montre à affichage numérique	Chronomètre
1 - Musique lente			
2 - Musique rapide			
3 - Silence			
4 - Histoire racontée			

Les résultats sont comparés. Ils mettent en évidence l'utilisation des unités de mesure légales : minute, seconde, dixième, centième, suivant les instruments utilisés.

#### 5. Séance 5 : synthèse

Cette séance a pour objectif de faire une synthèse sur l'histoire des instruments de mesure du temps et des unités de mesure légales. Le document 5 peut servir de support à cette séance.

#### V. Compétences transversales

Le travail de groupe, les discussions et les débats collectifs exigent des élèves le sens de l'écoute, du respect de la parole et l'autre et de la coopération (éducation civique).

La maîtrise de la langue est travaillée à l'oral (communication, argumentation, explicitation, hypothèses) et à l'écrit (résultats expérimentaux, trace écrite).

Ce thème est également propice à l'utilisation de divers outils mathématiques en cours d'acquisition par les élèves.

#### VI. Prolongements

Cette séquence trouve des prolongements dans le thème « Le Ciel et la Terre » : astronomie : notion de temps universel, heure d'été de d'hiver, les fuseaux horaires. Elle peut également permettre un travail sur la transmission du mouvement à partir de la structure mécanique d'une horloge.

En histoire, elle peut permettre la prise en compte du temps dans l'histoire.

En liaison avec les mathématiques, on pourra sensibiliser les élèves au choix d'unités adoptées aux situations étudiées ainsi qu'à l'expression des résultats en accord avec la précision des mesures effectuées.

La classe met ainsi en évidence la nécessité d'utiliser des instruments fiables et précis (montres, chronomètres).

#### • Trace écrite

On peut mesurer le temps en repérant l'écoulement d'un liquide. Dans une horloge à eau (clepsydre), quand le niveau baisse dans le réservoir, l'eau coule moins vite. C'est pourquoi les traits de graduation se resserrent quand le niveau baisse.

On peut aussi mesurer une durée en repérant l'écoulement d'un solide en grains (principe du sablier). La durée d'écoulement dépend de la taille du trou, de la grosseur des grains, de la nature et de la quantité du solide utilisé (sable, sucre, semoule, riz, sel...).

On peut également compter les allers-retours d'un pendule. La durée des oscillations dépend de la longueur du pendule : plus il est long, plus la durée est longue.

#### 4. Séance 4 : utiliser les instruments actuels

Les objectifs de cette séance sont :

- découvrir que tous les instruments utilisés mesurent des durées (ce sont des chronomètres) et qu'ils peuvent devenir des horloges ;
- comparer le fonctionnement de différents instruments actuels de mesure du temps ;
- observer que les horloges à poids et à balancier, les montres à ressort ou à quartz sont des instruments à oscillateurs ;
- utiliser les unités de mesure légales.

#### • Situation initiale

L'enseignant rappelle les expériences réalisées lors de la séance précédente (sablier, clepsydre, pendule) et les conclusions exprimées pour le classement des plages sonores.

#### • Mesure de la durée

Par groupes de 4, les élèves mesurent la durée des plages sonores avec des instruments actuels fournis par l'enseignant : montres mécaniques ou à quartz (affichage numérique) et chronomètres. Ils notent leurs résultats.

En utilisant les montres, les élèves peuvent découvrir qu'elles peuvent devenir des horloges : ils peuvent trouver l'heure de fin de l'écoulement si l'instant du début et la durée de l'écoulement sont connus.