Guide d'enseignement efficace des mathématiques

de la 4^e à la 6^e année

Mesure

2010

appuyer chaque élève

Ontario

Le Guide d’enseignement efficace des mathématiques, de la 4e à la 6e année – Mesure comprend notamment une introduction, une description de la grande idée Sens de la mesure, ainsi qu’une situation d’apprentissage pour chaque année d’études au cycle moyen.

Guide d'enseignement efficace des mathématiques de la 4e à la 6e année

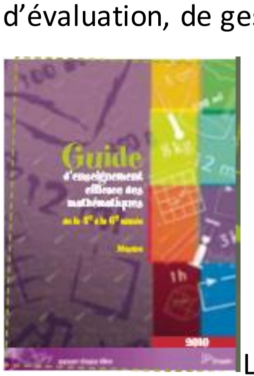
Mesure

Table des matières

Préface

Le document intitulé Enseigner et apprendre les mathématiques : Rapport de la Table ronde des experts en mathématiques de la 4e à la 6e année souligne que « l'enseignement joue un rôle central dans l'apprentissage et la compréhension des mathématiques chez les élèves du cycle moyen » (Ministère de l'Éducation de l'Ontario, 2004a, p. 35) et il en définit les principales composantes. Pour appuyer la mise en œuvre des recommandations présentées dans ce rapport, le ministère de l'Éducation de l'Ontario a entrepris l'élaboration d'une série de guides pédagogiques composée d'un guide principal et de guides d'accompagnement.

Le guide principal, publié en cinq fascicules et intitulé Guide d'enseignement efficace des mathématiques, de la maternelle à la 6e année (Ministère de l'Éducation de l'Ontario, 2006a), propose des stratégies précises pour l'élaboration d'un programme de mathématiques efficace et la création d'une communauté d'apprenants et d'apprenantes chez qui le raisonnement mathématique est développé et valorisé. Les stratégies portent essentiellement sur les grandes idées inhérentes aux attentes du programme-cadre de mathématiques (Ministère de l'Éducation de l'Ontario, 2005), sur la résolution de problèmes comme principal contexte d'apprentissage des mathématiques et sur la communication comme moyen de développement et d'expression de la pensée mathématique. Ce guide contient également des stratégies d'évaluation, de gestion de classe et de communication avec les parents[1].



Les guides d'accompagnement, rédigés par domaine en tenant compte des attentes et des contenus d'apprentissage du programme-cadre de mathématiques, suggèrent des applications pratiques des principes et des fondements présentés dans le guide principal. Ils sont conçus pour aider l'enseignant ou l'enseignante à s'approprier la pédagogie propre à chaque domaine mathématique afin d'améliorer le rendement des élèves en mathématiques.

Le guide principal et les guides d'accompagnement ont été élaborés en conformité avec la Politique d'aménagement linguistique de l'Ontario pour l'éducation en langue française (Ministère de l'Éducation de l'Ontario, 2004c) pour soutenir la réussite scolaire des élèves et appuyer le développement durable de la communauté scolaire de langue française de l'Ontario. Ils mettent l'accent, entre autres, sur des stratégies d'enseignement qui favorisent l'acquisition par chaque élève de compétences en communication orale.

1. Dans le présent document, parents désigne père, mère, tuteur et tutrice.

Introduction

Si la mesure s'avère une partie intégrante de nos vies, nous prenons rarement conscience de la variété des mesures auxquelles nous recourons. Au cours d'une journée typique, nous utilisons très peu de mesures précises (p. ex., 350 ml de jus d'orange, 3 g de céréales, 20 l d'essence), mais nous estimons continuellement (p. ex., circuler à 50 km/h, un trajet d'une demi-heure, environ 25 feuilles). Nous utilisons fréquemment des unités de mesure non conventionnelles telles que trois boîtes de conserve, une pincée de sel, long comme six voitures. Nous recourons à plusieurs mesures comparatives ainsi qu'à des mesures moyennes. (Wilson et Rowland, 1993, p. 171, traduction libre)

La mesure jalonne nos activités humaines et oriente, par le fait même, nos réflexions, nos décisions et notre perception du monde. Elle fait partie de nos activités quotidiennes à tel point que l'on en oublie la présence et l'importance. Ainsi, on se pose régulièrement des questions telles que « Cet objet peut-il passer par l'ouverture de la porte? », « Quelle boîte pourrait contenir tous ces objets? », « Laquelle de ces deux destinations est la plus près? », sans nécessairement penser que l'on fait alors appel à une mesure.

Dans toute situation, il est possible de mesurer différentes caractéristiques d'un objet. Il importe donc de préciser laquelle de ces caractéristiques, communément appelées attributs, fait l'objet d'une mesure. Voici quelques exemples d'attributs mesurables que l'on peut quantifier par diverses unités de mesure non conventionnelles et conventionnelles.

acuité visuelle

fréquence

précipitation

aire indice de rayons UV

profondeur

angle

intensité du son

superficie

capacité

longueur

taille

circonférence

masse

température

densité

pente

temps

distance

périmètre

vitesse

facteur de refroidissement

population

volume

Attribut : caractère particulier d'un être, d'une chose.

Le domaine Mesure est complexe et fait appel à des compétences qui vont au-delà de l'habileté à mesurer à l'aide d'un instrument de mesure tel qu'une règle, un cylindre gradué, un chronomètre ou un thermomètre. En effet, les élèves doivent aussi apprendre à reconnaître et à comprendre le sens des attributs mesurables d'un objet, à estimer leur grandeur et à les mesurer dans divers contextes afin que le vrai sens de la mesure puisse s'ancrer dans leurs expériences d'apprentissage, et qu'il les aide à résoudre divers problèmes de la vie courante et à prendre des décisions éclairées.

Enseignement Efficace de la Mesure

Dès les premières années d'école, on présente d'abord la mesure comme une comparaison (p. ex., plus long que, plus court que). Ensuite, au cours des années subséquentes, des concepts en mesure plus complexes se développent. Ces premiers concepts misent sur la compréhension des attributs longueur, aire et volume, et sur l'utilisation d'unités de mesure non conventionnelles pour mesurer et comparer. (Outhred, Mitchelmore, McPhail et Gould, 2003, p. 81, traduction libre)

L'enseignement du domaine Mesure au cycle moyen vise à développer la compréhension des élèves en matière de concepts, de relations et de procédures en mesure. Pour atteindre cet objectif, l'enseignant ou l'enseignante doit leur présenter des situations d'apprentissage authentiques qui favorisent le développement du sens de la mesure et l'acquisition de certaines habiletés essentielles en mesure.

Dans ce qui suit, on présente :

- le sens de la mesure;
- quatre habiletés mathématiques essentielles relatives à la mesure;
- le rôle de l'enseignant ou de l'enseignante dans le contexte d'un enseignement efficace en mesure.

Sens de la mesure

Certains élèves peuvent visuellement segmenter des distances et utiliser des stratégies telles que « partie d'un tout » pour déterminer des longueurs manquantes. Ils possèdent un « instrument de mesure interne ». Ce n'est pas une image statique; c'est plutôt un processus mental qui permet de se déplacer le long d'un objet, de le diviser et de compter les segments, même sur des trajets très complexes comme le périmètre de figures irrégulières. Ces élèves peuvent superposer cette « règle virtuelle » sur des objets et des formes géométriques (Steffe, 1991). Il s'agit d'un point critique dans leur développement du sens de la mesure. (Clements et Stephan, 2004, p. 306, traduction libre)

Dans un sens, mesurer c'est faire. Dans un autre, mesurer c'est imaginer certains attributs de son milieu tels que la longueur et le temps. (Lehrer, 2003, p. 179, traduction libre)

Chez certains élèves, le sens de la mesure semble inné, comme s'il s'agit d'un talent légué à la naissance. Cependant, les recherches démontrent que tous les élèves peuvent développer ce sens par l'entremise d'activités qui intègrent la manipulation de matériel concret et l'utilisation d'unités de mesure non conventionnelles et conventionnelles. Le développement du sens de la mesure dépasse l'apprentissage d'habiletés et de procédures relatives à l'acte de mesurer. Il constitue un cheminement structuré et organisé qui évolue et qui doit être adapté aux divers attributs mesurables d'un objet (voir Attributs, p. 39-43).

Buys et de Moor (2005, p. 29) soulignent que le but premier de l'enseignement en mesure est de développer le sens de la mesure et que pour atteindre ce but, l'enseignant ou l'enseignante doit amener les élèves :

- à reconnaître des situations quotidiennes qui font appel à la mesure;
- à développer l'habileté à distinguer différents attributs mesurables d'un objet et à déterminer à quelle situation les appliquer;
- à visualiser diverses unités de mesure reliées aux différents attributs;
- à employer correctement le vocabulaire relatif à la mesure.

L'élève qui a le sens de la mesure est donc capable, par exemple, d'estimer et de déterminer la longueur d'un objet en le comparant à un autre objet de longueur déterminée ou à une certaine unité de mesure conventionnelle.

Pour bien cerner la portée du sens de la mesure dans le processus de développement d'une compréhension des concepts, des relations et des procédures en mesure, il importe de s'attarder aux trois éléments suivants :

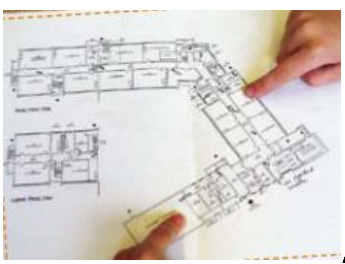
- le sens de l'espace;
- les repères;
- l'estimation.

Sens de l’espace

Le sens de l’espace est la conscience intuitive que l’on a de son environnement et des objets qui s’y trouvent. (Ministère de l’Éducation de l’Ontario, 2005, p. 9)

Bien que le sens de l’espace sous-tende l’apprentissage de concepts géométriques, il joue aussi un rôle déterminant dans le développement du sens de la mesure. Selon Piaget (cité dans Lehrer, 2003, p. 180), la compréhension de la mesure entraîne une restructuration mentale de l’espace et englobe ainsi de plus en plus de subdivisions de l’espace. Ces subdivisions se traduisent par une quantité, une mesure.

Selon Clements (1999, p. 73), le sens de l’espace des enfants comme celui des adultes dépend de cartes mentales qui ne ressemblent en rien à la photo d’une carte papier ou électronique. Elles sont formées de connaissances ou de caractéristiques personnelles et comportent différentes idées ainsi que divers processus qui peuvent s’organiser selon des schèmes de référence variés. Plus l’enfant est jeune, plus les liens entre les représentations sont vagues, ces représentations relevant davantage de l’ordre spatial que visuel.

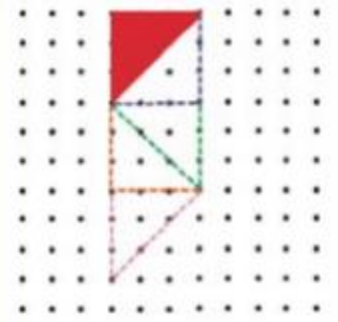


Afin de faire preuve d’un sens de l’espace, les élèves doivent posséder des habiletés spatiales, notamment l’orientation spatiale et la visualisation. Grâce à l’orientation spatiale, ils peuvent situer leur position par rapport à des objets ou à des points dans l’espace et peuvent se déplacer dans leur milieu. Ils comprennent et établissent des liens entre leurs différentes positions dans l’espace. Quant à la visualisation, elle leur permet de créer des images mentales, de les manipuler et de s’en servir pour faciliter la résolution de problèmes.

Le tableau ci-après résume la façon dont sont définies ces deux habiletés spatiales dans le contexte de mesure.

Habileté	Exemples en mesure
Orientation spatiale Habileté à se situer ou à situer des objets dans son espace physique immédiat, et à effectuer ou à décrire des déplacements dans cet espace.	• Décrire la position d’une personne ou d’une chose par rapport à une autre en utilisant des unités de mesure non conventionnelles ou conventionnelles (p. ex., « Mon

Habileté	Exemples en mesure
	ami demeure à environ 2 km de chez moi. C'est à 35 minutes de marche de l'école. »). • Situer divers objets en tenant compte de leurs dimensions et des distances entre eux (p. ex., construire une maquette d'un village en situant correctement ses éléments les uns par rapport aux autres). 
Visualisation Habileté à se former et à décrire une représentation mentale de lieux, d'objets à deux et à trois dimensions et de déplacements dans un espace bidimensionnel ou tridimensionnel.	• Utiliser l'image mentale d'un attribut d'un objet pour le situer ou le comparer à un autre (p. ex., utiliser l'image mentale de la hauteur d'un objet pour s'assurer qu'il peut être rangé sur une tablette d'une étagère). • Déplacer mentalement un objet par translations ou par rotations pour le comparer à un autre selon un attribut mesurable quelconque.

Habileté	Exemples en mesure
	

Repères

Les repères sont de puissants véhicules d'apprentissage des concepts en mesure et du développement du sens de la mesure. (Joram, 2003, p. 66, traduction libre)

En mesure, les repères sont des images mentales qui représentent des grandeurs ou des unités de mesure non conventionnelles ou conventionnelles selon des schèmes de référence donnés ou personnels. Si les repères peuvent varier d'une personne à l'autre, tous revêtent une signification particulière pour celui ou celle qui les utilisent pour estimer une mesure quelconque.

« À quoi penses-tu lorsque tu t'imagines une distance de 1 500 mètres? » (C'est presque 4 fois le tour de la piste de course de l'école secondaire voisine.)

Exemple

Pour un ou une élève, la longueur de son bâton de baseball devient un repère significatif pour estimer la mesure de divers objets familiers.

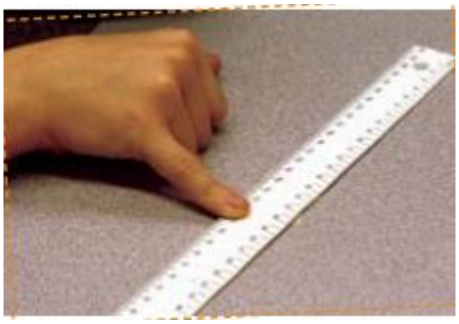
Progression en matière d'utilisation de repères

Au fil de leurs explorations en mesure, les élèves apprennent à faire une utilisation de plus en plus complexe et abstraite des repères. Selon Joram (2003, p. 65-66), cette progression est caractérisée par trois niveaux et l'enseignant ou l'enseignante doit aider les élèves à cheminer au travers de chacun d'eux.

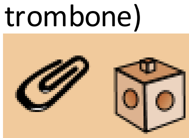
Au premier niveau, comme illustré dans l'exemple précédent, les élèves se servent d'objets ou de matériel de manipulation autant comme repères concrets que comme unités de mesure non conventionnelles. Cette utilisation de repères concrets est essentielle à la construction d'un repère au sens pur. Elle convient bien aux élèves des cycles préparatoire et primaire, alors que leur capacité à construire et à conserver des images mentales exactes est en développement. À ce niveau, les élèves peuvent aussi utiliser les repères concrets pour représenter des unités de mesure conventionnelles.

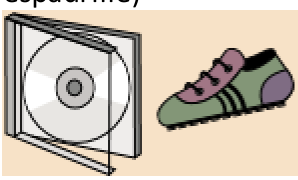
Exemple

Un ou une élève utilise la largeur de son auriculaire comme repère concret pour représenter un centimètre.



Si n'importe quel objet peut servir de repère concret, l'enseignant ou l'enseignante doit s'assurer que son utilisation est appropriée. Le tableau ci-après présente quelques exemples de repères concrets, leur avantage ainsi que certains points à considérer avant d'en proposer ou d'en accepter l'utilisation.

Repères concrets	Avantage	Points à considérer
Parties du corps (p. ex., main, pied) 	Elles sont à la disposition de tous les élèves en tout temps.	• Elles ne constituent pas toujours des repères concrets idéaux en raison de la variation de mesure résultant de la croissance des élèves.
Matériels de manipulation (p. ex., cube emboîtable, trombone) 	Ils s'obtiennent facilement en grande quantité et à un coût raisonnable.	• Ils ne devraient pas être les seuls repères concrets utilisés. • Puisqu'ils sont couramment utilisés pour mesurer plusieurs attributs (p. ex., longueur, aire, capacité), il est important d'indiquer quelle partie de l'objet est utilisée comme repère (p. ex., la longueur de la base d'un cube).

Repères concrets	Avantage	Points à considérer
		• Ils ne renvoient pas à un schème personnel ou à une expérience significative.
Objets personnels (p. ex., boîte de CD, bracelet, figurine, espadrille) 	Ils sont significatifs pour les élèves.	• Ils augmentent la possibilité que les élèves les utilisent couramment et qu'ils établissent des liens avec les unités de mesure conventionnelles. • Ils favorisent la création d'un ensemble d'images mentales qui serviront de repères personnels.

Au deuxième niveau, les élèves remplacent les repères concrets par des images mentales qu'ils utilisent comme référence pour estimer une mesure (p. ex., l'utilisation de l'image mentale de la largeur de l'auriculaire pour estimer une mesure en centimètres).

Exemple

Les images mentales des unités de mesure doivent s'intégrer à un système ordonné d'unités géré par des principes mathématiques. (Joram, 2003, p. 62,traduction libre)

À ce niveau, les élèves peuvent percevoir chaque unité comme un objet particulier, sans en comprendre pleinement le sens dans le cadre d'un système de mesure. Par exemple, l'élève perçoit que l'épaisseur du livre est de 4 cm, mais ne comprend pas que cette mesure équivaut à 0,04 m.

Au troisième niveau, les élèves intègrent les repères à un système de mesure, ce qui leur permet notamment d'établir des relations entre diverses unités de mesure conventionnelles d'un même attribut (p. ex., centimètre, décimètre, mètre) et de donner un sens aux stratégies de conversion entre ces unités (voir Relations entre des unités de mesure conventionnelles, p. 62-69).

Exemple

Un décimètre équivaut à dix centimètres.

Conception de repères

Puisque les repères sont essentiellement des images mentales, leur conception est intimement liée à l'habileté à visualiser (voir Habileté à visualiser, p. 20-22). Les élèves n'ont généralement pas trop de difficulté à concevoir des repères appropriés pour les attributs suivants :

- longueur (p. ex., image de la longueur d'un côté d'un petit cube emboîtable pour représenter 1 cm, de la largeur d'une porte pour représenter 1 m ou de la longueur de 2,5 tours de piste pour représenter 1 km);
- aire (p. ex., image de l'aire d'une face d'un petit cube emboîtable pour représenter 1 cm2);
- volume (p. ex., image du volume d'un petit cube emboîtable pour représenter 1 cm3);
- angle (p. ex., image de l'amplitude d'un angle droit pour représenter 90° ou de l'amplitude d'un angle plat pour représenter 180°). Note : Dans le programme-cadre de mathématiques (Ministère de l'Éducation de l'Ontario, 2005), les attentes et les contenus d'apprentissage liés à la mesure d'un angle font partie du domaine Géométrie et sens de l'espace.

Les élèves ont par contre plus de difficulté à concevoir des repères pour les attributs temps, masse, température et capacité. L'enseignant ou l'enseignante doit profiter de multiples occasions quotidiennes pour les aider à développer de tels repères.

Repères associés à l'attribut temps : Pour aider les élèves à concevoir des repères pour l'attribut temps, l'enseignant ou l'enseignante devrait d'abord les inciter à établir des repères en fonction de moments précis de la journée (p. ex., 12 h correspond à l'heure du dîner, 20 h correspond à l'heure du coucher). Ainsi, si les élèves notent par exemple que l'horloge de la classe indique 11 h, ils seront en mesure de donner un sens à cette mesure et conclure qu'il reste 1 heure avant le dîner.

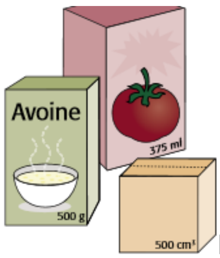
L’enseignant ou l’enseignante peut ensuite les inciter à établir des repères en fonction de la durée d’une activité (p. ex., 15 minutes correspondent à la durée de la récréation, 1 heure correspond à la durée de leur émission de télévision préférée). La situation d’apprentissage Top chrono (p. 143-156) propose une activité qui permet aux élèves de concevoir un repère correspondant à une seconde.

Repères associés à l’attribut masse : Selon Lindsay et Scott (2005, p. 3), il est très difficile de concevoir des repères pour l’attribut masse en raison de la différence entre l’acuité visuelle et l’acuité tactile. En effet, la vue permet généralement de reconnaître de très petites différences de longueur entre deux objets. Par contre, il est plutôt difficile, en soupesant deux objets, de discerner une petite différence de masse (p. ex., différence de moins de 100 g). L’enseignant ou l’enseignante doit fournir aux élèves de multiples occasions de soupeser divers objets pour les aider à concevoir des repères de masse (p. ex., un sac de sucre a une masse de 2 kg ou de 2 000 g).

Soulignons que le volume d’un objet influe parfois sur la perception que l’on peut avoir de sa masse. Ainsi, les élèves ont parfois l’impression qu’un objet de grand volume a nécessairement une plus grande masse qu’un objet de petit volume. Ceci n’est certes pas le cas si on compare, par exemple, la masse des deux objets sur la balance dans la photo ci-dessous.

De même, lorsque les élèves observent deux objets de même volume, certains ont l’impression qu’ils ont nécessairement la même masse. Il leur suffit de penser à deux boîtes de mêmes dimensions, l’une remplie de livres et l’autre remplie d’oreillers de plumes, pour comprendre qu’il n’en est rien.

Repères associés à l’attribut température : Les repères associés à l’attribut température dépendent aussi davantage du toucher que de la vue. Il est en effet généralement difficile de déterminer si un objet est chaud ou froid seulement en le regardant. C’est en touchant et en se référant à des expériences antérieures que les élèves peuvent conclure, par exemple, que tel objet est plus chaud ou plus froid que tel autre objet. L’enseignant ou l’enseignante devrait toutefois inciter les élèves à concevoir et à associer à des situations quotidiennes des repères tels que 0 °C (p. ex., l’eau gèle; il faut s’habiller chaudement) ou 20 °C (p. ex., il fait chaud; on peut jouer dehors sans manteau).



Repères associés à l’attribut capacité : La capacité fait référence à la quantité d’une substance qu’un emballage peut contenir. Il est parfois difficile pour les élèves de concevoir des repères pour cet attribut puisque la capacité d’un emballage peut s’exprimer en grammes (p. ex., capacité d’une boîte à céréales), en millilitres ou en litres (p. ex., capacité d’un contenant de jus) ou encore en centimètres cubes (p. ex., capacité d’une boîte d’emballage). Elle peut aussi s’exprimer en fonction du nombre d’objets identiques qu’un emballage peut contenir (p. ex., un contenant cylindrique qui a une capacité de 3 balles de tennis). Soulignons aussi que, puisque les liquides prennent la forme du contenant dans lequel ils sont placés, il est difficile de se faire une image mentale d’une capacité de 1 l ou de 1 ml sans tenir compte du contenant. L’enseignant ou l’enseignante peut inciter les élèves à utiliser divers articles que l’on retrouve à la maison afin de concevoir des repères pour l’attribut capacité (p. ex., sac de 1 l de lait, bouteille d’eau de 500 ml, boîte de 250 g de biscuits).

Estimation

Pour certains, estimer n'est rien de plus que deviner. […] Cependant, associer l'estimation au simple fait de deviner, c'est nier le raisonnement qui la sous-tend. Formuler une estimation précise requiert souvent le recours à des stratégies de résolution de problèmes complexes et à l'application judicieuse de principes mathématiques. (Hodgson, Simonsen, Luebeck et Andersen, 2003, p. 226, traduction libre)

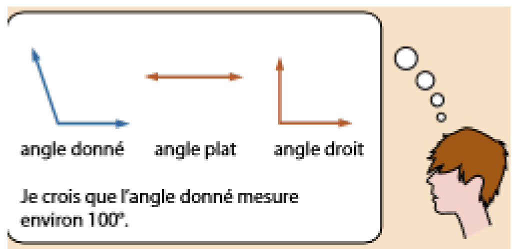
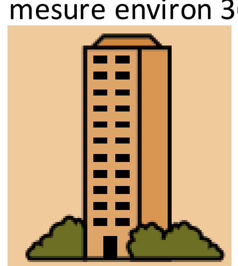
Les adultes, tout comme les élèves, doivent déterminer des grandeurs de façon approximative dans une variété de situations quotidiennes; autrement dit, ils doivent estimer (p. ex., estimer combien de temps il faut pour se rendre à un rendez-vous). En mesure, estimer est un processus fondé sur des renseignements visuels et sur des expériences antérieures qui permet de porter un jugement par rapport à la grandeur approximative d'un attribut quelconque (p. ex., longueur, aire, temps) sans recourir formellement à une stratégie de mesure.

Selon Van de Walle et Lovin (2008a, p. 296), il importe de faire de la place à l'estimation dans les activités de mesure parce que l'estimation :

- met l'accent sur l'attribut à mesurer (p. ex., pour estimer l'aire de la couverture d'un livre à l'aide de cartes à jouer ou de fiches, il faut d'abord penser à ce que signifie l'aire et ensuite, visualiser une façon d'utiliser les cartes ou les fiches comme unité de mesure d'aire);
- favorise la motivation intrinsèque (p. ex., les élèves veulent vérifier à quel point leur estimation est juste);
- permet de se familiariser avec les unités de mesure conventionnelles (p. ex., pour estimer la hauteur du gymnase en mètres, il faut concevoir un repère qui correspond à un mètre).

Aux cycles préparatoire et primaire, les élèves effectuent des estimations en utilisant principalement des unités de mesure non conventionnelles. Ils développent l'habileté à estimer en ayant recours à leurs sens (p. ex., comparer la masse de deux objets en les soupesant), à des sources secondaires de renseignements (p. ex., estimer la quantité de nouilles à faire cuire pour un repas en demandant à un ou une adulte une façon d'établir une portion) ou à leurs connaissances antérieures (p. ex., estimer le temps qu'il leur faudra pour courir le 200 mètres en se référant au temps qu'ils mettent pour courir le 100 mètres).

Au cycle moyen, les élèves doivent apprendre à utiliser diverses stratégies pour effectuer des estimations dans des situations de plus en plus complexes en utilisant à la fois des unités de mesure non conventionnelles et conventionnelles. Il importe donc que l'enseignant ou l'enseignante planifie des interventions et un enseignement formel axé sur des stratégies d'estimation particulières. Van de Walle et Lovin (2008a, p. 296-297) proposent l'enseignement de quatre stratégies d'estimation. Ces stratégies sont présentées dans le tableau suivant.

Stratégie	Exemple
Développer et utiliser des repères qui représentent des unités de mesure importantes Les élèves qui se sont constitué un répertoire de repères et qui les utilisent régulièrement réussissent à estimer avec plus d'efficacité et d'aisance. L'estimation de la mesure de l'attribut se fait en le comparant à un repère.	Pour estimer la mesure d'un angle donné, les élèves peuvent utiliser l'angle droit et l'angle plat comme repères. En superposant mentalement l'image de ces angles sur l'angle donné, ils peuvent conclure que sa mesure est beaucoup plus près de 90° que de 180°. Ils estiment alors que la mesure de l'angle donné est d'environ 100°. 
Décomposer l'objet en parties Dans certains contextes, il est plus facile d'estimer la grandeur d'un objet en estimant d'abord la grandeur plus petites sections facilement identifiables. L'estimation de la mesure de l'attribut correspond à la somme de la grandeur de chacune des sections (voir Additivité, p. 52-54).	Pour estimer la hauteur d'un édifice de 12 étages, les élèves peuvent d'abord estimer que la hauteur du premier étage est d'environ 3 m. En supposant que tous les étages ont la même hauteur, ils peuvent alors estimer que l'édifice mesure environ 36 m de hauteur. 
Utiliser des subdivisions Si l'objet à mesurer ne comporte pas d'éléments qui suggèrent une façon de le décomposer en parties, on peut d'abord le diviser mentalement ou concrètement en demis. On peut ensuite diviser une de ces moitiés à nouveau en demis et répéter ainsi le processus jusqu'à l'obtention d'une section dont on peut estimer la mesure.	Pour estimer l'aire d'une grande couverture, les élèves peuvent la plier en deux à répétition jusqu'à ce qu'ils obtiennent une surface de couverture relativement petite. Il leur suffit alors d'estimer l'aire de cette surface, puis de multiplier le résultat par le nombre de ces surfaces ainsi créées. 

<table>
<tr><th>Stratégie</th><th>Exemple</th></tr>
<tr><td></td><td>Note : Les élèves peuvent établir des liens avec le domaine Modélisation et algèbre et explorer la relation entre le nombre de plis et le nombre de surfaces créées en pliant, par exemple, une feuille de papier et en notant dans un tableau le nombre de surfaces identiques obtenues après chaque pli. Ils pourraient alors souligner que chaque fois qu'on ajoute un pli, le nombre de surfaces est doublé.
<table>
<tr><th>Nombre de plis</th><th>Nombre de surfaces</th></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td></tr>
<tr><td>2</td><td>4</td></tr>
<tr><td>3</td><td>8</td></tr>
<tr><td>4</td><td>16</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>Faire des itérations mentalement ou concrètement
L'itération (voir Itération, p. 44-46) désigne l'acte de placer, à plusieurs reprises et d'une manière ordonnée, une même unité de mesure de façon à déterminer la mesure d'un attribut quelconque. L'estimation de la mesure de l'attribut correspond au nombre de fois que l'unité est placée.</td><td>Pour estimer l'aire d'un carton en utilisant un papillon autocollant comme unité de mesure, les élèves peuvent tenter de visualiser le nombre de fois qu'un papillon peut-être placé sur le carton sans faire de chevauchements ni laisser d'espaces.
</td></tr>
</table>

Lorsque les élèves effectuent des activités d'estimation de façon régulière, ils se rendent compte qu'il n'y a pas qu'une seule stratégie efficace d'estimation. L'enseignant ou l'enseignante doit donc leur proposer de fréquentes activités d'estimation ayant trait aux attributs mesurables. Ces activités s'avèrent pertinentes si les élèves partagent, discutent, justifient et expliquent comment ils sont parvenus à leurs résultats. Les explications et justifications des estimations faites par les élèves permettent à l'enseignant ou à l'enseignante de connaître et même d'évaluer leur compréhension des concepts et des procédures en mesure.

Habiletés Relatives à la Mesure

Afin d'aider les élèves à développer une compréhension des concepts en mesure, l'enseignant ou l'enseignante doit leur proposer de nombreuses situations-problèmes qui font appel à la mesure et aux habiletés à visualiser, à résoudre une situation-problème, à raisonner et à communiquer.

Habileté à Visualiser

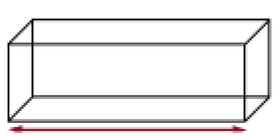
L'habileté à visualiser est un processus qui permet à l'élève de se représenter des concepts abstraits sous forme d'images mentales. Ces images lui permettent de manipuler les concepts, de les rendre signifiants et de se les approprier. (Small, 2006, p. 132, traduction libre)

L'habileté à visualiser correspond à la capacité de se faire une image mentale d'une situation ou d'un concept abstrait. En mesure, cette habileté est liée principalement à la capacité de se faire une image mentale :

- de certains attributs mesurables;
- de repères associés aux divers attributs.

Visualiser certains attributs mesurables : La capacité de se faire une image mentale de certains attributs mesurables aide les élèves à mieux en comprendre le sens. Au cycle moyen, les élèves doivent développer l'habileté à visualiser les attributs longueur, aire, volume, capacité et angle. En ce qui a trait aux attributs temps, masse et température, puisqu'ils ne représentent pas quelque chose qu'il est possible de voir ou d'illustrer, les élèves peuvent au mieux se faire une image mentale de quelques repères appropriés (voir Visualiser des repères, p. 22).

Pour l'attribut longueur, les élèves doivent visualiser un espace à une dimension, c'est-à-dire se faire une image mentale d'une ligne droite ou courbe. Par exemple, dans une situation où il est question de déterminer la longueur d'un prisme rectangulaire, ils doivent visualiser qu'il s'agit de déterminer la mesure de l'espace entre les extrémités gauche et droite du prisme.

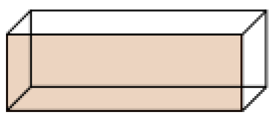


Les élèves doivent aussi reconnaître que dans certaines situations, l'attribut longueur peut prendre un autre nom, par exemple :

- la hauteur d'une montagne;
- la largeur d'un prisme;
- l'épaisseur d'un gâteau;
- la taille d'une personne;

- la profondeur d'un lac;
- le diamètre d'une roue;
- le périmètre d'une boîte;
- la circonférence d'un verre.

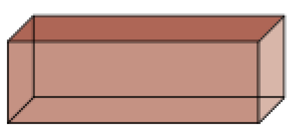
Pour l'attribut aire, les élèves doivent visualiser un espace à deux dimensions, c'est-à-dire se faire une image mentale d'une surface plane ou courbe. Par exemple, dans une situation où il est question de déterminer l'aire d'une des faces d'un prisme rectangulaire, ils doivent visualiser qu'il s'agit de déterminer la mesure de l'espace occupé par la surface de cette face.



Les élèves doivent aussi reconnaître que dans certaines situations, l'attribut aire peut prendre un autre nom, par exemple :

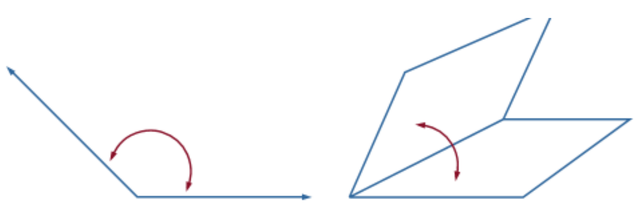
- l'étendue d'un terrain;
- la superficie d'une ville.

Pour les attributs volume et capacité, les élèves doivent visualiser un espace à trois dimensions, c'est-à-dire se faire une image mentale de l'espace qu'occupe un solide (volume) ou une image de l'espace intérieur d'un contenant (capacité). Par exemple, dans une situation où il est question de déterminer le volume d'un prisme rectangulaire, ils doivent visualiser qu'il s'agit de déterminer la mesure de l'espace occupé par tout le prisme.



Par contre, s'il est question de déterminer la capacité du prisme, ils doivent visualiser qu'il s'agit de déterminer la mesure de son espace intérieur.

Pour l'attribut angle, les élèves doivent d'abord se faire une image mentale de l'intersection de deux demi-droites ou de deux demi-plans, puis visualiser l'inclinaison que les « côtés » de l'angle ont l'un par rapport à l'autre. L'écart entre ces côtés correspond à la mesure de l'angle.



Visualiser des repères : La capacité de se faire une image mentale de certains repères associés aux attributs mesurables aide les élèves à estimer la grandeur d'un attribut ou à vérifier la vraisemblance d'un résultat obtenu à la suite de l'utilisation d'un instrument de mesure ou de l'application d'une formule. Par exemple, l'élève qui a retenu la largeur d'une porte comme repère pour représenter une mesure de 1 m peut l'utiliser pour estimer que la longueur du pupitre de l'enseignant ou de l'enseignante mesure environ 1,5 m. La section Conception de repères (p. 14-16) présente quelques exemples de repères que les élèves pourraient associer à chacun des attributs mesurables et qu'ils pourraient ensuite visualiser.

Habileté à Résoudre une Situation Problème

La résolution de problèmes focalise l'attention de l'élève sur ses idées ainsi que l'acquisition d'un sens mathématique. Résoudre des problèmes exige de réfléchir sur les idées mathématiques inhérentes aux problèmes. Ce faisant, les élèves ont plus de chances d'intégrer les idées émergentes aux idées existantes, ce qui améliore la compréhension. (Van de Walle et Lovin, 2008b, p. 14)

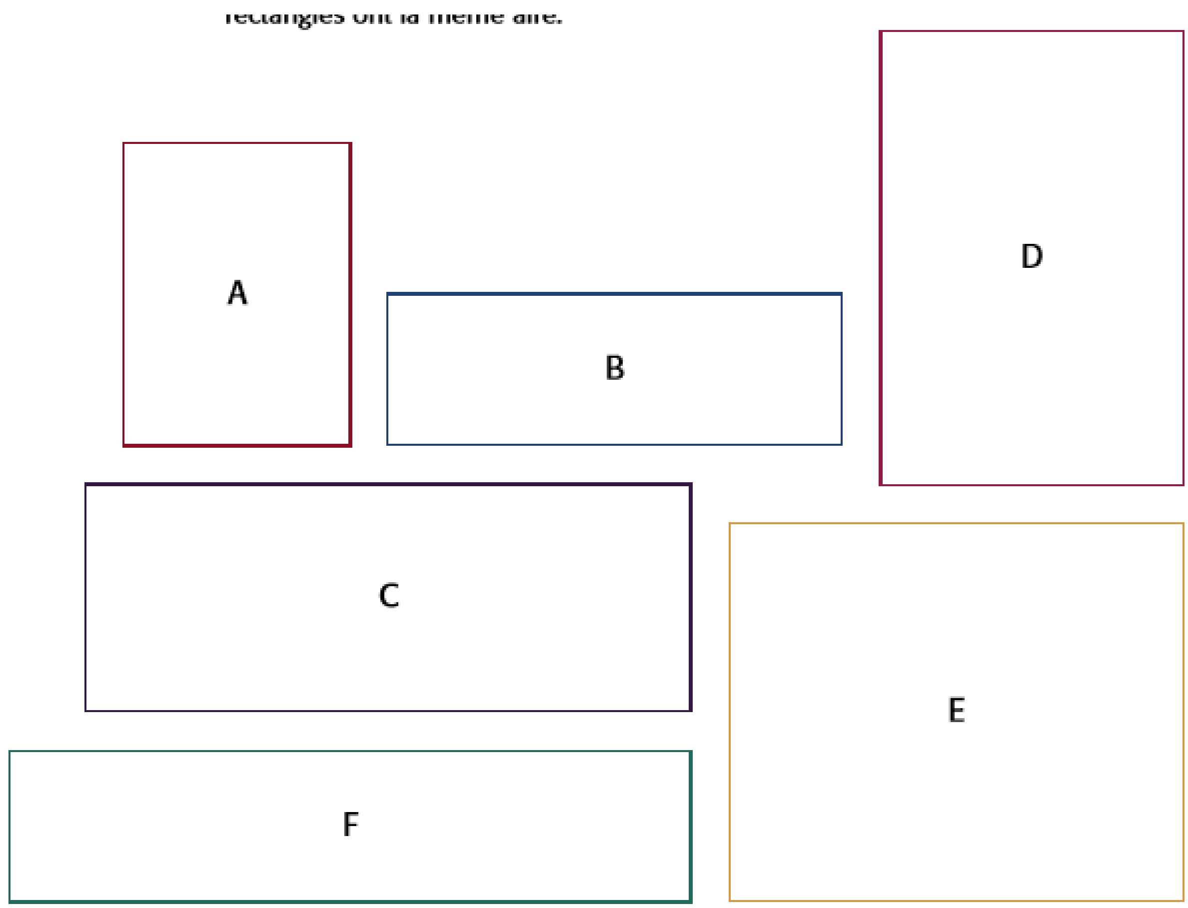
L'habileté à résoudre des problèmes est un processus essentiel à l'apprentissage de la mesure. Afin d'aider les élèves à développer cette habileté, l'enseignant ou l'enseignante doit leur présenter divers types de situations-problèmes dont le contexte est signifiant. Il ou elle doit les inciter à faire appel à leurs connaissances antérieures ainsi qu'à leurs stratégies en littératie et en résolution de problèmes, à communiquer clairement leurs résultats et à discuter des idées de leurs pairs lors d'échanges mathématiques. En étant ainsi engagés de manière optimale dans une réflexion portant sur les concepts visés, les élèves en clarifient le sens.

Les situations-problèmes en mesure doivent contribuer à améliorer la compréhension des élèves en ce qui a trait aux attributs et aux concepts fondamentaux, aux relations et à l'acte de mesurer. Il est essentiel que les élèves participent activement à la résolution des problèmes et aux discussions qui s'ensuivent. Ces expériences variées leur permettent de développer leur sens de la mesure.

Des expériences concrètes en résolution de problèmes de mesure sont le meilleur fondement de l'utilisation d'instruments de mesure et de formules. (Ministère de l'Éducation de l'Ontario, 2005, p. 9)

Exemple

Remettre aux élèves un petit carton mesurant 1 cm2, ainsi qu'une copie des rectangles suivants. Leur demander de déterminer, à l'aide du carré, lesquels des rectangles ont la même aire.



Lors de l'échange mathématique, l'enseignant ou l'enseignante incite les élèves à justifier leur réponse en posant des questions telles que :

- « Quelle stratégie avez-vous utilisée pour déterminer que les rectangles C et D ont la même aire? » (J'ai utilisé le petit carton comme unité de mesure. J'ai aligné ce carton 8 fois d'un côté du rectangle C et 3 fois de l'autre côté. Pour le couvrir complètement, il faudrait donc 8 colonnes de 3 cartons. Pour le rectangle D, j'ai trouvé qu'il faudrait 4 colonnes de 6 cartons. Dans les deux cas, il faudrait 24 cartons pour recouvrir les rectangles. Leur aire doit donc être la même.)
- « Pouvez-vous penser à une autre façon de démontrer que l'aire de ces deux rectangles est la même? » (Si on découpe verticalement le rectangle C en son milieu et qu'on place les deux moitiés sur le rectangle D, on constate que le rectangle D est complètement recouvert. Ceci démontre que l'aire des deux rectangles est la même.)

Habileté à Raisonner

Raisonner c'est faire des inférences, généraliser et procéder à des validations. Les élèves font des inférences en déduisant l'information implicite de l'information donnée explicitement. (Small, 2005, p. 77, traduction libre)

Raisonner constitue un processus mental selon lequel des idées s'enchaînent de façon logique. Il s'agit d'une habileté importante puisqu'elle permet aux élèves de structurer leur pensée en intégrant un ensemble de connaissances et en établissant des relations entre elles. En mesure, les relations à établir sont nombreuses (p. ex., relations entre les attributs, relations entre les unités de mesure). L'habileté à raisonner dans un contexte de mesure permet aux élèves d'analyser les ressemblances et les différences entre les attributs mesurables, de tirer des conclusions et, ultimement, de réinvestir ces acquis dans un nouveau contexte ou dans une nouvelle situation. En leur demandant de justifier leur raisonnement et d'expliquer leur démarche de résolution de problèmes, l'enseignant ou l'enseignante profite de leur curiosité intellectuelle pour les amener à aller au-delà de la simple réponse et à réfléchir aux concepts fondamentaux propres à chaque attribut. Pour ce faire, il importe que le milieu d'apprentissage soit propice aux échanges mathématiques et fasse en sorte que les élèves se sentent à l'aise de formuler des conjectures et de les justifier.

Pour aider tous les élèves à acquérir l'habileté à raisonner en mesure, l'enseignant ou l'enseignante doit poser des questions ouvertes et proposer des situations-problèmes variées et complexes. Il ou elle doit les encourager :

- à représenter concrètement leur raisonnement en laissant des traces;
- à expliquer leur démarche et à justifier leur résultat;
- à observer et à analyser les stratégies utilisées par les autres élèves.

Exemple

L'enseignant ou l'enseignante présente la situation suivante :

Marilou fait une randonnée pédestre de 3 km le long d'un sentier. Elle la commence à 9 h 42 et la termine à 11 h. En combien de temps a-t-elle fait la randonnée?

Pour aider les élèves à développer l’habileté à raisonner, il ou elle pose des questions telles que :

- « Tu dis qu’elle a fait la randonnée en 78 minutes. Peux-tu justifier ta réponse? »
- « Quelle démarche as-tu utilisée? »
- « Comment cette démarche est-elle différente de celle présentée par l’élève précédent? »
- « Quelle démarche semble plus efficace? Pourquoi?

Les enseignants et enseignantes ont parfois tendance à demander aux élèves de justifier leur réponse seulement lorsque celle-ci est erronée. Par conséquent, lorsqu’on leur demande de justifier un résultat, les élèves sont portés à croire qu’ils ont commis une erreur. Il importe donc de les inciter régulièrement à justifier leur réponse, qu’elle soit correcte ou pas. Ainsi, ils saisiront qu’il s’agit là simplement d’une étape inhérente à tout raisonnement.

Le questionnement de l’enseignant ou de l’enseignante et les suggestions des pairs lors de l’échange mathématique peuvent aider les élèves :

- à réaliser qu’il est possible de résoudre la situation-problème donnée de façon plus simple;
- à formuler leur raisonnement;
- à émettre des conjectures et des généralisations plus complexes.

Habileté à Communiquer

En effet, c'est en examinant les stratégies et les idées proposées par d'autres que les élèves développent une pensée critique et parviennent à reconnaître et à dégager les forces et les limites d'un argument mathématique. Ce faisant, ils peuvent aussi apprécier la valeur d'un langage mathématique clair, juste et efficace. (Ministère de l'Éducation de l'Ontario, 2006a, fascicule 2, p. 81)

Communiquer, c'est manifester sa pensée ou ses sentiments dans le but de se faire comprendre. Pour qu'il y ait communication, il est nécessaire d'avoir une intention, une situation, un contexte, un code, un message et une interaction explicite ou implicite entre des personnes.

L'habileté à communiquer en mesure se développe surtout dans le contexte d'une résolution de problèmes ou d'un échange mathématique. Dans toute situation qui fait appel au raisonnement et à un argument mathématique, l'habileté à communiquer permet aux élèves de développer leur compréhension des concepts. La dimension sociale de la communication joue un rôle important dans l'acquisition de cette habileté et elle profite à toutes les personnes engagées dans l'acte de mesurer. Aux cycles primaire et moyen, la communication orale est un préalable à la communication écrite.

L'échange mathématique […] fournit à l'enseignant ou à l'enseignante des renseignements très utiles qui lui permettent d'évaluer le cheminement des élèves et de planifier les prochaines étapes. Les conversations et les questions qui aident les élèves à développer leur vocabulaire aident aussi l'enseignant ou l'enseignante à analyser le niveau de compréhension et les méprises. (National Council of Teachers of Mathematics, 2000, p. 103, traduction libre)

Communication orale

La communication orale est la plus naturelle des formes d'expression utilisées par les élèves. La parole reste le moyen le plus utile et le plus fréquent de communiquer au quotidien. Elle est essentielle à la transmission d'idées, de découvertes, de démarches et de résultats en mesure. Elle sert de levier à la réflexion des élèves et elle les engage dans un dialogue structuré qui les aide à donner du sens à leurs explorations. Afin d'aider les élèves à développer cette habileté, il faut leur fournir diverses occasions de s'exprimer et de démontrer leur compréhension des différents concepts.

Au cycle moyen, lors des situations d'apprentissage en équipe et des échanges mathématiques, les élèves doivent apprendre à utiliser un vocabulaire relatif aux attributs et aux unités de mesure conventionnelles (voir Communiquer le résultat, p. 102-105). Ils doivent comparer des objets entre eux en utilisant une terminologie appropriée (p. ex., a le même volume que, a une masse plus grande que) et décrire la mesure à l'aide de termes justes et exacts. Ils diront, par exemple, que « le périmètre du carré de sable est de 12 m et celui de l'espace de jeu est de 24 m ». L'enseignant ou l'enseignante doit parfois guider les élèves dans l'utilisation d'un vocabulaire juste. Par exemple, si un ou une élève dit : « Mon livre est plus gros que le tien », l'enseignant ou l'enseignante doit l'inciter à préciser sa pensée en lui demandant si son livre est plus épais, plus long ou plus large que celui de son amie.

Afin de promouvoir la communication orale entre les élèves, l'enseignant ou l'enseignante doit réduire la durée et la fréquence de ses interventions, et laisser la place aux échanges et aux analyses des idées émises par les équipes ou les individus. Avant de solliciter une réponse à une question, il ou elle doit encourager les discussions de groupe et allouer un temps de réflexion suffisant. Le Guide d'enseignement efficace des mathématiques, de la maternelle à la 6e année, fascicule 2 (Ministère de l'Éducation de l'Ontario, 2006a, p. 87-95), propose diverses stratégies favorisant la communication orale en mathématiques.

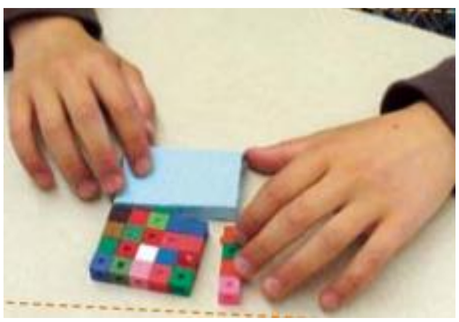
Conjointement à la parole, les actions posées par les élèves peuvent contribuer à la communication en démontrant la stratégie utilisée pour résoudre un problème ou la compréhension d'un concept en mesure.

Exemple 1

Deux élèves démontrent de quelle façon elles utilisent une éprouvette graduée pour déterminer lequel de trois contenants a la plus petite capacité.

Exemple 2

Un élève démontre sa compréhension du concept de volume en construisant, à l'aide de cubes emboîtables, une structure occupant le même espace que celui occupé par un prisme donné.



Communication écrite

La communication écrite est un excellent moyen pour les élèves de clarifier leurs idées et de décrire leurs stratégies de résolution de problèmes. Par le fait même, elle constitue une bonne indication des apprentissages réalisés. En effet, les élèves révèlent souvent une part importante de ce qu'ils ont appris et maîtrisé par les traces qu'ils laissent sur leur feuille de travail. L'enseignant ou l'enseignante doit les encourager à laisser le plus de traces possible.

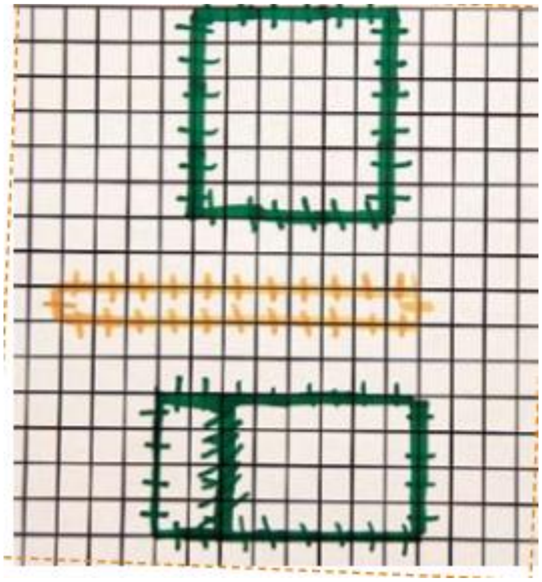
Exemple

L'enseignant ou l'enseignante présente le problème suivant aux élèves.

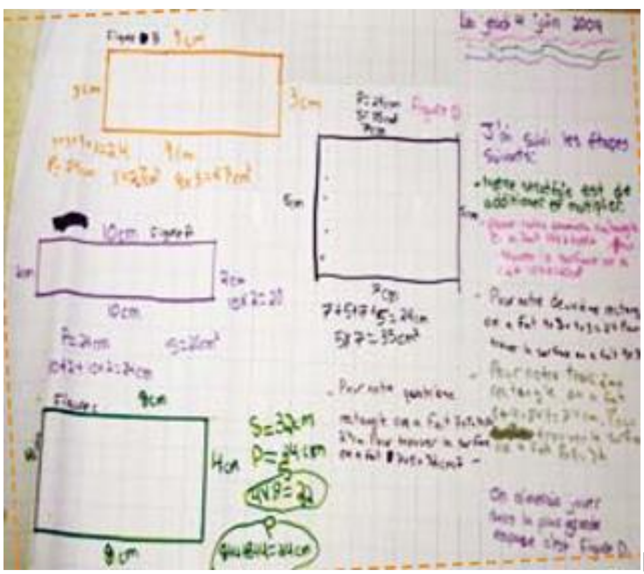
Monsieur Brûlé dispose de 24 m de ruban-cache pour délimiter un espace de jeu rectangulaire sur le plancher du gymnase. Il se rend compte qu'il pourrait construire plusieurs rectangles différents. Il décide alors de tracer certains des rectangles possibles sur du papier quadrillé en utilisant une échelle où 1 cm représente 1 m.

Dessinez quelques-uns des rectangles que monsieur Brûlé pourrait tracer en vous assurant que le périmètre de chacun mesure 24 cm. Déterminez ensuite l'aire de chaque rectangle. Laissez des traces de votre travail.

Certains élèves laissent des traces de leur pensée mathématique à l'aide de dessins seulement (Équipe 1). Il importe de les amener à démontrer leur compréhension et leurs apprentissages à l'aide de mots, d'expressions et de phrases afin que les traces deviennent organisées, claires et précises (Équipe 2).

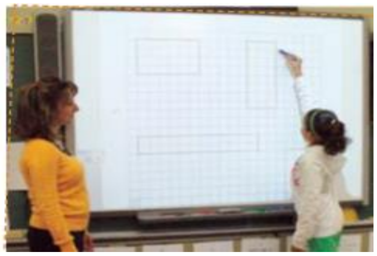


Équipe 1



Équipe 2

Pour aider les élèves à améliorer la présentation de leur solution écrite, l'enseignant ou l'enseignante doit les encourager à discuter de la tâche à accomplir, à anticiper les solutions possibles et à recourir à du matériel concret et à des symboles familiers. Plusieurs outils favorisent l'amélioration de la communication écrite (p. ex., mur de mots, outil organisationnel, journal de mathématiques, tableau interactif).

En résumé, la communication écrite permet aux élèves :

- de consigner leurs apprentissages et de situer l'évolution de leur pensée mathématique dans un portfolio ou un journal de mathématiques;
- de prendre le temps de réfléchir et de s'organiser;
- de faire une objectivation relative à certains concepts;
- de profiter d'un espace d'expression personnel.

Elle permet aussi à l'enseignant ou à l'enseignante d'évaluer jusqu'à quel point les élèves ont compris les concepts et de mieux planifier les prochaines activités d'apprentissage. Le Guide d'enseignement efficace des mathématiques, de la maternelle à la 6e année, fascicule 2 (Ministère de l'Éducation de l'Ontario, 2006a, p. 97-109), propose diverses stratégies favorisant la communication écrite en mathématiques.

Rôle de l'enseignant ou de l'enseignante

L'enseignant ou l'enseignante doit encourager les élèves à dépasser l'application des procédures et l'emploi d'instruments de mesure afin qu'ils puissent développer une bonne compréhension conceptuelle des attributs en mesure et des unités conventionnelles correspondantes. Il ou elle doit aussi les inciter à établir des liens entre les concepts, les procédures et les relations en mesure.

Pour ce faire, l'enseignant ou l'enseignante doit :

- choisir des stratégies d'enseignement et d'apprentissage efficaces;
- choisir stratégiquement les pistes de questionnement;
- planifier et structurer l'échange mathématique;
- créer un milieu d'apprentissage propice au développement du sens de la mesure.

Choisir des stratégies d’enseignement et d’apprentissage efficaces : Une stratégie d’enseignement se définit comme une façon de faire, une approche, une série d’actions et de moyens que l’enseignant ou l’enseignante utilise dans un contexte donné. Un enseignement efficace en mesure amène les élèves :

- à réfléchir aux attributs et aux relations;
- à résoudre des problèmes de mesure, tant dans des contextes de la vie courante que dans des contextes purement mathématiques;
- à faire preuve de motivation et d’engagement dans la résolution de ces problèmes;
- à discuter de leurs essais, des solutions possibles et de leur compréhension des concepts et des procédures.

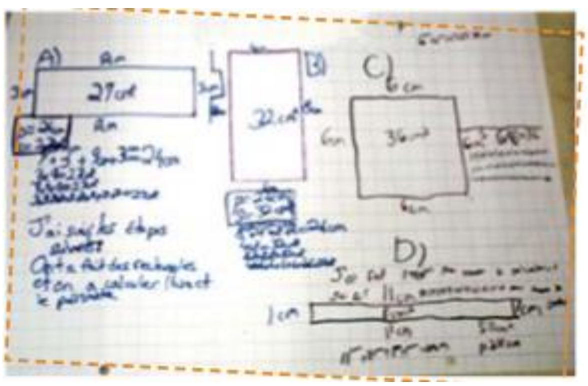
Choisir stratégiquement les pistes de questionnement : Afin d’aider les élèves à développer une pensée mathématique qui reflète le sens de la mesure, l’enseignant ou l’enseignante doit s’assurer que les questions qu’il ou elle leur pose sont adaptées au moment, à la situation et au niveau de compréhension des élèves. Pour ce faire, il ou elle doit choisir des questions :

- qui mettent l’accent sur les concepts en mesure autant que sur l’acte de mesurer;
  - « Quels sont les attributs mesurables de cet objet? »
  - « De quelles façons peut-on les mesurer? »
  - « Que doit-on mesurer si on veut déterminer sa profondeur? »
  - « Quel matériel ou instrument peut-on utiliser pour mesurer cet attribut? »
  - « Pourquoi cette unité de mesure est-elle appropriée? »
  - « La mesure obtenue est-elle suffisamment précise? »
- qui aident les élèves à établir des relations, à proposer des conjectures et à formuler des généralisations.
  - « Quelles sont les unités de mesure les plus appropriées pour couvrir cette surface? »
  - « Quelle relation y a-t-il entre la quantité de losanges et la quantité de triangles utilisés pour la couvrir? »
  - « Qu’arrive-t-il au périmètre d’un rectangle si on double la longueur de chacun de ses côtés? »

Planifier et structurer l’échange mathématique : Tout au long d’une situation d’apprentissage, l’enseignant ou l’enseignante planifie le déroulement de l’activité d’objectivation ou de l’échange mathématique. Pour ce faire, il ou elle observe attentivement les travaux des élèves et détermine, en fonction d’un ou de plusieurs objectifs, lesquels devraient être présentés à l’ensemble de la classe. Ces travaux doivent avoir le mérite de susciter la discussion et d'aider les élèves à consolider leur compréhension des concepts visés.

La stratégie selon laquelle les travaux des élèves sont choisis et affichés dans la classe en fonction d'objectifs précis est parfois appelée stratégie du Bansho. Ainsi, les travaux peuvent être choisis et affichés afin de mettre en évidence et de comparer :

- les stratégies de résolution de problèmes utilisées par les élèves (p. ex., illustrer la diversité des stratégies utilisées ou illustrer la même stratégie présentée selon différents niveaux de structure et d'organisation);
- le matériel utilisé par les élèves (p. ex., illustrer la différence entre une représentation faite à l'aide de dessins et une représentation faite à l'aide d'une règle, d'une disposition rectangulaire ou de symboles);
- la clarté de la solution proposée (p. ex., illustrer la différence entre une représentation partielle d'une solution et une représentation où les élèves ont organisé, démontré et expliqué leur solution clairement à l'aide de mots et de symboles).



Stratégie du Bansho Le Bansho, mot japonais, est une méthode d'enseignement qui met l'accent sur l'utilisation du tableau pour afficher et démontrer les stratégies et les solutions des élèves dans le but de les aider à créer des liens et à développer leur compréhension des concepts.

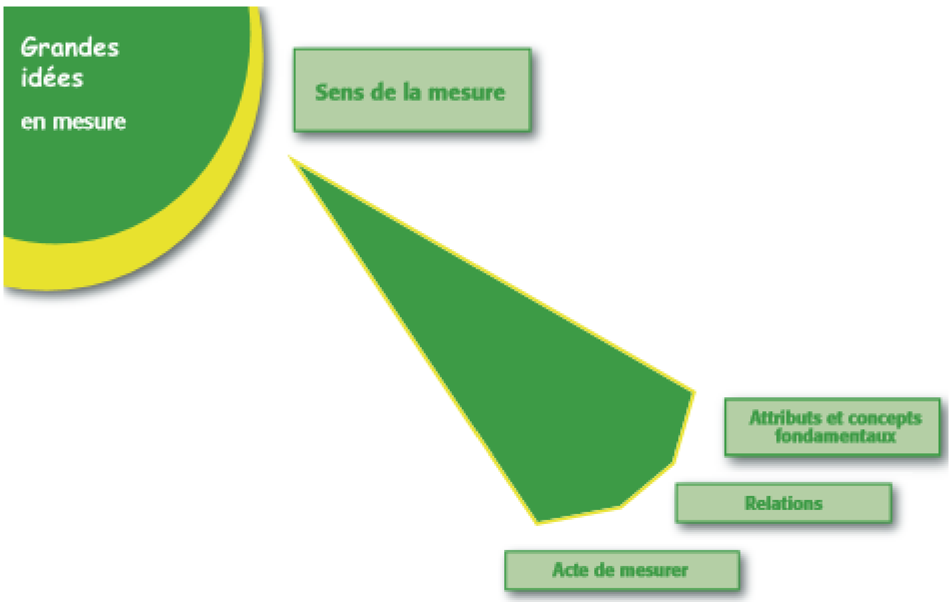
Durant l'échange mathématique, l'enseignant ou l'enseignante doit structurer l'échange en dirigeant les discussions et en effectuant des interventions stratégiques. Il ou elle doit s'assurer de clarifier les concepts visés et faire en sorte que les élèves les comprennent bien. Au besoin, il ou elle peut voir à ce que l'échange mathématique se termine par le modelage d'une démarche, d'une stratégie ou d'une procédure efficace. Ce modelage peut être fait soit par l'enseignant ou l'enseignante, soit par une équipe d'élèves. Un échange mathématique bien structuré permet aux élèves de consolider leurs connaissances et leur compréhension des concepts et des procédures, et de reconnaître l'importance d'une communication efficace.

Pour plus de renseignements au sujet de l’échange mathématique, consulter le Guide d’enseignement efficace des mathématiques, de la maternelle à la 6e année, fascicule 3 (Ministère de l’Éducation de l’Ontario, 2006a, p. 44-46).

Créer un milieu d’apprentissage propice au développement du sens de la mesure : Un milieu d’apprentissage propice au sens de la mesure est un environnement où l’on mise sur le développement autant de la compréhension conceptuelle des attributs et des unités de mesure que sur la compréhension des procédures liées à l’acte de mesurer. L’enseignant ou l’enseignante doit consciemment identifier et utiliser, tant en mathématiques que dans les autres matières, diverses situations qui font appel à la mesure. C’est en étant régulièrement confronté au besoin de mesurer dans toutes sortes de situations que les élèves comprennent l’importance de la mesure et qu’ils développent les habiletés requises pour l’obtenir.

Grande idée – Sens de la Mesure

La mesure est souvent considérée comme la détermination de la grandeur, de la quantité ou du degré de quelque chose en utilisant un instrument gradué en unités conventionnelles. Une définition plus large de la mesure inclut la comparaison de cette chose avec un objet de grandeur connue, l'estimation de son étendue, sa qualité, sa valeur ou son effet, et son évaluation fondée sur une comparaison avec une norme quelconque. (Dougherty et Venenciano, 2007, p. 452, traduction libre)



Aperçu

Les attentes et les contenus d'apprentissage en mesure font appel à un grand nombre de concepts. Afin d'aider l'enseignant ou l'enseignante à planifier et à mettre en oeuvre des stratégies qui offrent un enseignement efficace et cohérent dans ce domaine, les concepts clés sont regroupés sous une seule grande idée, soit le sens de la mesure. Cette grande idée est présentée et développée en fonction de trois énoncés qui la sous-tendent : attributs et concepts fondamentaux, relations, et acte de mesurer.

Grande idée – Sens de la mesure

L'exploration de divers attributs, de relations ainsi que de procédures liées à l'acte de mesurer permet de développer le sens de la mesure.

Énoncé 1 – Attributs et concepts fondamentaux

La compréhension des attributs en mesure et des concepts fondamentaux qui les sous-tendent donne un sens aux unités de mesure et à l'acte de mesurer.

Énoncé 2 – Relations

La compréhension des diverses relations en mesure facilite la formulation de conjectures et de généralisations.

Énoncé 3 – Acte de mesurer

La compréhension des procédures nécessite de s'approprier toutes les étapes de l'acte de mesurer afin de consolider les concepts en mesure.

Aux cycles préparatoire et primaire, les élèves développent leur sens de la mesure en explorant les attributs longueur, temps, aire, capacité et masse. Ils déterminent la mesure de ces attributs en utilisant principalement des unités de mesure non conventionnelles. Ils apprennent toutefois à utiliser quelques unités de mesure conventionnelles de longueur (centimètre et mètre) et de temps (minute, heure, jour, semaine, mois, année), et ils explorent, dans chaque cas, les relations entre ces unités (p. ex., relation d'équivalence entre des intervalles de temps de 1 heure et de 60 minutes).

Au cycle moyen, les élèves approfondissent leur compréhension des attributs longueur, temps, aire, capacité et masse et ils explorent les attributs volume et température. Ils explorent aussi l'attribut angle dans le cadre du domaine Géométrie et sens de l'espace. Ils utilisent différentes stratégies, incluant l'application de formules, pour déterminer la mesure de ces attributs en fonction d'unités de mesure conventionnelles. Enfin, ils établissent et analysent diverses relations entre les unités de mesure et entre les attributs.

Dans ce qui suit, on présente :

- une analyse des trois énoncés qui sous-tendent la grande idée;
- des exemples d'activités qui permettent aux élèves d'établir des liens entre les concepts en mesure et des expériences de la vie quotidienne, des concepts dans les autres domaines de mathématiques et des concepts dans les autres matières;
- des exemples de professions qui nécessitent une bonne compréhension des concepts en mesure;
- le cheminement de l'élève en matière de vocabulaire et d'habiletés relatifs aux concepts en mesure;
- une situation d'apprentissage pour chaque année d'études au cycle moyen.

Une série de fiches attributs accompagne ce guide. Chaque fiche décrit, à l’intention de l’enseignant ou de l’enseignante, un des huit attributs à l’étude et présente un sommaire des concepts, des relations et des procédures qui lui sont associés.

Énoncé 1 – Attributs et concepts fondamentaux

La compréhension des attributs en mesure et des concepts fondamentaux qui les sous-tendent donne un sens aux unités de mesure et à l'acte de mesurer.

Nous croyons que si les élèves comprennent moins aisément les concepts en mesure que les autres idées mathématiques, c'est que l'on tend à mettre l'accent sur l'enseignement de procédures plutôt que sur le développement du sens de la mesure. Notre recherche démontre que l'acquisition du sens de la mesure s'avère plus complexe que l'apprentissage d'habiletés ou de procédures pour déterminer une mesure quelconque. (Stephan et Clements, 2003, p. 14, traduction libre)

Le développement du sens de la mesure (voir Sens de la mesure, p. 7-20) repose sur la compréhension conceptuelle. Les élèves qui ont développé une bonne compréhension conceptuelle en mesure peuvent :

- saisir que mesurer signifie comparer;
- reconnaître qu'il est possible de mesurer plusieurs attributs d'un même objet;
- utiliser des repères personnels appropriés pour chacun des attributs en mesure;
- choisir une unité de mesure appropriée;
- établir certaines relations entre des attributs et entre des unités de mesure.

Pour aider les élèves à développer cette compréhension conceptuelle, l'enseignant ou l'enseignante doit leur proposer diverses situations d'apprentissage qui mettent l'accent sur l'exploration des différents attributs mesurables d'un objet, ainsi que sur les concepts fondamentaux qui les sous-tendent, soit : l'itération, la transitivité, la conservation, l'additivité et la structure associée aux unités de mesure.

Attributs

Pour les élèves, le premier objectif, et le plus important, est de comprendre en quoi consiste l'attribut à mesurer. (Van de Walle et Lovin, 2007, p. 240)

Pour décrire un objet de façon précise, il est nécessaire de l'examiner et de le manipuler afin de faire ressortir certaines de ses caractéristiques particulières appelées attributs. Par exemple, on peut décrire le thermos illustré ci-contre en soulignant l'un ou l'autre des attributs suivants :

sa longueur

sa hauteur

sa texture

sa couleur

sa masse

son utilité

son aire

le diamètre de sa base

sa circonférence

son volume

le nombre de ses faces

sa capacité

Certains de ces attributs sont de nature descriptive alors que d'autres sont de nature quantitative, c'est-à-dire qu'ils peuvent être représentés par un nombre. Pour déterminer ce nombre, on peut avoir recours à un dénombrement (p. ex., dénombrer les faces) ou à une mesure (p. ex., mesurer à l'aide d'une règle ou d'une balance à deux plateaux).

Attribut descriptif

Couleur

Texture

Utilité

Attribut quantifiable par un dénombrement

Nombre de faces

Attribut quantifiable par une mesure

Longueur

Masse

Aire

Capacité

Volume

Hauteur

Diamètre de la base

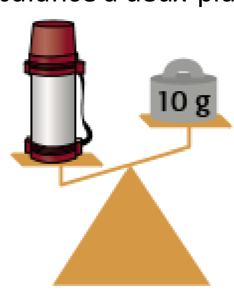
Circonférence

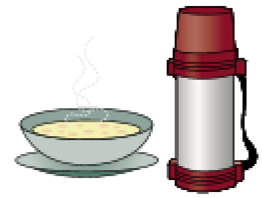
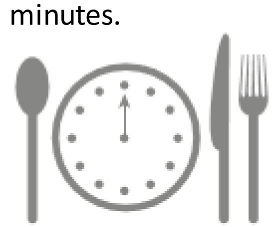
Pour une description plus détaillée de chacun de ces huit attributs, voir la série de fiches attributs qui accompagne ce document.

Pour développer le sens de la mesure, les élèves doivent avant tout connaître et comprendre ce que les divers attributs mesurables représentent. Le tableau suivant présente un sommaire des huit attributs mesurables que les élèves au cycle moyen doivent comprendre et mesurer efficacement.

Note : Le terme « grandeur » utilisé dans la description des trois premiers attributs désigne ce qui peut être estimé, évalué ou mesuré.

Attribut	Description	Exemple
Longueur	La longueur est le terme général utilisé pour désigner toute grandeur d'un espace à une dimension (p. ex., hauteur, profondeur, largeur, épaisseur, rayon, diamètre) que l'on mesure à l'aide d'un étalon. Le périmètre désigne la longueur du contour d'une figure plane ou d'un solide quelconque. La circonférence désigne le périmètre d'un cercle ou d'un objet circulaire.	Je détermine la hauteur du thermos en le comparant à la hauteur de la tour de cubes. Je détermine sa circonférence en mesurant la longueur autour de la base circulaire à l'aide d'une ficelle.  
Aire	L'aire désigne la grandeur d'une surface ou d'un espace à deux dimensions. Les termes étendue et superficie représentent aussi une mesure d'aire.	Je détermine l'aire de la surface extérieure du thermos en le recouvrant de papillons autocollants. 
Volume	Le volume désigne la grandeur d'un espace à trois dimensions qu'un objet occupe.	Je compare le volume de ces deux contenants en vérifiant lequel occupe le

Attribut	Description	Exemple
		plus d’espace (p. ex., par déplacement d’eau). 
Angle	Un angle désigne l’amplitude d’une « ouverture ». L’angle peut être déterminé par deux demi-droites de même origine, par deux demi-plans qui se croisent ou par une rotation autour d’un point.	Je vérifie que l’angle formé par le côté et le dessus du thermos est un angle droit. 
Capacité	La capacité d’un contenant désigne la quantité maximale d’une substance donnée qu’il est possible de mettre à l’intérieur du contenant.	Je détermine la capacité de ce thermos en y transvidant des tasses d’eau. 
Masse	La masse désigne la quantité de matière d’un objet.	Je détermine la masse du thermos à l’aide d’une balance à deux plateaux. 

Attribut	Description	Exemple
Température	La température désigne le degré de chaleur ou de froid d’un objet.	Je goûte à la soupe et je conclus qu’elle est chaude. Pour une mesure plus exacte, j’utilise un thermomètre. 
Temps	Le temps est un attribut qui peut être utilisé pour désigner deux caractéristiques différentes d’une situation ou d’un événement : un instant précis ou une durée. Le temps comme instant précis désigne l’heure qu’il est au moment où un événement se déroule. C’est un attribut qui se lit, par exemple, sur une montre ou sur une horloge. Le temps comme durée désigne l’intervalle de temps qui s’écoule entre deux moments d’un événement. C’est un attribut qui se mesure, par exemple, à l’aide d’un chronomètre.	Je dîne à midi (12 h). J’ai mangé très lentement. Mon repas a duré 45 minutes. 

Afin d’amener les élèves à comprendre la nature même de chaque attribut et à reconnaître les différences entre les attributs, l’enseignant ou l’enseignante ne doit pas faire appel à un enseignement qui porte seulement sur l’utilisation de formules ou sur des exercices répétitifs de mesure présentés sans contexte. Il ou elle doit plutôt privilégier une approche qui mise sur la compréhension des concepts qui sous-tendent ces attributs, des relations entre certains des attributs (voir Relations entre des attributs, p. 70-81) et de l’acte de mesurer (voir Acte de mesurer, p. 82-106). Pour ce faire, il ou elle doit recourir à différentes situations authentiques qui incitent les élèves à utiliser des repères et du matériel concret, à faire des estimations et à prendre des mesures.

Concepts Fondamentaux

Il y a plusieurs concepts importants qui sous-tendent l'apprentissage de la mesure. Il importe de comprendre ces concepts pour que nous puissions saisir comment les élèves pensent aux attributs et à l'espace quand ils mesurent. […] Même si les chercheurs débattent de l'ordre du développement de ces concepts et de l'âge auquel ils sont développés, ils s'entendent pour dire que ces concepts sont le fondement de la mesure et qu'ils doivent être considérés dans tout enseignement de la mesure. (Stephan et Clements, 2003, p. 4 et 7, traduction libre)

Au cycle moyen, les concepts suivants sont essentiels au développement de la compréhension des attributs mesurables :

- l'itération;
- la transitivité;
- la conservation;
- l'additivité;
- la structure associée aux unités de mesure.

Itération

Mesurer des longueurs exige de restructurer l'espace afin de « voir » que le dénombrement d'unités de mesure représente une itération de longueurs successives. […] Le fondement de l'itération consiste à subdiviser la longueur et à ordonner ces divisions. Ainsi, une itération de n unités représente une longueur de n unités. (Lehrer, 2003, p. 182, traduction libre)

En mesure, l'itération désigne l'acte de placer, à plusieurs reprises et d'une manière ordonnée, une même unité de mesure de façon à déterminer la mesure d'un attribut quelconque. Le nombre de fois que l'unité de mesure est placée correspond alors à la mesure de l'attribut.

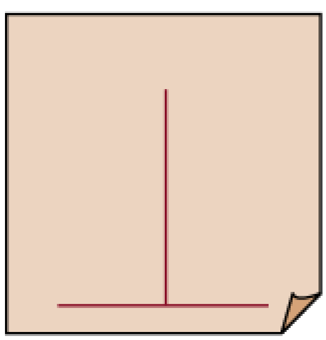
Exemple

On peut utiliser une main comme unité de mesure non conventionnelle pour mesurer la longueur d'une table. Il suffit de placer successivement la main, sans espace ni superposition, de façon à couvrir la distance d'une extrémité à l'autre de la table. On peut alors déterminer, par exemple, que la longueur de la table est équivalente à 3 longueurs de main. Cette itération permet de visualiser la relation entre la longueur totale de la table et la longueur de la main, et donne un sens à la mesure obtenue.

L’itération implique une action concrète. Elle se prête particulièrement bien aux situations qui font appel aux attributs longueur, aire, et angle. On peut aussi utiliser l’itération pour estimer, par exemple, la capacité d’un contenant ou le volume d’un objet à l’aide d’une unité de mesure non conventionnelle. Dans de telles situations, l’itération se fait mentalement. Par exemple, pour estimer le nombre de cubes qu’une boîte peut contenir, c’est-à-dire estimer la mesure de la capacité de la boîte, les élèves peuvent tenter de visualiser l’action de placer successivement le cube à différents endroits dans la boîte. Pour y arriver, ils doivent cependant avoir acquis un bon sens de l’espace (voir Sens de l’espace, p. 9-10).

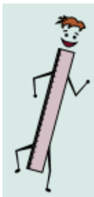
L’itération est un concept fondamental qui doit être exploré et appris tôt dans le cadre de l’enseignement de la mesure. Ce concept permet de comprendre qu’une grandeur peut être perçue non seulement comme un tout, mais aussi comme une somme de parties plus petites. C’est seulement après avoir compris cette relation entre la partie (l’unité de mesure) et le tout (l’attribut mesuré) que les élèves peuvent vraiment saisir le sens d’une mesure quelconque.

Diverses recherches ont démontré que l’itération n’est pas un concept intuitif ou inné chez les élèves. Par exemple, dans le cadre d’une de leurs recherches, Kamii et Clark (1997, p. 116-121) ont remis à des élèves de la 1re à la 5e année une fiche illustrant un « T » inversé, formé de deux segments de droite de même longueur. Cependant, en raison d’une illusion d’optique, le segment vertical paraît plus long que le segment horizontal.



Les chercheuses ont demandé aux élèves s’ils pensaient que les deux segments de droite étaient de même longueur ou s’ils pensaient qu’un segment était plus long que l’autre. Elles leur ont ensuite remis un petit prisme rectangulaire en leur demandant si ce prisme pouvait les aider à justifier leur raisonnement. La majorité des élèves plus jeunes ne voyaient pas de quelle façon le prisme pouvait être utile puisqu’il était « trop petit ». Par contre, une bonne majorité des élèves de 4e et de 5e année ont démontré une compréhension du concept d'itération puisqu'ils ont utilisé le prisme comme unité pour mesurer et comparer la longueur des deux segments.

Exemple d'un problème faisant appel au concept d'itération



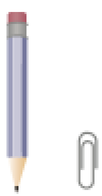
Afin de préparer une fête, les élèves de 6e année veulent délimiter une piste de danse au gymnase de l'école. Il est convenu que chaque personne devrait avoir au moins, sur cette piste, un espace correspondant à l'aire d'un tapis pour exercices au sol.

Décrire de quelle façon les élèves pourraient s'y prendre pour délimiter la piste de danse s'ils veulent que celle-ci puisse recevoir jusqu'à 50 personnes.

Transitivité

Par la transitivité, on peut comparer un objet à deux autres objets pour ensuite établir un lien entre ces objets. (Copley, 2000, p. 135, traduction libre)

Les enfants apprennent très tôt à comparer la longueur de deux objets en les plaçant côte à côte. Par exemple, en plaçant un trombone à côté d'un crayon, ils peuvent constater que le crayon est plus long que le trombone.



Cette stratégie, que l'on qualifie de comparaison directe (voir Comparer et ordonner, p. 89-91), n'est certainement pas pratique dans une situation où il est difficile ou impossible de réunir les deux objets que l'on veut comparer. Il faut alors effectuer une comparaison indirecte, c'est-à-dire faire appel à une troisième mesure. Par exemple, dans une situation où l'on doit déterminer si une porte est assez large pour y faire passer un gros meuble, on peut prendre la mesure de la largeur de la porte à l'aide d'une corde, puis placer cette mesure contre la largeur du meuble. La comparaison entre la largeur de la porte et la largeur du meuble se fait donc par l'intermédiaire d'une troisième mesure, soit la longueur de la corde.

La stratégie de comparaison indirecte est étroitement liée au concept de transitivité. De façon générale, la transitivité désigne une relation logique d'égalité ou d'inégalité entre trois objets ou plus. Symboliquement, on peut la représenter comme suit :

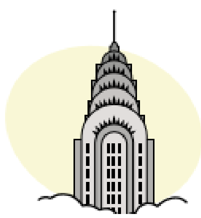
- Si a=b et b=c, alors a = c.

- Si a>b et b > c, alors a > c.

En mesure, on pourrait représenter le concept de transitivité de façon imagée comme suit : si on sait que la tour CN à Toronto est plus haute que la tour Eiffel à Paris, et que la tour Eiffel est plus haute que l'édifice Chrysler à New York, alors on peut conclure que la tour CN est plus haute que l'édifice Chrysler.

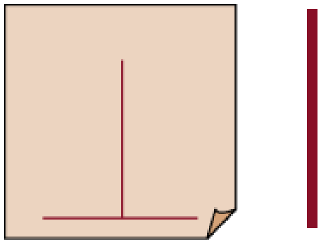

Tour CN


Tour Eiffel

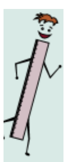

Édifice Chrysler

La transitivité s'applique à tous les attributs mesurables d'un objet. Par exemple, si on constate que la masse d'un objet A est égale à la masse d'un objet B et que la masse de l'objet B est égale à la masse d'un objet C, on peut alors conclure que la masse de l'objet A est égale à la masse de l'objet C.

Les élèves ont besoin d'être exposés à différentes situations de mesure pour bien comprendre le concept de transitivité. C'est ce que les chercheuses Kamii et Clark (1997, p. 116-121) ont constaté dans le cadre d'un deuxième volet de la recherche présentée précédemment dans la section Itération (p. 44-46). Elles ont remis à un autre groupe d'élèves de la 1re à la 5e année une fiche illustrant un « T » inversé, formé de deux segments de droite de même longueur et elles leur ont demandé s'ils pensaient que les deux segments étaient de même longueur ou s'ils pensaient qu'un segment était plus long que l'autre.



Elles leur ont ensuite remis une bande de carton plus longue que la mesure des segments de droite et leur ont proposé d'utiliser cette bande pour justifier leur raisonnement. La majorité des élèves de la 1re année ne voyaient pas de quelle façon la bande de carton pouvait être utile. Par contre, une bonne majorité des élèves de la 2e à la 5e année ont démontré une compréhension du concept de transitivité puisqu'ils ont utilisé la bande de carton pour établir une « troisième mesure ». Ils ont placé la bande sur un des segments et tracé une marque sur le carton pour indiquer la longueur de ce segment. Ils ont ensuite placé la bande de carton sur l'autre segment et ils ont comparé sa longueur avec la longueur déjà inscrite sur le carton.



Exemple d'un problème faisant appel au concept de transitivité

Construire, avec des cubes emboîtables, trois prismes à base rectangulaire différents. Déterminer, à l'aide d'unités de mesure non conventionnelles, la mesure d'un des attributs mesurables de chacun des trois prismes (p. ex., le périmètre de la base, l'aire de la base, le volume). Utiliser les résultats pour établir des relations entre ces mesures et noter ces relations dans votre journal de mathématiques.

Répéter ensuite l'activité en utilisant une unité de mesure conventionnelle telle que le centimètre, le centimètre carré ou le centimètre cube.

Conservation

Tant que les élèves n'ont pas appris à « conserver », comme le dit Piaget, leurs comparaisons peuvent être déformées par un facteur conceptuel ou un autre. (Copley, 2000, p. 132, traduction libre)

En mesure, la conservation désigne le concept selon lequel la mesure d'un attribut, en unités non conventionnelles ou conventionnelles, demeure la même que l'objet soit déplacé, transformé ou décomposé.

Exemples du concept de conservation du volume

Le volume d'eau en millilitres demeure le même lorsqu'on transvide l'eau du verre A au verre B (Photo 1).

Le volume en unités cubiques demeure le même lorsqu'on transforme le prisme A en prisme B (Photo 2).

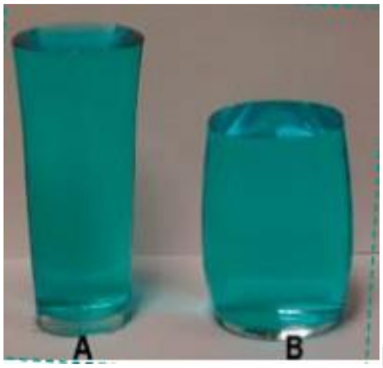


Photo 1

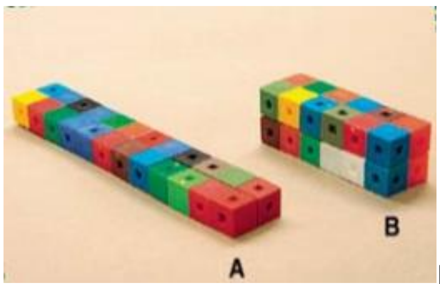
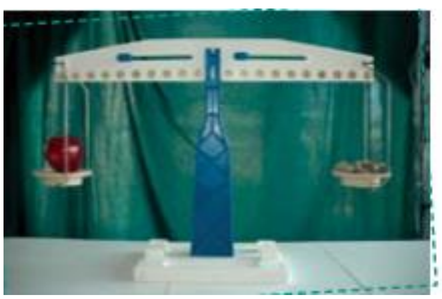


Photo 2

Exemple du concept de conservation de la masse

La masse de la pomme demeure la même, qu'elle soit entière ou coupée en deux morceaux.



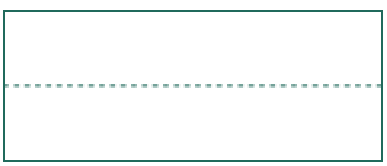
Exemple du concept de conservation de l'aire

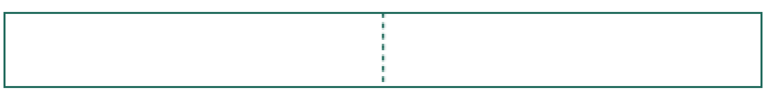
L'aire des figures 1 et 2 est la même que l'aire du carré, car les trois figures sont construites à partir des mêmes sept pièces d'un jeu de tangram.

Le concept de conservation ne s'applique pas à tous les attributs dans toutes les situations. Il est important que l'enseignant ou l'enseignante demande régulièrement aux élèves de transformer, de déplacer ou de décomposer un objet et d'en comparer la mesure d'attributs quelconques, en unités non conventionnelles ou conventionnelles, avant et après la transformation. Ils pourront ainsi se questionner et découvrir en quelles circonstances le concept de conservation s'applique.

Exemple

Les élèves déterminent l'aire et le périmètre d'un rectangle (p. ex., rectangle de dimensions 5 cm sur 2 cm). Ils découpent ensuite le rectangle en deux parties égales et forment un nouveau rectangle avec ces deux parties comme ci-dessous. En déterminant l'aire et le périmètre du nouveau rectangle, ils peuvent se rendre compte que l'aire est conservée, mais pas le périmètre.

 Aire : 10 cm2 Périmètre : 14 cm

 Aire : 10 cm2 Périmètre : 22 cm

Dans le cadre d'une recherche, Piaget (1972, cité dans Roegiers, 2000, p. 151) a présenté aux élèves deux boulettes de pâte à modeler d'environ 4 cm de diamètre et leur a demandé d'en vérifier le volume et la masse.

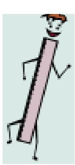
 Il a ensuite demandé aux élèves de transformer une des boulettes en « saucisse » et d'aplatir l'autre boulette pour en faire une « galette ». Puis, il leur a posé trois questions :

- « Est-ce que dans chaque cas, la quantité de matière est restée la même? »
- « Est-ce que la masse est restée la même? »
- « Est-ce que le volume est resté le même? »

Piaget a découvert que la majorité des élèves plus jeunes comprennent le concept de conservation de la matière, mais pas celui de conservation de la masse ou du volume. Ils ont, par exemple, affirmé avec assurance que ce n'est pas identique, parce que c'est plus long, donc qu'il y en a plus ou ce n'est pas identique parce que c'est plus court, donc qu'il y en a moins. De telles affirmations démontrent qu'ils considèrent seulement la forme du solide avant et après la transformation, sans tenir compte de la nature même de cette transformation.

Selon Piaget, c'est vers l'âge de 10 ans (5e année) que les élèves acquièrent une compréhension du concept de conservation de la masse et vers l'âge de 12 ans (6e année) qu'ils acquièrent une compréhension du concept de conservation du volume. Ils sont alors en mesure de justifier leur réponse en présentant un argument d'identité (p. ex., « C'est identique parce qu'on n'a rien ajouté ni rien enlevé. »), un argument de réversibilité (p. ex., « On peut reformer la saucisse ou la galette et obtenir la boulette initiale. ») ou un argument de compensation (p. ex., « C'est identique parce que la saucisse est plus longue, mais plus mince, et la boulette est plus mince, mais plus large. »).

Exemple d'un problème faisant appel au concept de conservation

Il existe 11 développements possibles d'un cube. Selon vous, est-ce que tous ces développements ont la même aire et le même périmètre?

Pour vérifier si vous avez raison, tracer 3 développements différents d'un cube sur du papier quadrillé, puis déterminer l'aire et le périmètre de chacun.

Additivité

L’additivité permet de considérer la longueur comme un nombre; on peut additionner les longueurs de segments comme on additionne des nombres. Un jeune enfant ne réalise peut-être pas quelle transformation changera la longueur d’un objet et quelle transformation la laissera intacte. (Liedtke, 2003, p. 230, traduction libre)

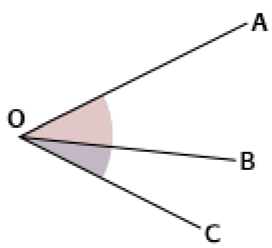
En mesure, l’additivité désigne le concept selon lequel la mesure d’un attribut d’un objet est égale à la somme des mesures de ses parties.

Exemple 1

La longueur totale du segment de droite CF est égale à la somme des longueurs des segments de droite CD, DE et EF.

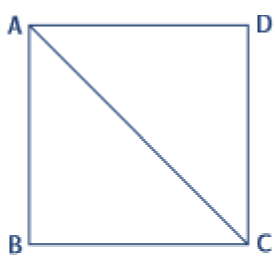
Exemple 2

La mesure de l’angle AOC est égale à la somme des mesures des angles AOB et BOC.

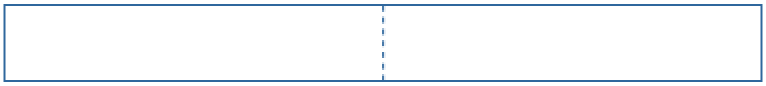


Exemple 3

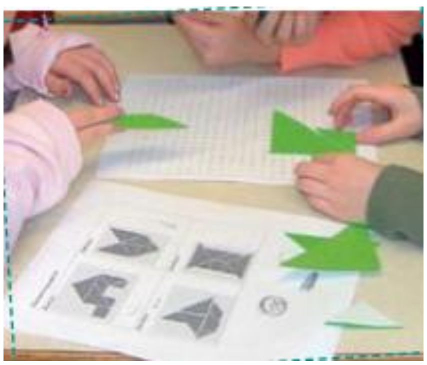
L’aire totale du carré ABCD est égale à la somme des aires des triangles ABC et ADC.



Le concept d’additivité ne s’applique pas à tous les attributs dans toutes les situations. Prenons, par exemple, le rectangle ci-dessous formé de deux petits rectangles de dimensions 5 cm sur 1 cm placés bout à bout. Puisque le périmètre de chaque petit rectangle mesure 12 cm, la somme de ces mesures est égale à 24 cm. Par contre, le périmètre du grand rectangle mesure 22 cm. Ainsi, le périmètre du grand rectangle n’est pas égal à la somme des périmètres des petits rectangles. Dans cette situation, le concept d’additivité ne s’applique donc pas à l’attribut périmètre.



Il importe de souligner que le concept d’additivité ne s’applique pas à l’attribut température. Par exemple, supposons qu’on a 10 cl d’eau dans un premier contenant et 10 cl d’eau dans un deuxième contenant. Si on verse les deux volumes d’eau dans un troisième contenant, on obtient 20 cl d’eau. Dans ce cas, le concept d’additivité s’applique à l’attribut volume. Par contre, si l’eau dans le premier contenant est à une température de 20 °C et si celle dans le deuxième contenant est à une température de 10 °C, la température de l’eau dans le troisième contenant ne sera pas égale à 30 °C.



L’enseignant ou l’enseignante doit profiter de diverses situations pour inciter les élèves à reconnaître qu’il y a un lien étroit entre le concept d’additivité et le concept de conservation. Par exemple, lorsque les élèves construisent différentes figures à partir des sept pièces d’un jeu de tangram (voir Exemple du concept de conservation de l’aire, p. 50), il ou elle les incite à reconnaître que l’aire globale de toutes les figures est la même (concept de conservation) et qu’elle est égale à la somme des aires de chacune des sept pièces qui la composent (concept d’additivité).

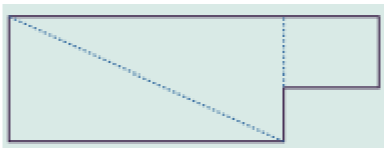
Exemple d’un problème faisant appel au concept d’additivité

Expliquer de quelle façon on peut s’y prendre pour déterminer l’aire de la figure ci-dessous.

Exemples de stratégie possible

L’aire de la figure est égale à la somme des aires de chacun des deux rectangles.

 L’aire de la figure est égale à la somme des aires de chacun des deux rectangles.

 L’aire de la figure est égale à la somme des aires des deux triangles et du rectangle.

Structure associée aux unités de mesure

Pour chacun des trois attributs longueur, aire et volume, une structure est associée aux unités de mesure en fonction de la façon dont les unités recouvrent les objets à mesurer, et il y a des liens étroits entre ces structures. (Curry, Mitchelmore et Outhred, 2006, p. 377, traduction libre)

Le concept de structure associée aux unités de mesure désigne la façon dont ces unités sont organisées pour déterminer la grandeur d’un espace donné, qu’il soit à une, à deux ou à trois dimensions. Il est lié de près au concept d’itération (voir Itération, p. 44-46) et est à la base de la stratégie de juxtaposition utilisée pour déterminer une mesure (voir Juxtaposer des unités de mesure, p. 92-93). Les exemples suivants précisent le sens de ce concept à l’aide de situations concrètes.

Dimension : Chacune des grandeurs linéaires mesurables qui permettent de décrire un espace (p. ex., longueur, largeur, hauteur).

Exemple 1

Pour déterminer la longueur d’un objet, les unités de mesure doivent être juxtaposées dans un espace à une dimension, sans espace ni chevauchement, de façon à recouvrir la distance entre deux extrémités de l’objet.

L’enseignant ou l’enseignante peut vérifier si les élèves ont bien compris ce concept en leur demandant, par exemple, d’estimer la longueur d’un crayon, puis d’en déterminer la mesure en utilisant un segment de règle.

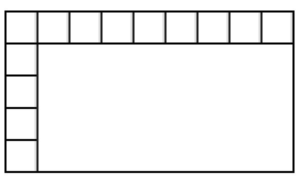
Les élèves qui n’ont pas compris la structure associée aux unités de longueur ont de la difficulté à utiliser cette règle comme instrument de mesure. Plusieurs ont tendance à simplement lire le nombre sur la règle qui correspond à une des extrémités du crayon (11 cm), sans tenir compte du nombre véritable d'unités de longueur que l'on peut dénombrer entre les deux extrémités.

Par contre, les élèves qui ont compris ce concept peuvent visualiser une unité de mesure linéaire (le centimètre) disposée plusieurs fois sur toute la longueur du crayon et déterminer le nombre de fois qu'ils la voient. La mesure ainsi obtenue (7 cm) prend alors tout son sens.

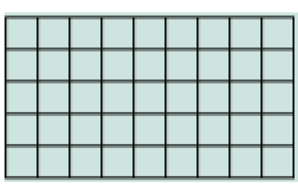
Exemple 2

Pour déterminer l'aire d'un rectangle, les unités de mesure doivent être juxtaposées dans un espace à deux dimensions, sans espace ni chevauchement, de façon à recouvrir le rectangle selon une disposition rectangulaire constituée de colonnes et de rangées.

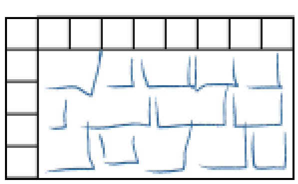
L'enseignant ou l'enseignante peut vérifier si les élèves ont bien compris ce concept en leur demandant, par exemple, d'estimer puis de déterminer l'aire d'un rectangle dans lequel une rangée et une colonne de carrés sont dessinées.



Les élèves qui n'ont pas compris la structure associée aux unités d'aire ne visualisent pas que les unités sont organisées de façon ordonnée en colonnes et en rangées. Ils ont tendance à recouvrir la surface du rectangle de façon plus ou moins aléatoire à l'aide d'unités de grandeur variable et ont ensuite de la difficulté à dénombrer ces unités.



Le rectangle est composé d'unités carrées disposées en 9 colonnes de 5 rangées chacune. L'aire du rectangle est donc égale à 45 unités carrées.



S'ils utilisent la formule pour déterminer l'aire (p. ex., A =9 × 5), ils ont de la difficulté à expliquer ce que le résultat représente.

Par contre, les élèves qui ont compris ce concept peuvent compléter la disposition rectangulaire en juxtaposant des unités carrées en colonnes et en rangées sur toute la surface du rectangle. Ils reconnaissent :

- que chaque colonne a le même nombre d'unités carrées (p. ex., 5) et que ce nombre correspond à la mesure de la hauteur du rectangle;
- que chaque rangée a le même nombre d'unités carrées (p. ex., 9) et que ce nombre correspond à la mesure de la base du rectangle.

Cette compréhension leur permet d'établir un lien entre la mesure de la base d'un rectangle, sa hauteur et son aire, de donner un sens à la formule usuelle du calcul de l'aire d'un rectangle (voir Relations entre les attributs longueur et aire, p. 70-79) et d'expliquer pourquoi la mesure est exprimée en unités carrées (p. ex., cm2). Quoique cette compréhension s'amorce au cycle primaire, elle s'actualise pleinement au cycle moyen.

Exemple 3

Pour déterminer le volume d'un prisme rectangulaire, les unités de mesure doivent être placées, sans espace ni chevauchement, de façon à former des dispositions rectangulaires d'unités cubiques. Ces dispositions rectangulaires sont ensuite juxtaposées en une troisième dimension pour créer un prisme de même volume que le prisme donné.

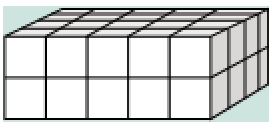
L'enseignant ou l'enseignante peut vérifier si les élèves ont bien compris ce concept en leur demandant, par exemple, d'estimer puis de déterminer le volume d'un prisme à base rectangulaire.

Les élèves qui n'ont pas compris la structure associée aux unités de volume ont de la difficulté à dénombrer correctement les unités cubiques qui composent le prisme. Certains ont tendance à oublier les unités à l'intérieur ou au fond du prisme, alors que d'autres dénombrent certaines unités plus d'une fois. En général, ils ont de la difficulté à visualiser le fait que le prisme est composé d'une superposition de dispositions rectangulaires. S'ils utilisent la formule pour déterminer le volume du prisme, ils le font de façon machinale sans en comprendre le sens.

Par contre, les élèves qui ont compris ce concept reconnaissent :

- que le prisme est formé d'un ensemble d'unités cubiques disposées sans espace ni chevauchement;

- que chaque unité cubique fait partie à la fois d'une rangée, d'une colonne et d'une disposition rectangulaire;
- que le nombre d'unités cubiques dans chaque colonne d'une disposition rectangulaire (p. ex., 4) correspond à la mesure de la largeur du prisme et que le nombre d'unités cubiques dans chaque rangée (p. ex., 5) correspond à la mesure de la base du prisme;
- que le nombre d'unités dans chaque disposition rectangulaire (p. ex., 20) correspond à la mesure de l'aire de la base du prisme;
- que le nombre de dispositions rectangulaires (p. ex., 2) correspond à la hauteur du prisme.

Le prisme est composé de 2 dispositions rectangulaires. Chacune est composée de 20 unités cubiques disposées en 5 colonnes de 4 rangées chacune. Le volume du prisme est donc égal à 40 unités cubiques.

Cette compréhension leur permet d'établir un lien entre l'aire de la base d'un prisme, sa hauteur et son volume, de donner un sens à la formule usuelle du calcul du volume d'un prisme (voir Relations entre les attributs aire et volume, p. 79-81) et d'expliquer pourquoi la mesure est exprimée en unités cubiques (p. ex., cm3).

Selon Battista (2003, p. 122-142), l'enseignement qui mise sur la construction du concept de structure associée aux unités de mesure est plus efficace que celui qui mise seulement sur le dénombrement d'unités ou sur l'utilisation de formules pour déterminer la mesure de l'aire ou du volume. Pour ce faire, l'enseignant ou l'enseignante doit présenter aux élèves des situations d'apprentissage qui leur permettent d'établir des liens entre les attributs longueur, aire et volume, et un espace correspondant à une, à deux ou à trois dimensions. La compréhension de ces liens est essentielle au développement du sens de la mesure.

Exemples de problèmes faisant appel au concept de structure associée aux unités de mesure

En utilisant la longueur de votre sac à dos comme unité de mesure, déterminer la mesure de votre taille à l'unité près. Utiliser cette réponse pour estimer, puis déterminer, le périmètre de la classe en fonction de la longueur de votre sac à dos. Quelle unité de mesure conventionnelle serait plus appropriée pour déterminer chacune de ces mesures? Pourquoi?

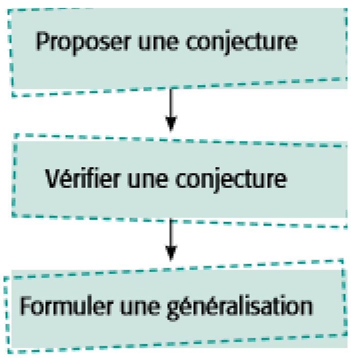
On veut construire une boîte de carton dont la hauteur mesure 5 cm et dont l'aire de la base mesure 24 cm2. Déterminer combien de centimètres carrés de carton seront nécessaires pour construire les 6 faces de la boîte. Existe-t-il d'autres possibilités? Comparer vos résultats avec ceux des autres.

Décrire deux stratégies différentes que l'on pourrait utiliser pour déterminer le volume d'un cube de glace. Expliquer pourquoi chacune de ces stratégies fonctionne et indiquer laquelle des deux semble la plus efficace.

Énoncé 2 – Relations

La compréhension des diverses relations en mesure facilite la formulation de conjectures et de généralisations.

Permettre aux élèves d'explorer les structures mathématiques et de développer une compréhension des relations quantitatives donne accès à des idées mathématiques plus complexes. (Dougherty et Venenciano, 2007, p. 452, traduction libre)



L'analyse des relations, tout aussi importante dans le domaine Mesure que dans celui de Modélisation et algèbre, mène les élèves à formuler une généralisation. Pour ce faire, ils peuvent suivre un processus informel comme celui illustré ci-contre et présenté dans le Guide d'enseignement efficace des mathématiques, de la 4e à la 6e année, Modélisation et algèbre (Ministère de l'Éducation de l'Ontario, 2008, p. 10). L'analyse des relations permet aux élèves de développer leur sens de la mesure, ainsi que leur compréhension des unités de mesure conventionnelles et des diverses formules couramment utilisées pour déterminer une mesure (voir Appliquer une formule, p. 99-101).

Aux cycles préparatoire et primaire, les élèves se familiarisent avec certains attributs mesurables d'un objet et explorent quelques relations relatives à leur mesure. Au cycle moyen, les élèves explorent de nouveaux attributs et de nouvelles relations qu'ils décrivent en mots et représentent ultimement à l'aide de symboles mathématiques. En général, ces relations ont trait aux liens qui existent entre :

- le nombre d'unités de mesure nécessaire pour déterminer la mesure d'un objet et la grandeur de cette unité (relation inverse);
- des unités de mesure conventionnelles;
- des attributs.

Relation Inverse

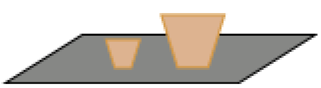
Le nombre d'unités requis pour déterminer la mesure d'un attribut est inversement proportionnel à la grandeur de l'unité de mesure utilisée. Autrement dit :

- plus l'unité de mesure utilisée est petite, plus le nombre d'unités requis pour déterminer la mesure de l'attribut est grand;
- plus l'unité de mesure utilisée est grande, plus le nombre d'unités requis pour déterminer la mesure de l'attribut est petit.


Par exemple, si on mesure la durée d'une même activité une première fois en minutes et une deuxième fois en secondes, on aura un plus grand nombre de secondes que de minutes étant donné que la seconde est une unité de mesure plus petite que la minute.

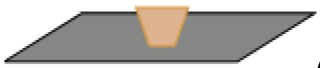
Quoique le concept de relation inverse puisse sembler évident dans ce genre de situation, il pose problème pour plusieurs élèves qui sont plus familiers avec des situations de relation directe (p. ex., plus grande est la distance à parcourir en voiture, plus grande sera la durée du trajet). Afin de les aider à bien comprendre ce concept, l'enseignant ou l'enseignante doit leur présenter diverses situations concrètes de mesure qui les incitent à établir ce lien.

Exemple

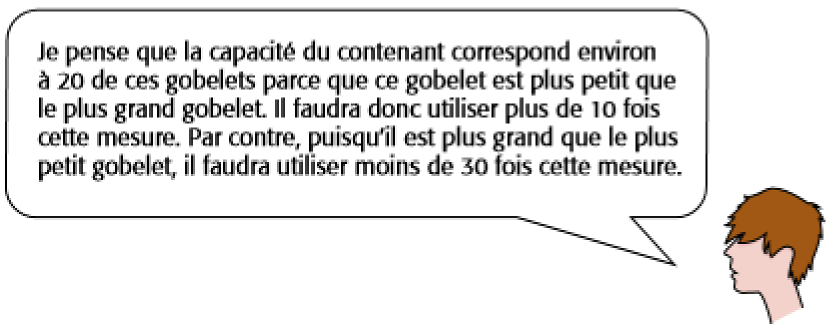

L'enseignant ou l'enseignante demande aux élèves de déterminer la capacité d'un contenant. Il ou elle remet un petit gobelet à la moitié des élèves et un gobelet plus grand à l'autre moitié. Lors d'un échange mathématique, une partie des élèves indiquent, par exemple, que la capacité du contenant correspond à 10 gobelets alors que l'autre moitié indique qu'elle correspond à 30 gobelets. L'enseignant ou l'enseignante incite ensuite les élèves à établir le lien entre la grandeur de l'unité de mesure utilisée et le nombre de ces unités requis pour établir la capacité du contenant en posant des questions telles que :

- « Pourquoi n'avez-vous pas tous obtenu la même mesure de capacité? » (Parce que nous n'avons pas tous utilisé une unité de mesure de même grandeur.)
- « Quels sont ceux et celles qui ont utilisé le plus grand nombre d'unités de mesure? » (Ceux et celles qui ont utilisé le plus petit gobelet comme unité de mesure.)

- « Quels sont ceux et celles qui ont utilisé le plus petit nombre d’unités de mesure? » (Ceux et celles qui ont utilisé le plus grand gobelet comme unité de mesure.)
- « Pourquoi est-ce ainsi? » (Parce qu’il faut un plus grand nombre de contenus du petit gobelet que de contenus du grand gobelet pour remplir le contenant.)



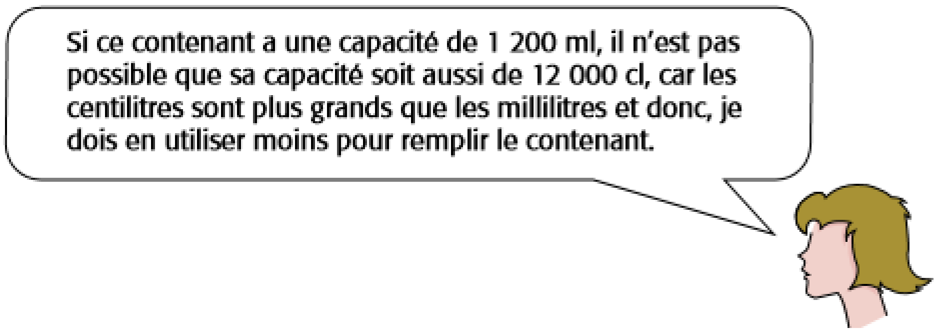
Afin d’inciter les élèves à pousser leur réflexion plus loin et à proposer une conjecture, il ou elle leur présente ensuite un gobelet dont la grandeur se situe entre le petit et le grand gobelet, puis leur demande d’estimer la capacité du contenant en fonction de cette nouvelle unité de mesure et d’expliquer leur raisonnement.



Enfin, l’enseignant ou l’enseignante incite les élèves à formuler une généralisation en posant des questions telles que :

- « Qu’advient-il du nombre d’unités utilisées lorsque la grandeur de l’unité de mesure augmente? Pourquoi? » (Le nombre d’unités de mesure utilisées diminue. Il en faut moins parce que l’unité est plus grande.)
- « Qu’advient-il du nombre d’unités utilisées lorsque la grandeur de l’unité de mesure diminue? Pourquoi? » (Le nombre d’unités de mesure utilisées augmente. Il en faut plus parce que l’unité est plus petite.)
- « Pouvez-vous expliquer en vos mots quelle relation il y a entre la grandeur d’une unité de mesure et le nombre d’unités requis pour établir la mesure d’un attribut à l’aide de cette unité? » (Plus l’unité utilisée pour déterminer la mesure de l’attribut est petite, plus le nombre d’unités requis est grand.)

Il importe que l’enseignant ou l’enseignante expose les élèves à ce genre de raisonnement dans diverses situations afin de les amener à bien comprendre la relation inverse (voir l’activité Longueur-vedette, p. 138-139) et à reconnaître qu’elle s’applique à la mesure de n’importe quel attribut. Il ou elle peut aussi profiter de diverses situations de mesure pour vérifier leur compréhension de cette relation en leur demandant de vérifier la vraisemblance de l’équivalence entre deux mesures quelconques. Par exemple, lors d'une activité en mesure, un ou une élève indique : « Le récipient a une capacité de 1 200 ml, ce qui équivaut à 12 000 cl ». L'enseignant ou l'enseignante demande aux autres élèves ce qu'ils pensent de cette affirmation et dirige l'échange mathématique afin de les amener à utiliser la relation inverse pour démontrer que l'affirmation est fausse.



Relations entre des Unités de Mesure Conventionnelles

Lorsque les élèves saisissent bien le concept de relation inverse entre le nombre d'unités requis pour déterminer une mesure et la grandeur de cette unité, ils peuvent plus facilement comprendre et établir des relations entre certaines des unités de mesure conventionnelles.

Le programme-cadre de mathématiques (Ministère de l'Éducation de l'Ontario, 2005) précise qu'au cycle primaire, les élèves doivent :

- déterminer la relation entre le mètre et le centimètre;
- établir et décrire les relations entre les jours et les semaines, entre les mois et les années, entre les minutes et les heures, entre les semaines et les années et entre les jours et les années.

Le programme-cadre précise aussi qu'au cycle moyen, les élèves doivent explorer diverses relations entre des unités de mesure conventionnelles pour les attributs longueur, masse, capacité et temps. Ces relations sont résumées dans le tableau ci-après. Notons qu'aucune relation n'est établie entre des unités de mesure conventionnelles pour les attributs angle et température puisque les élèves n'utilisent qu'une seule unité pour chacun de ces attributs. En ce qui a trait aux relations entre des unités de mesure conventionnelles pour les attributs aire et volume, elles ne sont abordées qu'aux cycles intermédiaire et supérieur.

4^{e} année

Relations entre des unités de mesure de l'attribut longueur

Convertir et décrire les relations entre des unités de mesure de longueur (millimètre, centimètre, décimètre, mètre).

Relations entre des unités de mesure de l'attribut masse

Établir et expliquer les relations entre les unités de mesure de masse (milligramme, gramme).

Relations entre les unités de mesure de capacité

Établir et expliquer les relations entre les unités de mesure de capacité (millilitre, litre).

Relations entre des unités de mesure de l'attribut temps

Établir et décrire les relations entre les secondes et les minutes, entre les années et les décennies, entre les décennies et les siècles, et entre les siècles et les millénaires.

5e année

Relations entre des unités de mesure de l'attribut longueur

Convertir et décrire les relations entre les unités de longueur (mètre, décamètre, hectomètre, kilomètre).

Relations entre des unités de mesure de l'attribut masse

Établir et expliquer les relations entre les unités de mesure de masse (gramme et kilogramme, kilogramme et tonne).

Relations entre les unités de mesure de capacité

Établir et expliquer les relations entre les unités de mesure de capacité (litre, kilolitre).

Relations entre des unités de mesure de l'attribut temps

Établir et décrire la relation entre l'affichage sur 12 heures et l'affichage sur 24 heures.

6e année

Relations entre des unités de mesure de l'attribut longueur

Comparer et convertir, lors de résolution de problèmes, des unités de longueur (millimètre, centimètre, décimètre, mètre, décamètre, hectomètre, kilomètre).

Relations entre des unités de mesure de l'attribut masse

Effectuer, lors d'une activité d'apprentissage liée à un problème de tous les jours, des conversions entre des unités de mesure de masse (p. ex., 1 000 g = 1 kg).

Relations entre les unités de mesure de capacité

Effectuer, lors d'une activité d'apprentissage liée à un problème de tous les jours, des conversions entre des unités de mesure de capacité (p. ex., 5 000 ml = 5 l).

Établir et expliquer la relation entre le millilitre et le centimètre cube.

Pour que les élèves puissent développer une bonne compréhension de ces relations, l'enseignant ou l'enseignante doit leur proposer des situations d'apprentissage qui leur permettent à la fois de donner un sens aux unités de mesure conventionnelles et d'explorer différentes stratégies de conversion d'une unité à l'autre. Ces stratégies reposent sur la reconnaissance que toute unité de mesure peut être exprimée :

- en tant que multiple d'une unité de mesure plus petite (p. ex., 1 mètre équivaut à 1 000 millimètres, 1 minute équivaut à 60 secondes);
- en tant que fraction d'une unité de mesure plus grande (p. ex., 1 mètre équivaut à $\frac{1}{1000}$de kilomètre, 1 minute équivaut à $\frac{1}{60}$ d'une heure).

Relations entre des unités de mesure des attributs longueur, masse et capacité

On utilise le fait que les diverses unités de mesure conventionnelles associées aux attributs longueur, masse et capacité font partie d'un système décimal d'unités pour établir des relations d'équivalence entre ces unités. Par exemple, puisque le gramme (g) est 10 fois plus grand que le décigramme (dg) et 10 fois plus petit que le décagramme (dag), on peut établir les relations d'équivalence suivantes :

1g =10dg 1g =0,1dag

Les élèves ont besoin d'explorer plusieurs situations d'apprentissage avec du matériel concret pour développer une bonne compréhension de ces relations d'équivalence. Afin de pouvoir passer aisément d'une unité de mesure à l'autre, ils doivent aussi bien comprendre le concept de relation inverse (voir Relation inverse, p. 60-62).

Exemple 1

L'enseignant ou l'enseignante remet à chaque équipe un mètre et leur demande d'en couvrir un dixième avec un carton. Il ou elle pose ensuite la question suivante :

- « Que représente un dixième d'un mètre? » (1 dm, 10 cm ou 100 mm)
- « Quelles relations peut-on alors établir entre le décimètre, le centimètre et le millimètre? » (1 dm = 10 cm, 1 dm = 100 mm, 10 cm = 100 mm) Note : Le raisonnement qui permet d'établir ces relations est fondé sur le concept de transitivité (voir Transitivité, p. 47-49).

Il ou elle peut ensuite inciter les élèves à découvrir d'autres relations entre les unités de mesure de longueur en leur demandant de couvrir un dixième d'un décimètre, un dixième d'un centimètre, un centième d'un mètre ou encore un centième d'un décimètre.

Exemple 2


L'enseignant ou l'enseignante demande aux élèves de verser 1 litre d'eau dans une éprouvette graduée, puis leur demande de noter le volume d'eau dans l'éprouvette en centilitres et en millilitres. Il ou elle fait ressortir les équivalences suivantes :

1l =100cl 1l =1000ml

Il ou elle incite ensuite les élèves à utiliser leur compréhension de la relation inverse pour établir des relations entre les unités de mesure utilisées en posant des questions telles que :

- « Pourquoi le nombre correspondant à la mesure du volume d'eau dans l'éprouvette est-il plus petit lorsque le volume est exprimé en centilitres que lorsqu'il est exprimé en millilitres? » (L'unité de mesure centilitre est plus grande que l'unité de mesure millilitre. Il faut donc moins de centilitres que de millilitres pour représenter le même volume d'eau.)
- « Combien de fois moins de centilitres que de millilitres d'eau y a-t-il dans l'éprouvette? » (On a noté que le volume d'eau dans l'éprouvette correspondait à 1 000 ml ou à 100 cl. Il y a donc 10 fois moins de centilitres que de millilitres d'eau dans l'éprouvette.)
- « L'unité de mesure centilitre est-elle beaucoup plus grande que l'unité de mesure millilitre? Comment le savez-vous? » (Puisque le nombre de centilitres d'eau dans l'éprouvette est 10 fois plus petit que le nombre de millilitres, on peut conclure que l'unité de mesure centilitre est 10 fois plus grande que l'unité de mesure millilitre.)
- « Comment pouvez-vous décrire symboliquement la relation entre les centilitres et les millilitres? » (1 cl = 10 ml)

L'enseignant ou l'enseignante peut ensuite inciter les élèves à démontrer leur compréhension des relations entre les unités de mesure en appliquant le même type de raisonnement à une autre situation. Par exemple, il ou elle leur indique que le décilitre est une unité de mesure 10 fois plus grande que le centilitre, puis leur demande :

- « Selon vous, combien de décilitres d'eau y a-t-il dans l'éprouvette? Pourquoi? » (On sait qu'il y a 100 cl d'eau dans l'éprouvette. Puisque l'unité de mesure décilitre est 10 fois plus grande que l'unité de mesure centilitres, le nombre de décilitres d'eau dans l'éprouvette doit être 10 fois plus petit que 100. Il doit donc y avoir 10 dl d'eau dans l'éprouvette.)

Au fur et à mesure que les élèves explorent de telles situations d'apprentissage, l'enseignant ou l'enseignante les incite à utiliser leur compréhension des relations entre les unités de mesure utilisées pour proposer une conjecture, puis formuler une généralisation. Par exemple, après avoir découvert que 1 millimètre équivaut à un millième de 1 mètre (1 mm = 0,001 m), ils peuvent proposer la conjecture suivante : 1 millilitre équivaut à un millième de 1 litre (1 ml = 0,001 l). Ils peuvent ensuite vérifier cette conjecture, puis formuler une généralisation, soit que le préfixe milli placé devant une unité de mesure désigne une mesure équivalant à un millième de cette unité. Ainsi, 1 milligramme équivaut à un millième de 1 gramme (1 mg = 0,001 g).

À la fin du cycle moyen, les élèves doivent comprendre que le préfixe :

- milli placé devant une unité de mesure désigne une mesure équivalant à un millième de cette unité (p. ex., 1 mg = 0,001 g);
- centi placé devant une unité de mesure désigne une mesure équivalant à un centième de cette unité (p. ex., 1 cg = 0,01 g);
- déci placé devant une unité de mesure désigne une mesure équivalant à un dixième de cette unité (p. ex., 1 dg = 0,1 g);
- déca placé devant une unité de mesure désigne une mesure équivalant à 10 fois cette unité (p. ex., 1 dag = 10 g);
- hecto placé devant une unité de mesure désigne une mesure équivalant à 100 fois cette unité (p. ex., 1 hg = 100 g);
- kilo placé devant une unité de mesure désigne une mesure équivalant à 1 000 fois cette unité (p. ex., 1 kg = 1 000 g).

Symboles

mm millimètre

mg milligramme

ml millilitre

cm centimètre

cg centigramme

cl centilitre

dm décimètre

dg décigramme

dl décilitre

m mètre

g gramme

l litre

dam décamètre

dag décagramme

dal décalitre

hm hectomètre

hg hectogramme

hl hectolitre

km kilomètre

kg kilogramme

kl kilolitre

Relation entre le millilitre et le centimètre cube

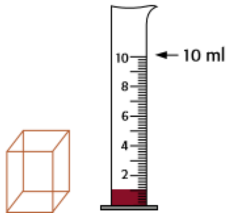
En 6e année, les élèves doivent établir la relation d'équivalence entre un volume de 1 cm^3 et un volume de 1 ml. Cette relation signifie, par exemple, que chaque millilitre d'eau dans un contenant quelconque occupe un espace de 1 cm^3. Ainsi, si on verse 20 ml d'eau dans un contenant, l'eau occupera un espace de 20 cm^3.

Une relation équivalente peut être établie en fonction d'unités de mesure plus grandes. On peut, par exemple, établir qu'un volume de 1 dm3 équivaut à un volume de 1 000 ml ou de 1 l.

Pour amener les élèves à bien comprendre cette relation, l'enseignant ou l'enseignante peut leur proposer deux différents types d'activités : l'un fondé sur le concept de capacité d'un contenant, l'autre fondé sur le concept de volume d'un solide. Ces deux types d'activités sont décrits brièvement dans les exemples suivants. Dans chaque cas, il importe de laisser les élèves explorer la relation entre ces deux unités de mesure à l'aide d'expériences, de proposer une conjecture et de la vérifier.

Le symbole représentant le centimètre cube est cm^3. Le symbole cc, qui vient de l'anglais « cubic centimeter » et que l'on voit couramment, n'est pas reconnue.

Exemple 1 (capacité d'un contenant)



Remettre aux élèves un contenant dont il est facile de déterminer le volume intérieur (p. ex., 10 ml contenant en plastique dont la forme est un prisme rectangulaire), ainsi qu'une éprouvette graduée en millilitres. Demander aux élèves de déterminer le volume intérieur du contenant, c'est-à-dire sa capacité, et de l'exprimer en cm3. Leur demander ensuite de remplir le contenant d'eau, puis de verser cette eau dans l'éprouvette graduée afin d'en déterminer le volume. Lors de l'échange mathématique, faire ressortir le fait que la mesure en cm^3 correspondant à la capacité du contenant est très semblable à la mesure du volume d'eau en ml contenu dans l'éprouvette. Souligner que les petites différences entre ces mesures peuvent être attribuables au fait qu'il est difficile de remplir le contenant exactement à pleine capacité et de verser ensuite l'eau dans l'éprouvette sans en perdre.

Exemple 2 (volume d'un solide)

Remettre aux élèves un solide dont il est facile de déterminer le volume en centimètres cubes, ainsi qu'une éprouvette graduée en millilitres. Leur demander de déterminer d'abord le volume du solide (en cm^3), puis de verser une certaine quantité d'eau dans l'éprouvette et de noter le volume d'eau (en ml). Demander ensuite aux élèves de placer le solide dans l'éprouvette et de déterminer le volume d'eau qui a été déplacée. Lors de l'échange mathématique, faire ressortir le fait que la mesure, en cm^3, correspondant au volume du solide est équivalente à la mesure, en ml, du volume d'eau déplacée. Inciter les élèves à conclure que chaque millilitre (1 ml) d'eau occupe un espace correspondant à un centimètre cube (1 cm^3).

Note : La situation d'apprentissage Heureux comme un poisson dans l'eau (p. 157-172) décrit en détail le déroulement possible d'une telle activité.

Relations entre des unités de mesure de l'attribut temps

Au cycle moyen, les élèves devraient avoir l'occasion d'explorer et d'utiliser, dans le cadre de diverses activités quotidiennes, les relations entre les secondes et les minutes, ainsi que celles entre l'affichage sur 12 heures et l'affichage sur 24 heures (p. ex., indiquer l'heure des récréations du matin et de l'après-midi selon l'affichage sur 12 heures et l'affichage sur 24 heures).

En ce qui a trait aux mesures de temps en décennies, en siècles et en millénaires, il importe de reconnaître qu'il est difficile de bien s'imaginer ce que représentent ces unités de mesure. Par conséquent, il est préférable d'aborder ces unités avec les élèves dans un contexte d'intégration des matières. L'enseignant ou l'enseignante peut, par exemple, leur demander de situer sur une ligne du temps des événements historiques, des civilisations, des découvertes, des œuvres artistiques ou littéraires, etc. Voici, à titre d'exemples, quelques contenus d'apprentissage tirés du programme-cadre d'études sociales (Ministère de l'Éducation de l'Ontario, 2004b) qui se prêtent bien à l'utilisation de ces unités de mesure :

- 4^{e} année (p. 34) : reconnaître globalement, à l'aide d'une ligne du temps illustrée, des éléments de changement et de continuité à travers les grandes périodes de l'histoire ainsi que dans les civilisations anciennes et médiévales (p. ex., l'Antiquité, le Moyen Âge; les civilisations égyptienne, maya, aztèque, grecque, romaine, chinoise).
- 4^{e} année (p. 35) : classer des éléments actuels des mathématiques, des arts, des sciences et de la technologie selon les civilisations anciennes ou médiévales qui les ont découverts ou inventés (p. ex., systèmes numériques, constructions, pratiques d'architecture, matériaux utilisés dans les œuvres d'art).
- 5^{e} année (p. 37) : représenter, à l'aide de tableaux, de diagrammes ou de graphiques, les variations dans la population francophone de diverses localités ontariennes à différentes époques et proposer des hypothèses pour les expliquer.
- 6^{e} année (p. 40) : décrire les trajets des grandes explorations des XVe, XVIe et XVIIe siècles qui sont à l'origine de l'établissement des Européens en Amérique, à l'aide de cartes, d'illustrations graphiques ou d'autres moyens (p. ex., les trajets de Christophe Colomb, de Jean Cabot, de Jacques Cartier, de Samuel de Champlain, de Louis Joliet).

Relations entre des attributs

Selon le programme-cadre de mathématiques (Ministère de l'Éducation de l'Ontario, 2005), c'est au cycle moyen que les élèves commencent à établir des relations entre certains attributs mesurables. Ces relations sont résumées dans le tableau suivant.

4^{e} année

Relations entre les attributs longueur et aire

Établir la relation entre les dimensions linéaires d'un rectangle et son aire à l'aide de matériel concret et illustré.

5^{e} année

Relations entre les attributs longueur et aire

Établir et décrire la relation entre les dimensions linéaires d'un rectangle et son aire à l'aide de matériel concret et illustré.

Comparer, à l'aide de matériel concret, l'aire de différentes figures ayant le même périmètre et vice versa.

6^{e} année

Relations entre les attributs longueur et aire

Établir, à l'aide de matériel concret ou illustré, les relations entre l'aire d'un rectangle, l'aire d'un parallélogramme et l'aire d'un triangle dont les bases et les hauteurs sont de mêmes dimensions.

Découvrir, à l'aide de matériel concret ou d'expériences, les formules de calcul de l'aire d'un rectangle, d'un parallélogramme et d'un triangle.

Relation entre les attributs aire et volume

Développer la formule de calcul du volume de prismes droits en établissant sa relation avec l'aire de la base et la hauteur (volume = aire de la base × hauteur).

L'exploration de ces relations permet aux élèves de développer une meilleure compréhension des formules usuelles utilisées pour déterminer l'aire de certaines figures planes ou le volume de certains solides, et de les appliquer en toute connaissance de cause dans diverses situations de résolution de problèmes.

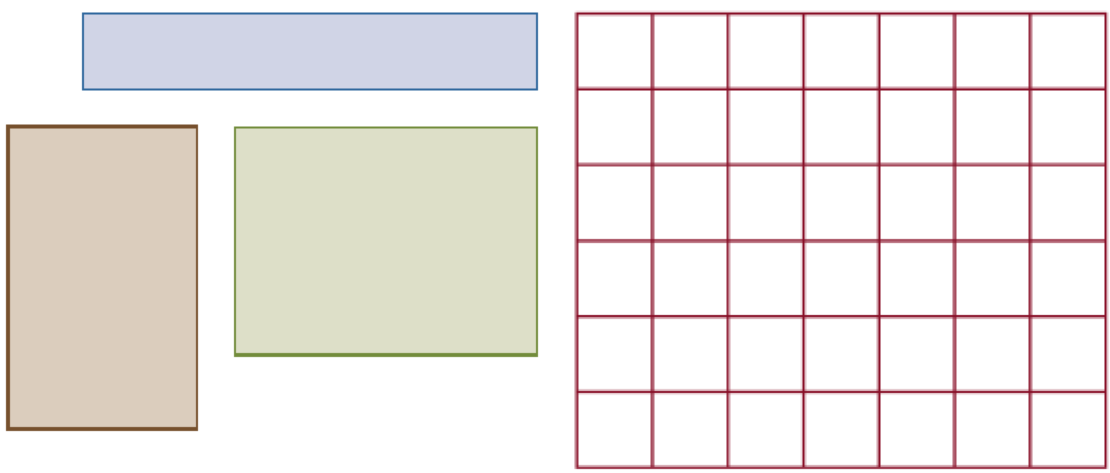
Relations entre les attributs longueur et aire

L'enseignant ou l'enseignante doit présenter aux élèves des activités de mesure qui leur permettent d'établir une relation entre les dimensions (base et hauteur) de certaines figures planes (rectangle, parallélogramme et triangle), et leur aire. Les élèves doivent construire les concepts de « hauteur » et de « base » par l'entremise d'activités qui leur permettent de réaliser que n'importe quel des côtés d'une figure peut être la base et que pour chaque base, il y a une « hauteur » correspondante.

Rectangle : Les élèves devraient commencer par établir la relation entre les dimensions d'un rectangle et son aire. Ils pourront ensuite utiliser cette relation pour établir celles pour le parallélogramme et le triangle. Soulignons que lorsqu'il est question de rectangles, il est aussi question de carrés puisque tous les carrés font partie de l'ensemble des rectangles.

Exemple d'activité

L'enseignant ou l'enseignante remet aux élèves une série de rectangles, ainsi que le transparent d'une grille quadrillée en centimètres carrés. En superposant le transparent sur chaque rectangle, les élèves déterminent la mesure de sa base, de sa hauteur et de son aire, puis notent les résultats dans un tableau.



Rectangle	Base	Hauteur	Aire
bleu	6 cm	1 cm	6 cm^2
vert	4 cm	3 cm	12 cm^2
brun	2,5 cm	4 cm	10 cm^2

Lors de l'échange mathématique, l'enseignant ou l'enseignante fait ressortir les différentes stratégies utilisées par les élèves pour déterminer l'aire telles que :

- J'ai placé le transparent sur le rectangle et j'ai dénombré les carrés qui recouvrent sa surface.
- L'aire de chaque rectangle est comme une disposition rectangulaire. J'ai dénombré les carrés dans une rangée et j'ai multiplié par le nombre de rangées. Par exemple, dans le rectangle vert, il y a 3 rangées de 4 carrés chacune.

- J'ai dénombré les carrés dans une colonne et j'ai multiplié par le nombre de colonnes. Par exemple, dans le rectangle brun, il y a 2,5 colonnes de 4 carrés chacune.

Il ou elle incite ensuite les élèves à formuler une généralisation relative à la relation qui existe entre les dimensions d'un rectangle et son aire. La formulation se fait d'abord en mots (l'aire du rectangle est égale au produit de la mesure de sa base et de sa hauteur), puis à l'aide de symboles mathématiques (A= b×h).

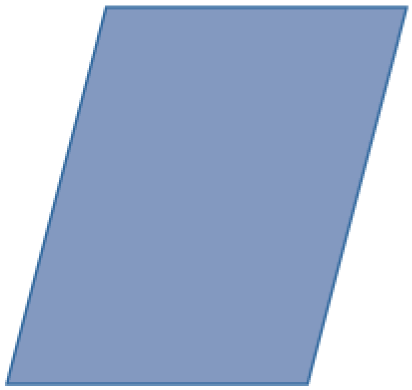
La formule de l'aire d'un rectangle est l'une des premières qu'apprennent les élèves. Elle se présente généralement sous la forme A = L × l et se lit « l'aire est égale à la longueur multipliée par la largeur ». Si l'on pense à d'autres formules d'aire, il existe une expression équivalente, mais dont le concept sous-jacent est plus unificateur. Il s'agit de la formule A = b × h, qui se lit « l'aire est égale à la base multipliée par la hauteur ». Cette formulation en fonction de la base et de la hauteur peut être généralisée à tous les parallélogrammes et facilite l'élaboration de formules de l'aire d'un triangle et d'un trapèze. (Van de Walle et Lovin, 2008b, p. 274)

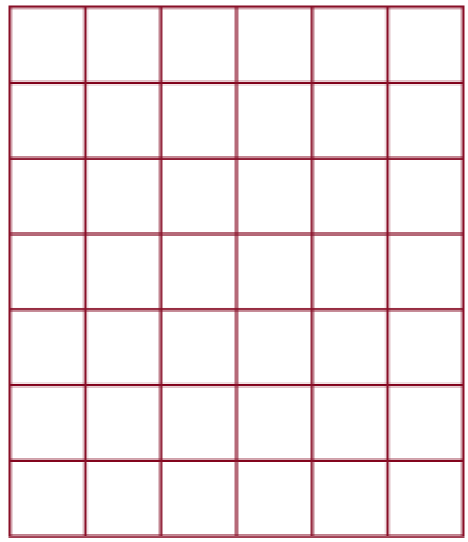
Parallélogramme : Lorsque les élèves ont bien compris comment déterminer l'aire d'un rectangle, ainsi que le sens de la formule usuelle correspondante (A=b×h), ils peuvent utiliser ces connaissances pour établir la relation entre les dimensions d'un parallélogramme et son aire.

La plupart des étapes de passage de la formule d'aire d'une figure à une autre sont des démarches de découverte, de construction, permettant l'induction : à partir de ce qu'il connaît, l'enfant combine, recherche et construit la formule d'aire qu'il ne connaît pas. (Roegiers, 2000, p. 134)

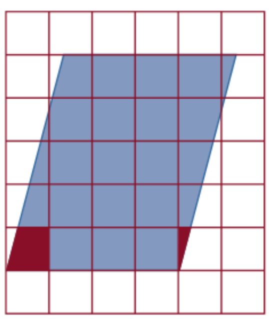
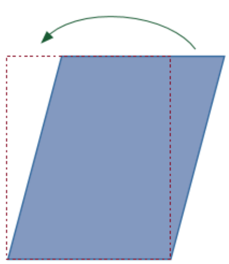
Exemple d'activité

L'enseignant ou l'enseignante groupe les élèves par deux et remet à chaque équipe un parallélogramme dont la mesure de la base et celle de la hauteur correspondent à des valeurs entières (p. ex., base de 4 cm et hauteur de 5 cm). Il ou elle leur remet aussi le transparent d'une grille quadrillée en centimètres carrés et leur demande s'ils peuvent trouver une façon de déterminer l'aire du parallélogramme.

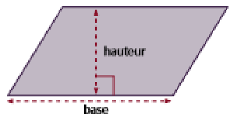




Lors de l'échange mathématique, l'enseignant ou l'enseignante fait ressortir les différentes stratégies utilisées par les élèves pour déterminer l'aire. Par exemple :

-  On a placé le transparent sur le rectangle et on a d'abord dénombré les carrés entiers. Puis, on a remarqué que pour chaque rangée, la partie de carré à gauche combinée à la partie de carré à droite donnait un carré entier. On a donc pu déterminer que l'aire du parallélogramme est égale à 20 cm^2.
-  On a vu que si on trace un triangle à droite à l'intérieur du parallélogramme, qu'on le découpe et qu'on le déplace à gauche, on obtient un rectangle dont la base mesure 4 cm et la hauteur mesure 5 cm. Puisque l'aire du rectangle est égale à 20 cm^2 (A = b × h), c'est aussi l'aire du parallélogramme.

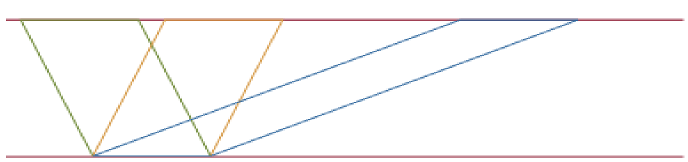
L'enseignant ou l'enseignante amène ensuite les élèves à formuler une généralisation relative à la relation entre les dimensions d'un parallélogramme et son aire en posant des questions telles que :

- « Quelle est la mesure de la base du parallélogramme? » (4 cm)
- 

« Quelle est la mesure de la hauteur du parallélogramme? Comment le savez-vous? » (La hauteur mesure 5 cm. C'est ce qu'on obtient quand on place le parallélogramme verticalement sur la table et qu'on mesure sa hauteur avec une règle.) Note : Plusieurs élèves ont tendance à associer la hauteur du parallélogramme à la mesure de son côté oblique. Ils auront besoin d'examiner différentes situations avant de bien comprendre que la hauteur d'une figure correspond à la distance perpendiculaire entre sa base et son sommet.
- « Quelle relation y a-t-il entre ces deux mesures et l'aire du parallélogramme? » (Si on multiplie ces deux mesures, on obtient la mesure de l'aire du parallélogramme.)
- « Pensez-vous que cette relation serait vraie pour tous les parallélogrammes? Pourquoi? » (Oui, parce que la stratégie utilisée pour déterminer l'aire fonctionnerait de la même façon pour n'importe quel parallélogramme et mènerait à la même conclusion.)
- « Pouvez-vous décrire, en mots et à l'aide de symboles mathématiques, la relation entre les dimensions d'un parallélogramme et son aire? » (L'aire d'un parallélogramme est égale au produit de la mesure de sa base et de sa hauteur, soit $A = b \times h$.)
- « Comment expliquez-vous que cette relation soit la même que pour un rectangle? » (On peut toujours transformer un parallélogramme en un rectangle de façon à ce que les deux figures aient la même base et la même hauteur. Ces deux figures ont donc la même aire.) Note : Profiter de cette situation pour rappeler aux élèves que tous les rectangles sont des parallélogrammes.

L'enseignant ou l'enseignante peut ensuite présenter aux élèves la figure suivante et leur demander :

- « Que pouvez-vous dire au sujet de l'aire des parallélogrammes vert, orange et bleu? » (Ils ont la même aire puisque les trois ont la même base et la même hauteur.)

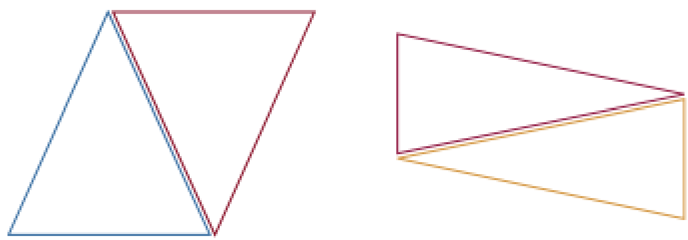


On peut aussi illustrer cette situation d'une façon dynamique en utilisant le logiciel Cybergéomètre ou le tableau interactif.

Triangle : Lorsque les élèves ont bien compris comment déterminer l'aire d'un rectangle et l'aire d'un parallélogramme, ainsi que le sens de la formule A=b×h, ils peuvent utiliser ces connaissances pour établir la relation entre les dimensions d'un triangle et son aire.

Exemple d'activité

L'enseignant ou l'enseignante demande aux élèves de dessiner deux paires de triangles congruents, de les découper et d'assembler chaque paire de façon à former un parallélogramme. Soulignons que si une des paires de triangles est composée de triangles rectangles, le parallélogramme qui sera alors formé sera un rectangle.

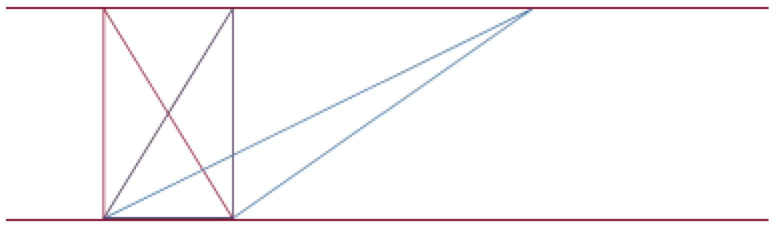


L'enseignant ou l'enseignante incite ensuite les élèves à établir la relation entre les dimensions du triangle et son aire en posant des questions telles que :

- « Quelle relation y a-t-il entre la hauteur et la base d'un des triangles, et la hauteur et la base du parallélogramme correspondant? » (Le triangle et le parallélogramme correspondant ont la même base et la même hauteur.)
- « Comment pourrait-on utiliser cette relation pour déterminer l'aire d'un triangle? » (On peut d'abord déterminer l'aire du parallélogramme. Ensuite, puisqu'il faut 2 triangles congruents pour former le parallélogramme, l'aire de chaque triangle doit être égale à la moitié de l'aire du parallélogramme.)
- « Pouvez-vous décrire, en mots et à l'aide de symboles mathématiques, la relation entre les dimensions d'un triangle et son aire? » [L'aire du triangle est égale à la moitié du produit de la mesure de sa base et de sa hauteur, soit A = $\frac{1}{2}$(b×h).]

L'enseignant ou l'enseignante peut ensuite présenter aux élèves la figure suivante et leur demander :

– « Que pouvez-vous dire au sujet de l'aire des triangles rouge, violet et bleu? » (Ils ont la même aire puisque les trois ont la même base et la même hauteur.)



On peut aussi illustrer cette situation d'une façon dynamique en utilisant le logiciel Cybergéomètre ou le tableau interactif.

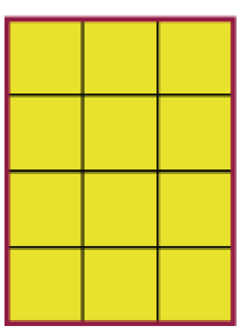
D'autres relations entre les dimensions et l'aire d'un rectangle peuvent aussi être explorées. Même si ces relations ne mènent pas à l'élaboration de formules, elles permettent aux élèves de proposer des conjectures et de les vérifier.

Exemple

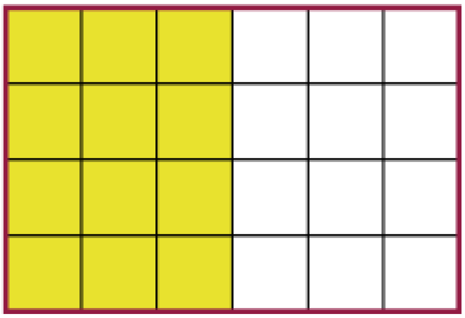
L'enseignant ou l'enseignante remet aux élèves trois rectangles et leur demande de déterminer l'aire de chacun. Puis, il ou elle leur demande de doubler la mesure de la base de chaque rectangle et de déterminer l'aire des nouveaux rectangles. Il ou elle leur demande ensuite d'analyser les résultats afin de déterminer ce qu'il advient de l'aire d'un rectangle lorsqu'on double la mesure de sa base. Le tableau suivant présente un exemple de résultats possibles.

Rectangle	Base	Hauteur	Aire
n^o 1	3 cm 2 × 3 cm = 6 cm	4 cm 4 cm	12 cm^2 24 cm^2 (2 × 12 cm^2)
n^o 2	7 cm 2 × 7 cm = 14 cm	10 cm 10 cm	70 cm^2 140 cm^2 (2 × 70 cm^2)
n^o 3	4 cm 2 × 4 cm = 8 cm	18 cm 18 cm	72 cm^2 144 cm^2 (2 × 72 cm^2)

Relation Si la mesure de la base d'un rectangle est doublée, l'aire du rectangle est aussi doublée.



Rectangle no 1


Rectangle no 1 avec la mesure de la base doublée

L'enseignant ou l'enseignante propose ensuite aux élèves d'émettre une conjecture par rapport à chacune des situations suivantes et de la vérifier à l'aide des rectangles donnés.

Situation 1 : « Qu'advient-il de l'aire d'un rectangle lorsqu'on double la mesure de sa hauteur? Justifiez votre réponse. » (L'aire du rectangle est doublée.)

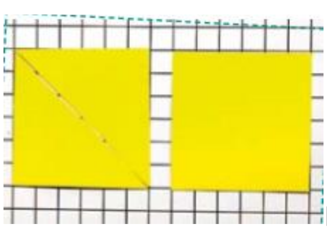
Situation 2 : « Qu'advient-il de l'aire d'un rectangle lorsqu'on double la mesure de sa hauteur et de sa base? Justifiez votre réponse. » (L'aire du rectangle est quadruplée.)

Situation 3 : « Qu'advient-il du périmètre d'un rectangle lorsqu'on double la mesure de sa hauteur et de sa base? Justifiez votre réponse. » (Le périmètre du rectangle est doublé.)

L'enseignant ou l'enseignante peut aussi proposer aux élèves des activités qui leur permettent d'explorer des situations pour lesquelles il n'y a pas de relation entre les attributs longueur et aire. Ce type d'activité permet aux élèves de mieux comprendre l'importance de vérifier une conjecture avant de conclure qu'elle est vraie.

Exemple 1

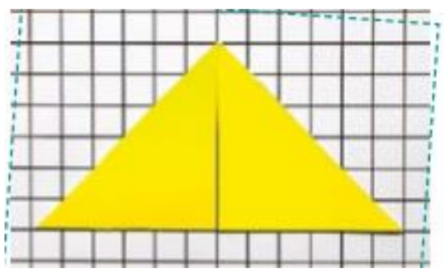
L'enseignant ou l'enseignante demande aux élèves s'il y a, selon eux, une relation entre le périmètre de deux figures planes qui ont la même aire. Un ou une élève dit : « Je pense que si deux figures planes ont la même aire, elles ont aussi le même périmètre. »

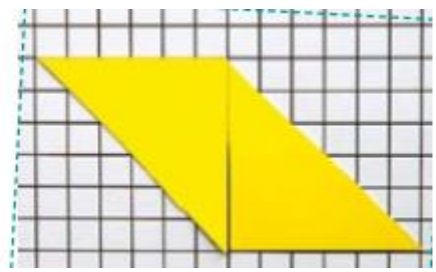

L'enseignant ou l'enseignante demande aux autres élèves s'ils pensent que cette conjecture est vraie ou s'ils pensent qu'elle est fausse. Il ou elle groupe ensuite les élèves par deux et leur suggère de vérifier la conjecture. Pour ce faire, il ou elle leur propose la démarche suivante :

- tracer deux carrés identiques;
- déterminer l'aire et le périmètre des carrés;

- tracer une diagonale dans un des deux carrés et le découper de façon à obtenir deux triangles;
- former de nouvelles figures planes avec ces deux triangles et déterminer le périmètre de chacune;
- utiliser les résultats pour déterminer si la conjecture est vraie ou fausse.

Les photos ci-après illustrent deux figures qui pourraient être formées. À l'aide de ces figures, les élèves peuvent constater que même si l'aire de chacune de ces figures est égale à l'aire du carré original, la mesure de leur périmètre est différente. Ils peuvent alors conclure que la conjecture est fausse, c'est-à-dire que si deux figures planes ont la même aire, elles n'ont pas nécessairement le même périmètre.





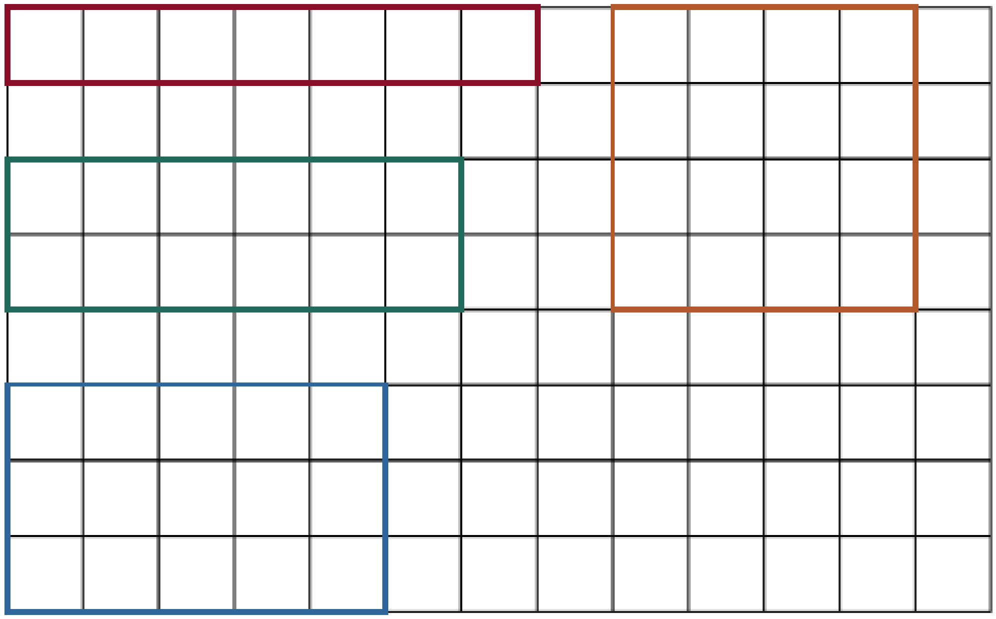
Exemple 2

L'enseignant ou l'enseignante demande aux élèves s'il y a, selon eux, une relation entre l'aire de deux figures planes qui ont le même périmètre. Un ou une élève dit : « Je pense que même si deux figures planes ont le même périmètre, elles n'ont pas nécessairement la même aire. »

L'enseignant ou l'enseignante demande aux autres élèves s'ils pensent que cette conjecture est vraie ou s'ils pensent qu'elle est fausse. Il ou elle groupe ensuite les élèves par deux et leur suggère de vérifier la conjecture. Pour ce faire, il ou elle leur propose la démarche suivante :

- tracer sur du papier quadrillé divers rectangles qui ont un périmètre de 16 cm;
- déterminer l'aire de chacun des rectangles;
- utiliser les résultats pour indiquer si la conjecture est vraie ou fausse.

La figure suivante illustre quelques rectangles qui pourraient être tracés. À l'aide de ces rectangles, les élèves peuvent constater que même si les rectangles ont le même périmètre (16 cm), ils n'ont pas la même aire. Ils sont alors en mesure de conclure que la conjecture est vraie, c'est-à-dire que si deux figures planes ont le même périmètre, elles n'ont pas nécessairement la même aire.



Note : L'enseignant ou l'enseignante peut inciter les élèves à pousser leur réflexion plus loin et à constater que dans le cas de rectangles de même périmètre, celui dont l'aire est la plus grande est le carré. Pour une description détaillée d'une activité qui amène les élèves à faire cette constatation, voir Le plus grand enclos pour les animaux dans le Guide d'enseignement efficace des mathématiques, de la 4e à la 6e année, Modélisation et algèbre (Ministère de l'Éducation de l'Ontario, 2008, p. 104-107).

Relation entre les attributs aire et volume

En 6e année, l'enseignant ou l'enseignante doit amener les élèves à découvrir la relation entre le volume d'un prisme droit, sa hauteur et l'aire de sa base. Afin que les élèves puissent établir et comprendre cette relation, ils ont besoin d'explorer diverses situations d'apprentissage avec du matériel concret.

Exemple


L'enseignant ou l'enseignante présente aux élèves de petites boîtes en forme de prisme droit comme celles sur la photo ci-contre et leur demande de déterminer de quelle façon ils pourraient en déterminer le volume. Un ou

une élève propose de construire une structure qui occupe le même espace qu'une des boîtes en utilisant des cubes emboîtables de 1 cm3. Il ou elle dénombre ensuite les cubes utilisés. Comme il y en a 180, l'élève conclut que le volume de la boîte est égal à 180 cm^3.

L'enseignant ou l'enseignante incite ensuite les élèves à utiliser une stratégie autre que le dénombrement pour déterminer le volume de la structure, en posant des questions telles que :

- « Cette structure ressemble à un édifice à étages. Combien d'étages compte cette structure? » (Elle compte 5 étages.)
- « Quelle est l'aire de chaque étage? Comment le sait-on? » (L'aire de chaque étage est de 36 cm^2 puisqu'il mesure 6 cm de long et 6 cm de large. C'est comme une disposition rectangulaire composée de 6 rangées de 1 cm et de 6 colonnes de 1 cm.)
- « Si la structure n'avait qu'un étage, quel serait son volume? Pourquoi? » (Son volume serait de 36 cm3 puisqu'il serait composé de 36 cubes et que chaque cube a un volume de 1 cm^3.)
- « Comment peut-on alors déterminer le volume de la structure à 5 étages? » (On a une disposition rectangulaire composée de 5 étages, chacune ayant un volume de 36 cm^3. Le volume de la structure mesure donc 180 cm^3.)
- « Quelle relation ces observations vous suggèrent-elles? » (Le volume d'un prisme droit est égal au produit de l'aire de sa base et de sa hauteur.)
- « Comment pourrait-on écrire cette relation symboliquement? » (V = aire de la base × h)

Cette relation est très importante puisqu'elle permet aux élèves de déterminer le volume d'autres prismes droits (p. ex., prisme droit à base triangulaire). Ils pourront aussi l'utiliser, au cycle intermédiaire, pour déterminer le volume de cylindres.

Soulignons, en terminant, que l'enseignant ou l'enseignante peut aussi proposer aux élèves des activités qui leur permettent d'explorer des situations pour lesquelles il n'y a pas de relation entre certains attributs. Par exemple, il ou elle peut leur demander s'il y a une relation entre le volume d'un objet et sa masse. Pour illustrer cette situation, il ou elle pourrait leur montrer divers objets sphériques (p. ex., balle de tennis de table, balle de baseball, ballon de basket-ball, ballon de plage) et leur demander de les placer, d'abord en ordre croissant de volume puis en ordre croissant de masse. Les élèves pourront conclure qu'il n'y a pas de relation entre le volume d'un objet et sa masse.

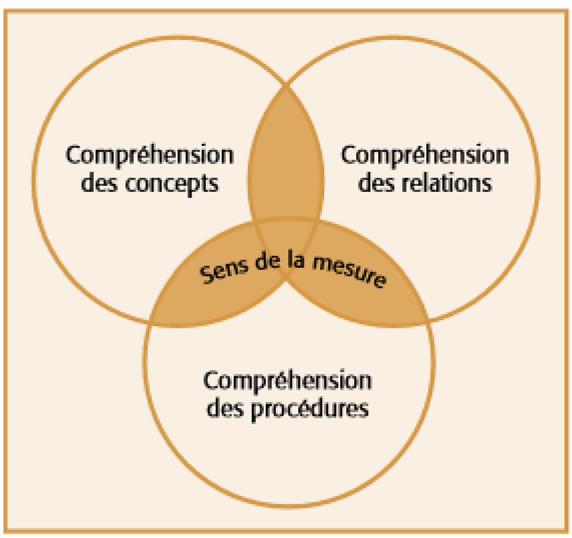
Énoncé 3 – Acte de m esurer

La compréhension des procédures nécessite de s'approprier toutes les étapes de l'acte de mesurer afin de consolider les concepts en mesure.

Un programme efficace établit un équilibre entre le contenu et le processus, et entre la compréhension d'un concept et le développement d'une habileté. Les recherches montrent que, si les enfants mémorisent les procédures mathématiques sans en saisir le sens, il leur est très difficile par la suite de faire un retour en arrière pour bien comprendre ce qu'ils ont fait. (Ministère de l'Éducation de l'Ontario, 2003, p. 35)

Bien que le développement du sens de la mesure repose sur la compréhension des concepts et des relations, dans la pratique cette compréhension s'acquiert par l'utilisation de procédures liées à l'acte de mesurer. Selon Lehrer (2003, p. 190), développer une compréhension de procédures efficaces en mesure est une forme d'approfondissement de la compréhension conceptuelle, laquelle s'appuie sur la construction et l'analyse des diverses étapes de l'acte de mesurer.

Le schéma suivant illustre le lien étroit qui existe entre le développement du sens de la mesure et la compréhension des concepts, des relations et des procédures. Il importe que l'enseignant ou l'enseignante maintienne dans sa programmation en mesure un équilibre entre la construction des concepts, l'établissement des relations et l'utilisation des procédures.



Étapes de l'Acte de Mesurer

L'acte de mesurer comporte une série de réflexions, de décisions et d'actions qui mènent à l'obtention et à la communication d'une mesure exacte et appropriée à un contexte donné. Pour ce faire, il faut franchir différentes étapes qui sont les mêmes pour tous les attributs à l'étude au cycle moyen, soit les attributs longueur, aire, volume, angle, capacité, masse, température et temps.

Quoique le nombre et l'identification de ces étapes varient quelque peu selon les chercheurs et les chercheuses, elles peuvent en général être articulées de façon séquentielle comme suit :

- déterminer l'attribut à mesurer;
- choisir l'unité de mesure;
- déterminer la mesure;
- communiquer le résultat.

Déterminer l'attribut à mesurer

Le terme « mesure » réfère à la grandeur d'objets ou de phénomènes. Le fait de mesurer fournit une réponse explicite quant à la grandeur de l'un des attributs de l'objet ou du phénomène. (Buys et de Moor, 2005, p. 18, traduction libre)

Dans toute situation-problème faisant appel à l'acte de mesurer, la première étape est de déterminer quel attribut de l'objet doit être mesuré. Est-ce, par exemple, la longueur, la circonférence, l'aire, la capacité, la masse, la température, le volume? Pour être en mesure de déterminer l'attribut à mesurer dans une situation donnée, les élèves doivent bien comprendre le sens de chacun de ces attributs. L'enseignant ou l'enseignante doit donc leur proposer diverses situations d'apprentissage qui les incitent à s'interroger sur ce que les divers attributs d'un objet représentent et à choisir celui qui leur permettra de résoudre le problème.

Étapes de l'acte de mesurer

Déterminer l'attribut à mesurer

Choisir l'unité de mesure

Déterminer la mesure

Communiquer le résultat

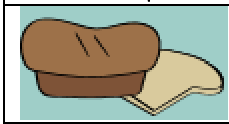
Exemple 1

L'enseignant ou l'enseignante remet aux élèves un contenant cylindrique et leur demande de dresser une liste de ses attributs mesurables. Il ou elle anime ensuite une discussion portant sur les attributs identifiés tels que la hauteur, la largeur, la profondeur, l'épaisseur, la circonférence, l'aire, la masse, la capacité ou le volume. Il ou elle demande aux élèves de décrire chacun de ces attributs et leur demande d'identifier celui qui correspond au nombre de bonbons que le cylindre peut contenir.

Exemple 2

L'enseignant ou l'enseignante montre un pain aux élèves. Il ou elle leur propose ensuite diverses situations-problèmes et leur demande de déterminer, dans chaque cas, le ou les attributs qui pourraient être mesurés pour résoudre le problème. Le tableau ci-après présente quelques exemples de situations possibles.

Situation-problème	Attributs à mesurer
Ce plateau est-il assez grand pour y placer le pain? 	La longueur et la largeur du pain et celles du plateau.
Ce sac en papier est-il assez grand pour contenir le pain?	La longueur du pain et celle du sac, de même que le périmètre du pain et la circonférence de l'ouverture du sac.
Cette boîte est-elle assez grande pour contenir le pain 	Le volume du pain et la capacité (volume intérieur) de la boîte. On peut aussi ajouter qu'il y a lieu de considérer les dimensions du pain (longueur, largeur et hauteur) et de l'intérieur de la boîte afin de s'assurer que le pain puisse être placé dans la boîte sans être écrasé.
Combien coûte le pain s'il est vendu à 0,05 $ le gramme?	La masse du pain.

Situation-problème	Attributs à mesurer
	
Le boulanger a mis le pain au four à9 h et l'a retiré à 9 h 45. Quelle a été la durée de la cuisson? 	L'intervalle de temps entre le début et la fin de la cuisson.
Après la cuisson, la partie extérieure du pain est-elle aussi chaude que la partie intérieure?	La température de la croûte et celle de la mie du pain.

L'enseignant ou l'enseignante doit tenir compte du fait que les élèves pourraient avoir de la difficulté à identifier et à comprendre le sens des attributs volume, température, angle et circonférence puisque ces attributs sont à l'étude pour la première fois au cycle moyen. Pour ce faire, il ou elle doit leur présenter diverses activités qui leur permettront de se familiariser avec ces nouveaux attributs et de comprendre ce qu'ils représentent.

Exemple

L'enseignant ou l'enseignante demande aux élèves de déterminer la longueur de ruban qui est nécessaire pour faire le tour d'une boîte de conserve donnée. Les élèves doivent reconnaître que l'attribut à mesurer est la circonférence et s'assurer d'utiliser ce terme pour l'identifier au lieu des termes contour ou périmètre.

Choisir l'unité de mesure

Décloisonner les mesures, c'est se demander, face à un solide donné, par exemple un cube, « que puis-je mesurer? ». Je peux mesurer l'arête, l'aire d'une face, l'aire extérieure, le volume. Pour chacune de ces grandeurs, on choisit l'unité adéquate à une, deux ou trois dimensions de l'espace. Inviter les enfants à répondre à cette seconde question « avec quoi puis-je mesurer? », c'est l'occasion unique d'asseoir chez eux la distinction entre les différentes unités de mesure. (Roegiers, 2000, p. 143)

La deuxième étape de l'acte de mesurer consiste à choisir une unité de mesure non conventionnelle ou conventionnelle appropriée pour mesurer un attribut quelconque d'un objet. Pour ce faire, il importe de choisir une unité qui reflète l'attribut à mesurer et qui se prête bien à la situation. De plus, il est généralement préférable d'utiliser une seule et même unité de mesure. Enfin, il importe aussi que le choix de l'unité tienne compte du degré de précision de la mesure recherché (p. ex., une mesure de masse au kilogramme ou au gramme près). La notion de degré de précision de la mesure est traitée dans la section Utiliser un instrument de mesure (p. 93-99).

Lors des premières explorations d'un attribut d'un objet, il est préférable que l'enseignant ou l'enseignante incite d'abord les élèves à choisir une unité de mesure non conventionnelle, et ce, afin de leur permettre de mieux comprendre le sens de l'attribut et de sa mesure. Par la suite, il ou elle peut faire ressortir les limites de l'unité choisie et les avantages d'utiliser une unité de mesure conventionnelle.

Étapes de l'acte de mesurer

Déterminer l'attribut à mesurer

Choisir l'unité de mesure

Déterminer la mesure

Communiquer le résultat

Exemple

Un enseignant ou une enseignante de 4e année propose aux élèves de déterminer l'aire d'un tapis pour exercices au sol. Il ou elle leur présente divers objets (p. ex., jeton circulaire, carreau algébrique, papillon autocollant, boîte de CD, grand carton, ballon) et leur demande d'indiquer, pour chacun, si l'objet constitue un bon choix d'unité de mesure pour cette tâche et d'expliquer pourquoi. Le tableau suivant présente des exemples de réponse possible.

Objet	Réponse possible
Jeton circulaire	Ce n'est pas un bon choix parce que sa forme circulaire ne se prête pas bien à la mesure de l'aire d'une surface rectangulaire.
Carreau algébrique Papier autocollant	La forme rectangulaire de ces deux objets reflète bin l'attribut à mesurer. Par contre, puisqu'il faudrait un très grand nombre de chacun de ces objets pour recouvrir le tapis, ils ne constituent pas les meilleurs choix comme objet étalon.

Objet	Réponse possible
Boîte de CD Grand carton	Chacun de ces deux objets constitue un bon choix d'objet étalon parce qu'il est facile de les utiliser pour recouvrir le tapis et ainsi déterminer son aire. Il importe de souligner que dans le cas de la boîte de CD, c'est l'aire d'une des faces qui sert d'unité de mesure.
Ballon	Ce n'est pas un bon choix parce que sa surface courbe ne se prête pas à la mesure de l'aire du tapis.

Afin de s'assurer que les élèves comprennent bien le sens d'une unité de mesure, l'enseignant ou l'enseignante demande à quelques-uns de démontrer comment les boîtes de CD et les grands cartons pourraient être utilisés pour déterminer l'aire du tapis. Les élèves démontrent alors comment il est possible de recouvrir le tapis à l'aide de chacun de ces objets (voir Juxtaposer des unités de mesure, p. 92-93).

L'enseignant ou l'enseignante incite ensuite les élèves à réfléchir aux désavantages d'utiliser ces unités de mesure pour déterminer l'aire du tapis en posant des questions telles que :

– « Si je vous disais que l'aire du tapis est égale à l'aire de 6 grands cartons, auriez-vous une bonne image de l'aire du tapis? Justifie ta réponse. » (Oui, mais seulement dans la mesure où on a une bonne image mentale du carton utilisé. Sinon, il n'est pas possible de se faire une bonne image de l'aire du tapis.)
– « Pour acheter du tissu pour recouvrir le tapis, serait-il utile de dire au vendeur ou à la vendeuse que l'aire du tapis correspond à l'aire de 36 faces de boîte de CD? Pourquoi? » (Non, parce que ce n'est pas là une unité de mesure qui est couramment utilisée pour décrire une quantité de tissu.)

En reprenant l'activité à l'aide de centimètres carrés ou de mètres carrés comme unités de mesure, l'enseignant ou l'enseignante peut souligner que ces unités sont dites conventionnelles parce qu'elles sont employées couramment par un grand nombre de personnes et qu'elles ont, par le fait même, l'avantage de rendre la communication de la mesure claire. Il ou elle peut aussi faire ressortir le fait que les unités de mesure conventionnelles choisies doivent aussi refléter l'attribut à mesurer, se prêter à la situation et être de préférence identiques afin d'être utiles et appropriées pour résoudre la situation-problème.

Déterminer la mesure

Le nombre de fois que l'unité de mesure est contenue dans la grandeur est la mesure. C'est donc un nombre abstrait qui exprime le rapport entre la grandeur de l'objet et l'unité choisie. (Roegiers, 2000, p. 115)

La troisième étape de l'acte de mesurer consiste à déterminer la mesure d'un attribut quelconque d'un objet, c'est-à-dire à donner un ordre de grandeur à l'attribut en le quantifiant en fonction d'une unité de mesure.

Selon la situation, on utilise généralement l'une des stratégies suivantes pour déterminer une mesure :

- comparer et ordonner;
- juxtaposer des unités de mesure;
- utiliser un instrument de mesure;
- appliquer une formule.

Le choix de la stratégie dépend du contexte, de l'utilisation que l'on veut faire de la mesure, du degré de précision recherché et des instruments de mesure disponibles.

Étapes de l'acte de mesurer

Déterminer l'attribut à mesurer

Choisir l'unité de mesure

Déterminer la mesure

Communiquer le résultat

Comparer et ordonner : Comparer et ordonner implique la comparaison de deux objets en fonction d'un même attribut. Par exemple, pour donner une idée de la longueur de son crayon, un ou une élève peut comparer la longueur du crayon à la longueur d'un stylo et conclure : « Mon crayon est un peu plus long que ce stylo ». Cette stratégie ne permet pas à proprement parler de quantifier la mesure d'un attribut d'un objet; elle permet simplement de fixer un ordre de grandeur de cet attribut en établissant qu'il est plus grand ou plus petit que le même attribut d'un autre objet connu. Soulignons que l'on utilise tous cette stratégie dans de nombreuses situations où l'on juge qu'il n'est pas vraiment nécessaire de quantifier la mesure. Par exemple, afin de s'assurer qu'un papier d'emballage est suffisamment long pour permettre d'emballer une boîte, il suffit de comparer le périmètre de la boîte à la longueur du papier en superposant successivement quatre des faces de la boîte sur le papier.

On compare la mesure d’un attribut de deux objets soit par comparaison directe, soit par comparaison indirecte.

Dès leur très jeune âge, les enfants comparent la mesure d’un attribut de deux objets par comparaison directe (p. ex., la longueur de deux tablettes de chocolat, leur taille par rapport à celle d’un autre enfant). Ils communiquent ensuite le résultat de façon descriptive plutôt que quantitative (p. ex., « Cette tablette de chocolat est plus longue que celle-là. », « Je suis moins grand que toi. »).

La comparaison directe s’effectue habituellement soit en superposant un objet sur un autre, soit en plaçant les deux objets côte à côte ou dos à dos.

Exemple 1

Les élèves superposent deux assiettes et constatent qu’une assiette a un plus grand diamètre que l’autre.

Exemple 2

Les élèves placent des deux boîtes de céréales dos à dos et constatent qu’une boîte est plus haute que l’autre.

Lorsqu’il est difficile ou impossible de comparer directement deux objets en fonction d’un même attribut, on peut effectuer une comparaison indirecte, c’est-à-dire comparer la mesure de l’attribut pour chacun des objets à une troisième mesure. Par exemple, il peut être difficile de déterminer, par comparaison directe, lequel de deux verres a la plus grande capacité. Par contre, le fait de remplir d’eau un premier verre et de verser ensuite cette eau dans le deuxième permet de déterminer lequel des deux a la plus grande capacité. On effectue donc une mesure par comparaison indirecte puisqu’on fait appel à une troisième mesure, soit le volume d’eau que le premier verre peut contenir. L’habileté à comparer divers attributs d’objets par la comparaison indirecte contribue au développement du concept de transitivité (voir Transitivité, p. 47-49). Il importe donc que l’enseignant ou l’enseignante incite les élèves à effectuer une comparaison directe ou indirecte avec autant d’attributs que possible.

Juxtaposer des unités de mesure : Juxtaposer des unités de mesure consiste à placer soigneusement un certain nombre d’objets étalons comme unités de mesure de façon à :

- égaler une distance pour déterminer sa longueur;

Exemple

Une élève détermine la longueur d’un carton en utilisant de petits et de grands trombones comme objets étalons. Elle dispose bout à bout une série de trombones de chaque grandeur pour couvrir la distance entre les deux extrémités du carton. Elle dénombre ensuite les trombones utilisés et conclut, par exemple, que la longueur du carton est égale à la longueur de 14 petits trombones ou à la longueur de 8 grands trombones.

- recouvrir une surface pour déterminer son aire;

Exemple

Un élève détermine l'aire d'un drapeau en le couvrant entièrement de papillons autocollants. Il dénombre les papillons utilisés et conclut, par exemple, que l'aire du drapeau correspond à l'aire de 24 papillons autocollants.

- remplir un espace à trois dimensions pour déterminer une capacité ou un volume.

Exemple

Une élève détermine le volume d'une boîte en bois en remplissant, à l'aide de cubes de 1 cm3, l'espace que la boîte occupait dans un moule. Elle dénombre ensuite les cubes utilisés et conclut, par exemple, que le volume de la boîte correspond au volume de 180 cubes ou qu'il est égal à 180 cm^3.

Juxtaposer des unités de mesure permet de quantifier la mesure d'un attribut quelconque d'un objet, habituellement en fonction d'unités de mesure non conventionnelles. Cette stratégie est particulièrement utile pour aider les élèves à développer leur compréhension des attributs longueur, aire et volume puisque la mesure de chaque attribut est exprimée en fonction d'objets étalons concrets plutôt que de mesures conventionnelles plus abstraites telles que des centimètres, des centimètres carrés ou des centimètres cubes. Elle permet aussi aux élèves de mieux comprendre les concepts d'itération (voir Itération, p. 44-46) et de structure associée aux unités de mesure (voir Structure associée aux unités de mesure, p. 55-58).

Utiliser un instrument de mesure : Un grand nombre d'instruments de mesure (p. ex., règle, thermomètre, balance) ont été conçus pour déterminer la mesure de divers attributs en fonction d'unités de mesure conventionnelles. Même si cette stratégie permet d'obtenir une mesure rapidement, elle requiert toutefois, de la part de la personne qui l'utilise, un bon sens de la mesure et une bonne capacité d'abstraction. Afin d'aider les élèves à comprendre l'importance

de ces instruments et la façon de les utiliser correctement, l'enseignant ou l'enseignante peut leur proposer d'en fabriquer un.

Les élèves comprendront probablement mieux le fonctionnement des instruments de mesure s'ils fabriquent des instruments de mesure simples basés sur des modèles d'unités qui leur sont familiers. […] Il est essentiel que les élèves comparent le dispositif non conventionnel avec l'instrument classique. Si les élèves n'ont pas l'occasion de faire cette comparaison, ils risquent de ne pas comprendre que ces deux instruments permettent d'arriver au même résultat.(Van de Walle et Lovin, 2008a, p. 272)

Exemple

L'enseignant ou l'enseignante groupe les élèves en équipes de deux ou trois et leur demande de fabriquer une balance à deux plateaux. Il ou elle met à leur disposition le matériel nécessaire (p. ex., berlingots, assiettes ou tasses en carton ou en polystyrène, ficelle, baguettes de bois, pâte à modeler).

Lorsque toutes les équipes ont terminé la fabrication de la balance, l'enseignant ou l'enseignante remet à chacune un ensemble de cinq objets usuels de la classe (p. ex., crayon, craie, gomme à effacer, marqueur, taille-crayon). Il ou elle leur demande d'abord de comparer la masse des cinq objets en les soupesant (voir Comparer et ordonner, p. 89-91). Puis, l'enseignant ou l'enseignante leur demande d'utiliser la balance qu'ils ont fabriquée pour déterminer la masse de ces mêmes objets en fonction d'unités de mesure non conventionnelles (p. ex., cubes unitaires, billes, matériel de base dix). Il ou elle invite ensuite quelques équipes à présenter leur balance et à en expliquer le fonctionnement.

Par la suite, l'enseignant ou l'enseignante remet à chaque équipe une balance à deux plateaux et un ensemble d'unités de mesure de masse conventionnelles et leur demande de déterminer la masse des mêmes cinq objets. Lorsque toutes les équipes ont terminé, il ou elle les invite à comparer le fonctionnement des deux balances et à comparer les mesures obtenues dans chaque cas.

Pour d'autres suggestions d'activités liées à la fabrication d'un instrument de mesure, voir Fabrication d'une règle (p. 139), Fabrication d'un instrument de mesure de temps (p. 152) et Fabrication d'un récipient gradué (p. 170).

Au cycle moyen, il importe que les élèves apprennent à utiliser certains des instruments de mesure usuels tels que ceux énumérés dans le tableau suivant en tenant compte du degré de précision recherché et de l'importance de l'exactitude de la mesure.

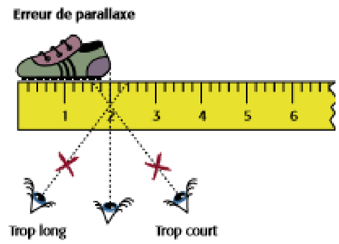
Attributs	Instruments
Longueur	• règle graduée en centimètres • mètre • ruban à mesurer

Attributs	Instruments
	• roue graduée en centimètres et en mètres
Temps	• horloge analogique • horloge numérique • sablier • chronomètre
Température	• thermomètre
Masse	• balance à deux plateaux • balance à triple fléau • balance à affichage numérique
Capacité	• éprouvette graduée ou tout autre contenant gradué (p. ex., tasse à mesurer) • cuillères à mesurer
Angle	• rapporteur d'angles • goniomètre

Dans toute situation faisant appel à une mesure, le degré de précision recherché détermine la taille de l'unité de mesure qui doit être utilisée. Il est défini en fonction du besoin ou de l'intention de la mesure. Par exemple, dans certaines situations, il peut suffire de savoir que la hauteur d'un cadre de porte mesure environ 2 m. Cette mesure, donnée au mètre près, demeure toutefois approximative et à un degré de précision peu élevé. Il est fort probable que la hauteur du cadre mesure en réalité un peu moins ou un peu plus de 2 m. Si on veut fabriquer une porte pour la poser dans le cadre, il est nécessaire d'obtenir une mesure à un degré de précision plus élevé. Il faut alors utiliser des unités de mesure plus petites, c'est-à-dire des unités correspondant à des fractions de mètre (p. ex., des centimètres). On pourrait alors déterminer que la hauteur du cadre mesure, au centimètre près, 213 cm.

Les élèves doivent reconnaître l'importance de choisir une unité de mesure qui correspond au degré de précision imposé, de façon explicite ou implicite, par la situation de mesure. Par exemple, pour déterminer le temps qu'ils mettent pour courir le 100 mètres, les élèves peuvent choisir d'utiliser un chronomètre afin d'obtenir une mesure à la seconde près. Par contre, ils doivent reconnaître que lors des Jeux olympiques, il est nécessaire de mesurer le temps requis par les athlètes pour courir le 100 mètres au centième de seconde près.

L'exactitude de la mesure dépend de la manière dont on se sert de l'instrument de mesure, c'est-à-dire du respect des modalités d'utilisation de l'instrument. Si l'instrument n'est pas utilisé correctement, la mesure obtenue ne sera pas exacte; elle sera supérieure ou inférieure à la grandeur mesurée. Pour aider les élèves à bien comprendre la bonne façon d'utiliser un instrument de mesure donné, l'enseignant ou l’enseignante peut d’abord modeler son utilisation. Dans ce qui suit, on présente quelques précisions relatives aux modalités d’utilisation de certains instruments.



Pour utiliser correctement une règle, il faut :

- aligner une des extrémités de l'objet sur le zéro ou au début des graduations;
- s'assurer que la ligne de vision de l'autre extrémité de l'objet forme un angle de 90° avec la règle (voir Erreur de parallaxe ci-contre);
- dénombrer sur la règle, les unités qui vont d'une extrémité à l'autre de l'objet.

Pour utiliser correctement une balance à deux plateaux, il faut :

- placer la balance sur une surface horizontale plane;
- s'assurer que la balance est en équilibre avant de placer l'objet à mesurer sur un des plateaux;
- placer l'objet à mesurer sur un des plateaux et placer dans l'autre, une des unités de masse choisies (p. ex., masse de 1 g);
- ajouter des unités de masse jusqu'à ce que les deux plateaux soient à nouveau en équilibre;
- dénombrer les unités de masse utilisées.

Pour utiliser correctement la balance à triple fléau, il faut :

- placer la balance sur une surface horizontale plane;
- s'assurer que la flèche pointe vers le zéro avant de placer l'objet à mesurer sur le plateau;
- placer l'objet à mesurer au centre du plateau;
- déplacer les masses coulissantes une à la fois, en commençant toujours par la plus grande masse (p. ex., la masse de 100 g, puis celle de 10 g et finalement, celle de 1 g) et en s'assurant de toujours placer les masses dans une des encoches;

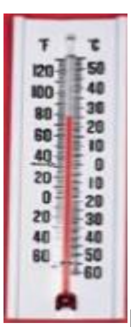
- s’assurer que la flèche pointe toujours au-dessus du zéro avant de déplacer une masse vers la prochaine encoche;
- si la flèche pointe sous le zéro, reculer la masse d’une encoche et déplacer la prochaine masse (plus petite);
- procéder ainsi jusqu’à ce que la flèche pointe vers le zéro;
- lire la masse de l’objet en fonction des graduations où sont insérées chacune des trois masses.


Pour lire correctement une horloge analogique, il faut reconnaître :

- que, partant du haut, les aiguilles de l’horloge tournent vers la droite;
- que le chiffre vers lequel la petite aiguille pointe, ou le dernier chiffre vers lequel elle pointait, indique le nombre d’heures (p. ex., 9 h sur l’horloge ci-contre);
- que la circonférence de l’horloge est graduée à l’aide de petits traits par multiples de 5;
- que le trait vers lequel la grande aiguille pointe indique le nombre de minutes (p. ex., puisque la grande aiguille pointe vers le premier trait après le chiffre 7, il s’agit de 1 minute de plus que 7 multiples de 5 minutes, soit 36 minutes);
- que le trait vers lequel pointe la troisième aiguille, plus courte et plus étroite que la grande aiguille, indique le nombre de secondes (p. ex., 23 secondes).

Pour lire correctement une horloge numérique, il faut :

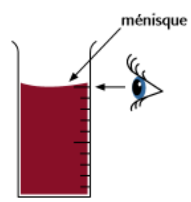
- comprendre que le nombre à la gauche des deux-points indique l’heure et que le nombre à la droite des deux-points indique les minutes (p. ex., 20 h 25);
- reconnaître que l’horloge indique l’heure soit selon l’affichage sur 12 heures, soit selon l’affichage sur 24 heures.


Pour utiliser correctement un thermomètre, il faut :

- poser le thermomètre à l'endroit désiré ou dans la solution dont on cherche à mesurer la température;
- attendre quelques minutes pour s'assurer que le liquide (habituellement du mercure ou de l'alcool) à l'intérieur du thermomètre cesse de bouger;
- s'assurer que la ligne de vision du niveau de liquide forme un angle de 90° avec le thermomètre (voir Erreur de parallaxe, p. 96);
- lire la température en fonction de la graduation sur le thermomètre (p. ex., 25 °C).

Pour utiliser correctement une éprouvette graduée, il faut :

- s'assurer de placer l'éprouvette sur une surface horizontale plane;
- y verser lentement le liquide en prenant soin de ne pas créer de bulles d'air;
- s'assurer de se placer de façon à lire le volume de liquide en tenant compte du ménisque; ménisque



On appelle ménisque la courbure de la surface d'un liquide dans un récipient. Dans une éprouvette, un liquide tel que l'eau colle à la paroi et le ménisque prend une forme concave. La lecture du volume de liquide doit se faire au point le plus bas du ménisque. De plus, la lecture doit s'effectuer à la hauteur des yeux (voir Erreur de parallaxe, p. 96).

- lire le volume de liquide en fonction de la graduation sur la paroi de l'éprouvette (p. ex., 100 ml).

Pour utiliser correctement un rapporteur d'angles, il faut :

- placer le rapporteur sur l'angle à mesurer en alignant la ligne de foi, et non le bas du rapporteur, sur un des segments de l'angle (côté initial) et en s'assurant que le point d'intersection des deux segments coïncide avec le point central de la ligne de foi;
- lire la mesure, en degrés, en repérant l'intersection du deuxième segment de l'angle (côté terminal) et de l'échelle dont le 0 se trouve sur le côté initial (p. ex., 60°).

Consulter le module Angles sur le site atelier.on.ca pour une explication plus complète relative à la façon d'utiliser correctement un rapporteur d'angles.

Appliquer une formule : Une formule en mesure est une équation qui représente une relation fondamentale entre la mesure de différents attributs d'un objet. Une fois établie, elle permet de déterminer la mesure d'un attribut quelconque d'un objet à partir d'un calcul fondé sur la mesure d'autres attributs (p. ex., déterminer la mesure du volume d'un prisme droit à partir de la mesure de sa hauteur et de l'aire de sa base).

Il importe que l'enseignant ou l'enseignante mette l'accent sur l'exploration des relations entre divers attributs mesurables d'un objet et sur l'élaboration des formules qui en découlent (voir Relations entre des attributs, p. 70-81) avant d'étudier avec les élèves la façon d'appliquer une formule. Selon Van de Walle et Lovin (2008b, p. 284), « une approche conceptuelle de l'élaboration de formules aide les élèves à comprendre que ces outils sont autant de moyens utiles et efficaces servant à mesurer divers attributs des objets qui nous entourent. Une fois qu'ils auront construit des formules de manière significative, [...] ils sauront déduire les formules de ce qu'ils savent déjà. »

Le tableau ci-après présente les principales formules de mesure que les élèves devraient pouvoir utiliser à la fin du cycle moyen.

Attribut	Figure	Formule
Périmètre	Rectangle Polygone régulier	$P = 2(b + h)$, où les variables P, b et h représentent respectivement le périmètre, la base et la hauteur du rectangle. $P = c \times n$, où les variables P, c et n représentent respectivement le périmètre, la mesure d'un côté et le nombre de côtés du polygone régulier.
Diamètre	Cercle	$D = 2 \times r$, où les variables D et r représentent respectivement le diamètre et le rayon du cercle.
Aire	Rectangle ou parallélogramme Triangle	$A = b \times h$, où les variables A, b et h représentent respectivement l'aire, la base et la hauteur du rectangle ou du parallélogramme. $A = \frac{1}{2}(b \times h)$, où les variables A, b et h représentent respectivement l'aire, la base et la hauteur du triangle.

Attribut	Figure	Formule
Volume	Prisme droit	V = aire de la base × h, où les variables V et h représentent respectivement le volume et la hauteur du prisme droit.

Note : Au cycle moyen, les élèves n’utilisent pas de formules pour déterminer la mesure des attributs angle, masse, temps et température.

Lorsque les élèves ont compris le sens des formules, ils doivent apprendre à les utiliser correctement. L’enseignant ou l’enseignante doit, à partir de la 6e année, leur présenter différentes situations qui les incitent à utiliser une formule pour déterminer la mesure d’un attribut quelconque. Il ou elle doit profiter de l’occasion pour établir des liens avec le domaine Modélisation et algèbre.

Exemple

L’enseignant ou l’enseignante demande aux élèves de déterminer, à l’aide de la formule, l’aire d’un triangle dont la base mesure 4 cm et la hauteur, 6 cm. Il ou elle s’assure que les élèves remplacent correctement les variables dans la formule du calcul de l’aire d’un triangle.

$$A = \frac{1}{2}(b \times h)$$

$$A = \frac{1}{2}(4 \times 6)$$

$$A = \frac{1}{2}(24)$$

$$A = 12$$

L’aire du triangle mesure 12 cm^2.

Par la suite, l’enseignant ou l’enseignante demande aux élèves de déterminer les dimensions, en valeurs entières, de tous les autres triangles qui ont une aire de 12 cm2 et de présenter les résultats dans un tableau.

Base (en cm)	Hauteur (en cm)
1	24
2	12
3	8
6	4
8	3
12	2
24	1

Communiquer le résultat

Une terminologie précise sera un facteur important pour aider les enfants à ne pas confondre l'objet et sa grandeur. (Roegiers, 2000, p. 118)

Une fois que les élèves ont déterminé la mesure d'un attribut quelconque d'un objet, l'enseignant ou l'enseignante doit les inciter à démontrer leur compréhension de la mesure obtenue en communiquant clairement leur résultat à l'aide du vocabulaire et des unités de mesure appropriées (voir p. 67 pour une liste des symboles des unités de mesure conventionnelles des attributs longueur, masse et capacité). Par exemple, après avoir déterminé que la hauteur de la colonne de liquide (mercure ou alcool) du thermomètre de la classe correspond au nombre 20, certains élèves peuvent être portés à dire simplement : « Il fait 20. » L'enseignant ou l'enseignante doit les amener à toujours exprimer leur résultat en soulignant l'attribut et l'objet mesuré, ainsi que l'unité de mesure utilisée (p. ex., « La température dans la classe est présentement égale à 20 °C. »). Il ou elle peut aussi les inciter à démontrer leur compréhension de ce résultat en le comparant à une autre mesure ou à une autre situation (p. ex., « C'est une température confortable; il fait moins chaud que dehors. »).

Étapes de l'acte de mesurer

Déterminer l'attribut à mesurer

Choisir l'unité de mesure

Déterminer la mesure

Communiquer le résultat

Le tableau ci-après présente divers exemples d'une communication claire impliquant les différents attributs de mesure à l'étude.

Attribut mesuré	Unité de mesure choisie	Quantité	Communication du résultat
Longueur d'un cahier	centimètre	25	La longueur du cahier est de 25 cm.
Masse d'un seau rempli d'eau	kilogramme	8	Le seau rempli d'eau a une masse de 8 kilogrammes.
Aire de la surface d'une boîte de CD	centimètre carré	168	L'aire de la surface de la boîte de CD est égale à 168 cm2 .
Capacité d'une tasse à café	millilitre	300	La tasse à café a une capacité de 300 ml.

Attribut mesuré	Unité de mesure choisie	Quantité	Communication du résultat
Volume d'un four à micro-ondes	centimètre cube	70 680	Le four à micro-ondes a un volume de 70 680 cm3.
Amplitude de l'angle A du quadrilatère ABCD	degré	120	L'angle A du quadrilatère ABCD a une amplitude de 120°.
Température à l'extérieur	degré Celsius	15	La température extérieure est de 15 °C.
Temps que dure une émission télévisée	minute	28	La durée de cette émission télévisée est de 28 minutes.

L'enseignant ou l'enseignante doit s'assurer que les élèves savent lire correctement les symboles lorsqu'ils communiquent leur résultat oralement. Ils doivent, par exemple, dire :

- La longueur du cahier est de 25 centimètres et non La longueur du cahier est de 25 « c » « m »;
- L'aire de la surface de la boîte de CD est égale à 168 centimètres carrés et non L'aire de la surface de la boîte de CD est égale à 168 « c » « m » à l'exposant 2.

Il ou elle doit aussi s'assurer que les élèves savent écrire correctement les symboles représentant les diverses unités de mesure en respectant les conventions établies (voir Annexe – Écriture des symboles des unités de mesure, p. 106).

Dans une situation où les élèves ne font que comparer la mesure d'un attribut de deux objets différents, la communication du résultat se fait à l'aide de propositions comparatives telles que celles proposées dans le tableau suivant.

Attribut mesuré	Expressions servant à la comparaison de mesures
Longueur	• plus (ou moins) long (ou court) que • plus (ou moins) large (ou mince ou épais) que • plus (ou moins) profond que • plus (ou moins) haut que • a une plus grande (ou plus petite) circonférence que • a la même longueur (ou largeur, hauteur, profondeur, circonférence) que

Attribut mesuré	Expressions servant à la comparaison de mesures
Masse	• a une plus grande (ou plus petite) masse que • a la même masse que
Capacité	• a une plus grande (ou plus petite) capacité que • a la même capacité que
Aire	• a une plus grande (ou plus petite) aire que • a la même aire que
Temps	• • a une plus longue (ou plus courte) durée que • • a la même durée que
Angle	• a une plus grande (ou plus petite) amplitude que • a la même amplitude que
Volume	• a un plus grand (ou plus petit) volume que • a le même volume que
Température	• est à une température plus (ou moins) élevée que • est à la même température que

Pour aider les élèves à développer l’habileté à communiquer clairement un résultat de mesure lors de l’échange mathématique, l’enseignant ou l’enseignante doit poser les questions en utilisant une formulation qui fait clairement référence à l’attribut. Par exemple, il ou elle devrait demander : Quelle est la capacité du verre? et non Combien d’eau le verre contient-il?; Quelle pomme a la plus grande masse? et non Quelle pomme est la plus lourde?

L’enseignant ou l’enseignante peut aussi intégrer certains concepts en Mesure et en Traitement des données et probabilité en proposant aux élèves diverses situations d’enquête qui font appel à la mesure et en leur demandant de communiquer les résultats à l’aide d’un tableau ou d’un diagramme. Le tableau et les diagrammes suivants, tirés du Guide d’enseignement efficace des mathématiques, de la 4e à la 6e année, Traitement des données et probabilité (Ministère de l’Éducation de l’Ontario, 2009, p. 79, 80 et 81) en sont des exemples.

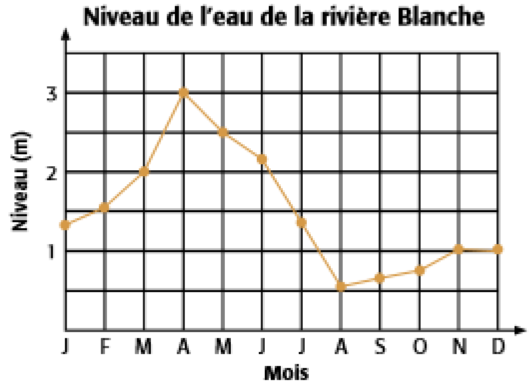
Croissance d’une plante

Nombre de semaines	0	1	2	3	4	5
Hauteur (cm)	5	8	12	17	20	21

Longueur, en centimètres, des pieds des élèves de 6e année

15,	7 8 8 9
16,	3 5 6 7 7 9
17,	0 3 6 7 8 8 9
18,	0 0 1 3 3 3 5 6 6 9 9
19,	1 2 2 4 4 4 4 5
20,	1 2 4 4 5
21,	1 3

Niveau de l’eau de la rivière Blanche



Pour d’autres activités relatives à l’acte de mesurer, voir les fiches attributs qui accompagnent ce guide et le module Mesure sur le site atelier.on.ca.

Annexe – Écriture des Symboles des Unités de Mesure

Attributs longueur, masse, aire, capacité et volume

- Les symboles des unités de mesure commencent par une minuscule si l’unité dérive d’un nom commun (p. ex., « g » pour gramme) et par une majuscule si l’unité dérive d’un nom propre (p. ex., « C » pour Celsius). Note : Le symbole de litre est « l ». Toutefois, le symbole « L » est accepté dans les situations où il y a risque de confusion entre le symbole « l » et le chiffre 1.
- On n’ajoute pas de point après les symboles (p. ex., 30 cm et non 30 cm.).
- Les symboles ne portent jamais la marque du pluriel (p. ex., 30 cm et non 30cms).
- Les symboles des unités sont précédés d’une espace insécable (p. ex., 30 cm et non 30cm).
- Pour les mesures d’aire, de capacité et de volume, l’exposant est placé immédiatement après le symbole de l’unité (p. ex., 5 m2, 120 cm^3).

Attribut temps

- Le symbole d’heure est « h » minuscule. Il s’écrit sans point et il est invariable. Il est précédé et suivi d’une espace insécable (p. ex., 9 h 30).
- On écrit généralement les chiffres selon la division du jour en 24 heures (p. ex., 20 h 45 et non 8 h 45 p.m.).
- Si on indique le temps à l’heure près, on n’ajoute pas de zéros pour les minutes (p. ex., 11 h et non 11 h 00).
- Si le nombre de minutes est inférieur à 10, on ne met pas de zéro devant ce chiffre (p. ex., 13 h 5 et non 13 h 05).
- Midi s’écrit 12 h. Minuit s’écrit soit 24 h pour indiquer la fin d’une journée, soit 0 h pour indiquer le début d’une journée. Ainsi, minuit quinze s’écrit 0 h 15.
- L’heure à la seconde près s’écrit comme suit : 9 h 36 min 23 s.

Attribut température

- Le symbole (°) pour indiquer le degré de température est précédé d’une espace insécable et il est suivi immédiatement du symbole C pour Celsius ou F pour Fahrenheit (p. ex., 20 °C, 20 °F).

Attribut angle

- Le symbole (°) pour indiquer le degré d’un angle est placé immédiatement après le nombre (p. ex., 120°).

Établir des liens

Les élèves doivent se rendre compte que « … les mathématiques sont beaucoup plus qu'un ensemble de notions théoriques et pratiques isolées. Les enseignantes et enseignants encouragent les élèves à découvrir de quelles façons les mathématiques sont reliées à leurs expériences quotidiennes afin de leur permettre d'en comprendre l'utilité et la pertinence, à l'école et ailleurs. » (Ministère de l'Éducation de l'Ontario, 2005, p. 19)

Afin de faciliter l'apprentissage des concepts en mesure, l'enseignant ou l'enseignante doit fournir aux élèves des occasions d'établir des liens entre ces concepts et :

- des expériences de la vie quotidienne;
- des concepts dans les autres domaines de mathématiques;
- des concepts dans les autres matières;
- différentes professions.

Voici quelques exemples d'activités qui permettent de créer de tels liens ainsi que des exemples de professions qui demandent une bonne connaissance des concepts en mesure.

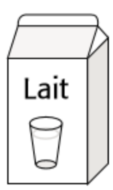
Liens avec des expériences de la vie quotidienne

Exemple 1 : Aux petits oiseaux

Cette activité de construction d'une mangeoire à oiseaux permet aux élèves d'utiliser leurs connaissances de divers concepts en mesure et de développer des habiletés relatives à l'acte de mesurer.

Quelques jours avant l'activité, l'enseignant ou l'enseignante demande aux élèves d'apporter en classe :

- un contenant en carton de 2 litres (p. ex., contenant de lait ou de jus), vide et propre;
- une baguette de bois ou une petite branche.



Il ou elle doit aussi s'assurer d'avoir 10 kg de mélange de graines pour oiseaux, 12 m de fil de fer et au moins une balance.

La journée de l'activité, l'enseignant ou l'enseignante remet aux élèves une copie des directives relatives à la construction d'une mangeoire à oiseaux (Annexe, p. 116) et en fait la lecture. Puis, il ou elle anime une discussion au sujet :

- des attributs à mesurer (p. ex., masse des graines, longueur du fil de fer, hauteur de l’avancée);
- des instruments de mesure à utiliser (p. ex., règle, balance);
- des stratégies à utiliser pour réaliser la construction de la mangeoire;
- des difficultés anticipées.

L’enseignant ou l’enseignante met le matériel nécessaire à la disposition des élèves et leur demande de procéder à la construction de leur mangeoire. Il ou elle circule et intervient au besoin. Lorsque les élèves ont terminé, il ou elle anime un bref échange mathématique afin de faire ressortir les stratégies utilisées et les difficultés éprouvées lors de la prise des mesures (p. ex., difficulté à utiliser les instruments de mesure).

Exemple 2 : Une dégustation de crêpes

Cette activité permet aux élèves de mettre en pratique leurs habiletés en mesure.

Ingrédients pour 12 crêpes

360 g de farine

160 g de sucre

10 g de beurre

75 cl de lait

2 œufs

500 g de fruits (p. ex., fraises, bleuets, framboises, pommes tranchées)

250 ml de sirop d’érable

Quelques jours avant l’activité, l’enseignant ou l’enseignante propose aux élèves d’organiser eux un déjeuner aux crêpes afin de souligner leurs belles réussites au cours de l’année. Il ou elle groupe les élèves par quatre et leur présente la liste des ingrédients nécessaires pour faire 12 crêpes, puis demande à chaque équipe de déterminer entre eux ce que chacun ou chacune va apporter de la maison. De son côté, l’enseignant ou l’enseignante doit s’assurer d’avoir à sa disposition tout le matériel nécessaire pour réaliser l’activité (p. ex., balances, éprouvettes graduées, bols, poêles électriques, louches, spatules, assiettes, couteaux, fourchettes). Il ou elle doit aussi s’assurer que quelques adultes seront disponibles pour lui donner un coup de main lorsque le déjeuner aura lieu.

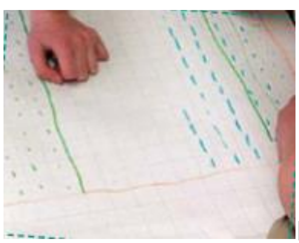
Lors de l’activité, l’enseignant ou l’enseignante met le matériel nécessaire à la disposition des élèves et demande à chaque équipe de vérifier si elle a la bonne quantité de chacun des ingrédients. Il ou elle circule et intervient si les élèves éprouvent de la difficulté à utiliser les instruments ou s'ils se trompent dans les quantités (p. ex., 75 ml de lait au lieu de 75 cl).

Par la suite, chaque équipe prépare les crêpes en suivant les étapes suivantes :

- Dans un bol, mélanger la farine et le sucre.
- Dans un autre bol, mélanger le beurre préalablement fondu, le lait et les oeufs.
- Verser progressivement les ingrédients liquides sur les ingrédients secs afin d'éviter la formation de grumeaux.
- Verser 3 cuillères à table (45 ml) de ce mélange dans une poêle électrique préchauffée.
- Tourner la crêpe avec une spatule lorsque le dessous est doré.
- Servir avec des fruits frais ou du sirop d'érable.

Liens avec des Concepts dans les autres domaines de Mathématiques
Exemple 1 : Dimensions et facteurs

Cette activité intègre des concepts en mesure ainsi qu'en numération et sens du nombre.


L'enseignant ou l'enseignante demande à chaque élève de créer le plus de rectangles différents possible dont l'aire est de 100 cm2 et dont les dimensions correspondent à des nombres naturels. Lorsque les élèves ont terminé, il ou elle demande à différents élèves de décrire un de leurs rectangles et d'expliquer comment ils ont déterminé son aire. Au fur et à mesure des réponses, l'enseignant ou l'enseignante dresse la liste des différents rectangles possibles au tableau interactif ou sur une grande feuille de papier.

Exemple

Rectangle A : 1 cm sur 100 cm Rectangle B : 2 cm sur 50 cm

Rectangle C : 4 cm sur 25 cm Rectangle D : 5 cm sur 20 cm

Rectangle E : 10 cm sur 10 cm

Par la suite, l'enseignant ou l'enseignante anime une discussion pour faire ressortir le lien entre l'ensemble des facteurs de 100 (1, 2, 4, 5, 10, 20, 25, 50 et 100) et les dimensions d'un rectangle ayant une aire de 100 cm^2. Il ou elle leur demande ensuite d'utiliser un tel lien pour dresser la liste de tous les rectangles dont les dimensions correspondent à des nombres naturels et dont l'aire est, par exemple, égale à 200 cm^2.

(Il y a 6 rectangles différents possibles : 1 cm sur 200 cm, 2 cm sur 100 cm, 4 cm sur 50 cm, 5 cm sur 40 cm, 8 cm sur 25 cm et 10 cm sur 20 cm).

Exemple 2 : Figures planes et solides

La mesure et la géométrie sont étroitement liées. Toute activité qui fait appel au classement ou à la construction de figures planes ou de solides intègre des concepts en mesure ainsi que des concepts en géométrie et sens de l'espace.

Par exemple, lorsque les élèves :

- classent divers quadrilatères selon la propriété « côtés de même longueur », divers triangles en fonction de la mesure des côtés, ou divers solides selon la propriété « faces ayant la même aire », ils font appel aux concepts géométriques relatifs aux figures planes et aux solides, et aux attributs longueur ou aire;
- construisent, à l'aide d'une règle ou d'un rapporteur, des figures congruentes, des triangles scalènes, isocèles ou équilatéraux, ou encore divers polygones réguliers ou de mesures données, ils font appel aux concepts géométriques relatifs aux figures planes et aux solides, et à l'habileté à utiliser correctement un instrument de mesure.

Il importe de noter que les contenus d'apprentissage suivants de 5^{e} année (Ministère de l'Éducation de l'Ontario, 2005, p. 65), placés dans le domaine Géométrie et sens de l'espace, sont aussi liés au domaine Mesure puisqu'ils traitent tous de l'attribut angle :

- comparer des angles en les superposant ou en utilisant un objet repère (p. ex., cet angle a une plus grande ouverture que le coin d'une feuille ou plus petite ouverture que l'espace entre les doigts [index et majeur]).
- choisir une unité de mesure non conventionnelle pour mesurer des angles (p. ex., cercle de fractions, petit triangle en carton).
- identifier, mesurer et utiliser l'angle droit comme angle repère pour comparer d'autres angles.
- estimer la mesure d'angles aigus et obtus et les mesurer à l'aide d'un rapporteur.
- construire, à l'aide d'un rapporteur et d'une règle, des angles de mesures données.
- démontrer la congruence de figures planes en fonction des mesures de leurs côtés et de leurs angles, en utilisant un rapporteur et une règle ou des logiciels.
- identifier, décrire et classifier à partir des angles les triangles (rectangle, acutangle, obtusangle et équiangle).
- construire et tracer, en utilisant un rapporteur et une règle, différentes représentations de triangles à partir de mesures d'angles ou de côtés donnés.

Le Guide d'enseignement efficace des mathématiques, de la 4e à la 6e année, Géométrie et sens de l'espace, fascicule 1 (Ministère de l'Éducation de l'Ontario, 2006b,

p. 21-27), ainsi que le module en géométrie au cycle moyen sur le site atelier.on.ca, proposent plusieurs activités qui permettent de construire le concept d'angle comme figure géométrique et comme attribut mesurable.

Liens avec des Concepts dans les autres Matières

Exemple 1 : Des sauts, des courses et des lancers

Cette activité intègre des concepts en mesure, ainsi qu'en éducation physique et santé.

L'enseignant ou l'enseignante invite les élèves à organiser une journée d'athlétisme pour les élèves du cycle moyen. Il ou elle anime une discussion afin de faire ressortir les cinq activités d'athlétisme préférées des élèves (p. ex., saut en hauteur, saut en longueur, lancer du poids, course du 100 m, course du 400 m). Il ou elle groupe les élèves en cinq équipes et assigne à chaque équipe une de ces activités. Par la suite, il ou elle demande à chaque équipe de déterminer, en fonction de l'activité qui leur a été assignée :

1. quel est ou quels sont les attributs mesurables qui sont liés à cette activité d'athlétisme;
2. quelle unité de mesure conventionnelle est habituellement utilisée lors de compétitions d'athlétisme pour chacun de ces attributs;
3. quel instrument peut être utilisé pour mesurer chacun de ces attributs;
4. de quelle façon on peut communiquer un résultat par écrit.

Lorsque toutes les équipes ont terminé, l'enseignant ou l'enseignante demande à un ou deux membres de chaque équipe de présenter leurs réponses. Le tableau ci-après présente un exemple de réponses possibles.

Activité	Attribut mesurable	Unité de mesure conventionnelle	Instrument de mesure	Communication d'un résultat
saut en hauteur	hauteur	mètre (m) centimètre (cm)	ruban à mesurer	Il ou elle a réussi un saut en hauteur de 1,34 m ou de 134 cm.
saut en longueur	longueur	mètre (m) centimètre (cm)	ruban à mesurer	Il ou elle a réussi un saut en longueur de 6,78 m ou de 678 cm.
lancer du poids	longueur masse	mètre (m) centimètre (cm) kilogramme (kg)	ruban à mesurer balance	Son lancer du poids de 3 kg a franchi une distance de 8,56 m ou de 856 cm.
course du 100 m	longueur durée	mètre (m) seconde (s)	ruban à mesurer chronomètre	Il ou elle a couru le 100 m en 16 s.
course du 400 m	longueur durée	mètre (m) minute (min) seconde (s)	ruban à mesurer chronomètre	Il ou elle a couru le 400 m en 1 min 25 s.

Lors des journées suivantes, l'enseignant ou l'enseignante invite les équipes à essayer chacune des cinq activités dans la cour d'école ou au gymnase. Chaque équipe doit d'abord préparer et superviser le déroulement de l'activité qui lui a été assignée en tenant compte de l'importance de l'exactitude des mesures et du degré de précision recherché (voir Utiliser un instrument de mesure, p. 93-99), puis doit présenter les résultats en utilisant les expressions appropriées.

Exemple 2 : La mesure en sciences et technologie

Cette activité intègre des concepts en mesure, ainsi qu'en sciences et technologie.

L'enseignant ou l'enseignante invite les élèves à concevoir et à construire un objet, un dispositif ou un modèle quelconque. Cette activité favorise l'acquisition d'habiletés en recherche scientifique, en conception et en communication, ainsi que d'habiletés en mesure. Elle peut être conçue pour répondre à l'un ou l'autre des contenus d'apprentissage suivants du programme-cadre de Sciences et technologie (Ministère de l'Éducation de l'Ontario, 2007) :

- 4e année, p. 84 : utiliser le processus de résolution de problèmes technologiques pour concevoir, construire et tester un dispositif utilisant les propriétés de la lumière (p. ex., périscope, kaléidoscope) ou les propriétés du son (p. ex., un instrument de musique, un dispositif qui amplifie le son).
- 4e année, p. 87 : utiliser le processus de résolution de problèmes technologiques pour concevoir, construire et tester un système de poulies ou d'engrenages qui

effectue une tâche particulière (p. ex., mât porte-drapeau, panneau publicitaire mobile, élévateur utilisé dans un hangar agricole).

- 5e année, p. 95 : utiliser le processus de résolution de problèmes technologiques pour concevoir et fabriquer un modèle illustrant la structure et la fonction de base d'un système du corps humain (p. ex., simuler le fonctionnement de l'appareil respiratoire ou du tube digestif; simuler les interactions entre les muscles et les os à l'aide d'objets utilisés au quotidien).
- 6e année, p. 112 : utiliser le processus de résolution de problèmes technologiques pour concevoir et construire un dispositif qui transforme l'énergie électrique en une autre forme d'énergie dans le but d'accomplir une tâche (p. ex., un dispositif qui produit un son, qui s'illumine, qui se déplace).
- 6e année, p. 115 : utiliser le processus de résolution de problèmes technologiques pour concevoir et construire un objet qui peut voler (p. ex., cerf-volant, avion en papier, montgolfière).
- 6e année, p. 118 : utiliser le processus de résolution de problèmes technologiques pour concevoir, construire et tester un objet qui utilise ou simule le mouvement des corps dans le système solaire (p. ex., un cadran solaire pour montrer l'heure, un modèle de la Terre et du Soleil pour expliquer le cycle du jour et de la nuit).

Après l'activité, l'enseignant ou l'enseignante demande aux élèves de présenter l'objet qu'ils ont fabriqué ainsi que son fonctionnement en prenant soin de souligner les attributs mesurables auxquels ils ont dû faire appel et de décrire l'importance de l'exactitude des mesures.

Liens avec des Professions

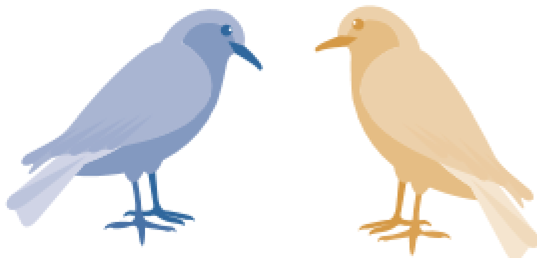
Dans le cadre de la mise en oeuvre de la politique Des choix qui mènent à l'action : Politique régissant le programme d'orientation et de formation au cheminement de carrière dans les écoles élémentaires et secondaires de l'Ontario, l'enseignant ou l'enseignante doit aider les élèves « … à identifier dans le milieu communautaire les emplois et les professions connexes aux matières étudiées à l'école » (Ministère de l'Éducation de l'Ontario, 1999, p. 8). Pour ce faire, il ou elle peut profiter de toutes les occasions pour mettre en évidence les professions qui nécessitent une bonne compréhension des concepts en traitement des données et probabilité. Le tableau ci-après présente des exemples de telles professions.

Exemple de profession	Courte description du travail
Couturier ou couturière	Il ou elle prend certaines mensurations d'un client ou d'une cliente (p. ex., circonférence de la taille ou du cou, longueur des bras) afin de confectionner ou d'ajuster un vêtement.

Exemple de profession	Courte description du travail
Paysagiste	Il ou elle mesure, en mètres carrés, l'aire du parterre à recouvrir de pelouse afin de commander les plaques de gazon. Il ou elle détermine les distances entre les arbres, les arbustes et les fleurs en tenant compte de l'espace requis par chaque espèce.
Boucher ou bouchère	Il ou elle mesure la masse, en grammes ou en kilogrammes, des coupes de viande qui seront mises en vente.
Coiffeur ou coiffeuse	Il ou elle mesure la quantité de chaque produit qui doit être utilisée pour préparer une teinture ou une permanente.
Chercheur ou chercheuse scientifique	Il ou elle mène diverses expériences scientifiques qui font appel à des mesures qui doivent parfois être à un degré de précision assez élevé. Dans certains cas, il ou elle doit aussi concevoir l'instrument qui lui permettra de mesurer l'attribut visé.
Météorologiste	Il ou elle effectue des prédictions météorologiques fondées sur diverses mesures relatives à la température, à la précipitation (pluie en millimètres, neige en centimètres), au taux d'humidité, à la vitesse du vent, au facteur de refroidissement ou encore à l'indice de rayons UV.

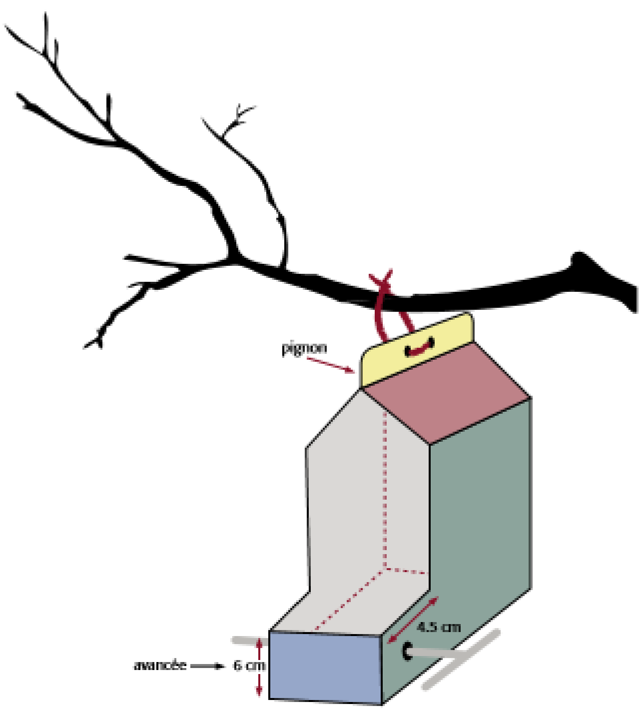
Annexe

Une mangeoire à oiseaux



1. En respectant les mesures sur l’illustration ci-dessous, découpe le contenant de lait ou de jus de façon à former une avancée au bas de la mangeoire.
2. Perce un trou sur chaque côté de l’avancée, à 2,5 cm du bas du contenant et à 2 cm du mur avant de l’avancée.
3. Insère la baguette ou la petite branche dans ces trous.
4. Perce un trou à 1,5 cm de chaque bout du pignon.
5. Passe 50 cm de fil de fer dans ces trous.
6. Remplis la mangeoire de 300 g de mélange de graines pour oiseaux.

Tu pourras accrocher ta mangeoire dans un arbre à l’endroit de ton choix. N’oublie pas que si tu commences à nourrir les oiseaux, tu dois te procurer de la nourriture en graines pour oiseaux et remplir régulièrement ta mangeoire.



Cheminement de l'élève

Les élèves poursuivent leur apprentissage en mesure en s'appuyant sur les connaissances acquises au cours des années précédentes et sur l'acquisition d'un nouveau vocabulaire et de nouvelles habiletés.

Les tableaux 1 et 2 ci-après présentent une synthèse du vocabulaire et des habiletés relatifs aux concepts en mesure à l'étude au cycle primaire et une progression du vocabulaire et des habiletés à développer au cours de la 4e à la 6e année.

Note : Sous chacune des années d'études sont inscrits seulement le vocabulaire et les habiletés présentés pour la première fois. Toutefois, afin de s'assurer que les élèves en poursuivent l'acquisition et la consolidation tout au long du cycle moyen, l'enseignant ou l'enseignante doit tenir compte de l'ensemble du tableau lors de sa planification.

Tableau de Progression 1 – vocabulaire

		Synthèse du cycle primaire	4e année	5e année	6e année
Vocabulaire	Longueur	• Long, court • Unité de mesure non conventionnelle ou conventionnelle • Objet repère • Itération • Contour • Centimètre, mètre • Périmètre	• Millimètre • Décimètre • Dimensions	• Décamètre • Hectomètre • Kilomètre • Circonférence	• Diamètre • Rayon
	Temps	• Ordre chronologique • Durée • Jours de la semaine • Saisons • Date • Heure, demi-heure, quart d'heure • Mois de l'année • Minute • Horloge analogique et numérique	• Chronomètre • Seconde • Intervalle de temps • Décennie • Siècle • Millénaire	• Affichage sur 12 heures • Affichage sur 24 heures	
	Aire	• Surface • Papier quadrillé	• Superficie • Centimètre carré • Mètre carré • Dimensions linéaires	• Aire de figures irrégulières	• Base • Hauteur • Formule de calcul de l'aire

Tableau de Progression 1 – vocabulaire (suite)

		Synthèse du cycle primaire	4e année	5e année	6e année
Vocabulaire	Capacité	• Grande capacité, petite capacité • Plein, vide • Contenir plus, contenir moins	• Millilitre • Litre	• Kilolitre	
	Masse	• Plus lourd, plus léger • Balance à plateaux	• Milligramme • Gramme	• Kilogramme • Tonne	
	Température		• Thermomètre • Degré Celsius		
	Volume		• Cube unitaire	• Centimètre cube	• Déplacement de liquide

Tableau de Progression 2 – Habiletés

		Synthèse du cycle primaire	4ᵉ année	5ᵉ année	6ᵉ année
Habiletés	**Longueur**	• **Comparer** et **mesurer** la longueur d'objets. • **Créer** des instruments de mesure non conventionnels. • **Choisir** une unité de mesure non conventionnelle appropriée pour mesurer une longueur donnée. • **Mesurer** la longueur d'objets avec ou sans itération. • **Mesurer** et **comparer** le contour d'objets à l'aide d'unités de mesure non conventionnelles. • **Établir** les limites des unités de mesure de longueur non conventionnelles. • **Associer** la longueur d'un centimètre et d'un mètre à un objet repère. • **Estimer**, **mesurer** et **enregistrer** le périmètre d'objets à l'aide du centimètre et du mètre. • **Déterminer** la relation entre le mètre et le centimètre. • **Comparer** des formes ayant le même périmètre.	• **Choisir** l'unité de mesure conventionnelle appropriée pour estimer et mesurer des longueurs données. • **Enregistrer**, **comparer** et **ordonner** les dimensions d'objets. • **Convertir** et **décrire** les relations entre les unités de mesure de longueur. • **Estimer**, **mesurer**, **enregistrer** et **comparer** le périmètre de divers polygones. • **Représenter** et **expliquer** que deux rectangles de dimensions différentes peuvent avoir le même périmètre.	• **Estimer**, **mesurer** et **enregistrer** des longueurs supérieures à 1 mètre. • **Convertir** et **décrire** les relations entre les unités de longueur. • **Mesurer**, **enregistrer** et **comparer** le périmètre de diverses figures planes. • **Mesurer** la circonférence d'objets circulaires.	• **Choisir**, **utiliser** et **justifier** l'unité de mesure la plus appropriée pour estimer ou mesurer une longueur donnée. • **Comparer** et **convertir** des unités de longueur. • **Calculer** la mesure manquante d'un rectangle, d'un triangle ou d'un parallélogramme d'un périmètre donné. • **Établir** et **décrire** la relation entre le rayon et le diamètre d'un cercle. • **Estimer** et **mesurer** le rayon et le diamètre d'objets circulaires. • **Estimer** et **mesurer** la circonférence d'un cercle.

Tableau de Progression 2 – Habiletés (suite)

		Synthèse du cycle primaire	4e année	5e année	6e année
Habiletés	Temps	• **Reconnaître** diverses unités de mesure de temps. • **Estimer** une période de temps donnée en comparant des expériences quotidiennes. • **Repérer**, **lire** et **écrire** la date à partir d'un calendrier. • **Placer**, en ordre chronologique, une série d'événements. • **Lire**, **identifier** et **placer** en ordre les jours de la semaine, les saisons et les mois. • **Lire**, **écrire** et **dire** l'heure, à l'heure, à la demi-heure, au quart d'heure et à la minute près à partir d'une horloge analogique. • **Établir** les relations entre les jours et les semaines, entre les mois et les années, entre les minutes et les heures, entre les semaines et les années, entre les jours et les années. • **Estimer** et **mesurer** une période de temps donnée en minutes, en heures, en jours, en semaines, en mois et en années.	• **Lire**, **écrire** et **dire** l'heure, à la seconde près, sur un chronomètre analogique. • **Estimer** et **mesurer** des intervalles de temps à la minute près. • **Établir** et **décrire** les relations entre les secondes et les minutes, entre les années et les décennies, entre les décennies et les siècles, et entre les siècles et les millénaires.	• **Établir** et **décrire** la relation entre l'affichage sur 12 heures et l'affichage sur 24 heures. • **Lire**, **écrire** et **dire** l'heure à partir d'une horloge dont l'affichage se fait sur 24 heures. • **Estimer** et **mesurer** des intervalles de temps à la seconde près. • **Utiliser** les équivalences et les différentes représentations des unités de mesure de temps.	

Tableau de Progression 2 – Habiletés (suite)

		Synthèse du cycle primaire	4e année	5e année	6e année
Habiletés	**Aire**	• **Explorer** le concept de surface de deux objets. • **Comparer** et **ordonner** des objets selon la grandeur de leur surface. • **Reconnaître** la différence entre le contour et la surface d'un objet. • **Estimer**, **mesurer** et **décrire** la surface d'objets à l'aide d'unités de mesure non conventionnelles ou la surface de différentes formes représentées sur du papier quadrillé.	• **Estimer, mesurer** et **enregistrer** la surface d'objets et la grandeur d'une superficie à l'aide de centimètres carrés et de mètres carrés. • **Représenter** un rectangle d'une aire donnée. • **Établir** la relation entre les dimensions linéaires d'un rectangle et son aire. • **Comparer** l'aire de divers polygones à l'aide d'unités de mesure carrées conventionnelles. • **Expliquer** la différence entre le périmètre et l'aire d'une figure.	• **Estimer, mesurer, enregistrer** et **comparer** l'aire de diverses figures irrégulières. • **Établir** et **décrire** la relation entre les dimensions d'un rectangle et son aire. • **Représenter** deux rectangles de dimensions différentes ayant une même aire donnée. • **Comparer** l'aire de différentes figures ayant le même périmètre et vice versa.	• **Établir** les relations entre l'aire d'un rectangle, l'aire d'un parallélogramme et l'aire d'un triangle dont les bases et les hauteurs sont de mêmes dimensions. • **Découvrir** les formules de calcul de l'aire d'un rectangle, d'un parallélogramme et d'un triangle. • **Estimer, mesurer** et **calculer** l'aire de divers rectangles, parallélogrammes et triangles. • **Tracer** un rectangle, un triangle ou un parallélogramme ayant une aire donnée. • **Estimer** et **calculer** la mesure manquante d'un rectangle, d'un triangle ou d'un parallélogramme ayant une aire donnée.

Tableau de Progression 2 – Habiletés (suite)

		Synthèse du cycle primaire	4e année	5e année	6e année
Habiletés	Capacité	• **Comparer** et **ordonner** divers contenants selon leur capacité. • **Estimer**, **mesurer** et **décrire** la capacité de contenants à l'aide d'unités de mesure non conventionnelles. • **Démontrer** que différents contenants peuvent avoir la même capacité.	• **Établir** les limites des unités de mesure de capacité non conventionnelles afin de justifier la nécessité des mesures conventionnelles. • **Estimer**, **mesurer** et **enregistrer** la capacité de contenants. • **Établir** et **expliquer** les relations entre les unités de mesure de capacité.	• **Estimer**, **mesurer** et **enregistrer** la capacité de contenants. • **Établir** et **expliquer** les relations entre les unités de mesure de capacité.	• **Effectuer** des conversions entre des unités de mesure de capacité. • **Expliquer** la différence entre la capacité et le volume. • **Établir** et **expliquer** la relation entre le millilitre et le centimètre cube.
	Masse	• **Comparer** la masse de différents objets en les soupesant ou en utilisant une balance à plateaux. • **Comparer** et **ordonner** divers objets selon leur masse. • **Estimer**, **mesurer** et **décrire** la masse d'objets à l'aide d'unités de mesure non conventionnelles.	• **Établir** les limites des unités de mesure de masse non conventionnelles afin de justifier la nécessité des mesures conventionnelles. • **Estimer**, **mesurer** et **enregistrer** la masse d'objets. • **Établir** et **expliquer** les relations entre les unités de mesure de masse.	• **Estimer**, **mesurer** et **enregistrer** la masse d'objets. • **Établir** et **expliquer** les relations entre les unités de mesure de masse.	• **Effectuer** des conversions entre des unités de mesure de masse.

Tableau de Progression 2 – Habiletés (suite)

		Synthèse du cycle primaire	4e année	5e année	6e année
Habiletés	Température		• **Déterminer** si la température augmente ou diminue. • **Estimer**, **lire** et **enregistrer** la température au degré Celsius près.		
	Volume		• **Estimer** et **mesurer** le volume d'objets donnés à l'aide de cubes unitaires. • **Expliquer** le concept de volume. • **Construire** des objets à trois dimensions ayant des volumes spécifiques.	• **Construire**, à l'aide de centimètres cubes, différents solides correspondant à un volume donné ou ayant le même volume. • **Estimer** et **mesurer** le volume d'objets donnés en centimètres cubes.	• **Développer** la formule de calcul du volume de prismes droits en établissant sa relation avec l'aire de la base et la hauteur. • **Expliquer** la différence entre 1 cm, 1 cm^2 et 1 cm^3. • **Déterminer** le volume d'un objet en mesurant le déplacement que produit cet objet dans un liquide.

Situations d’apprentissage

Aperçu

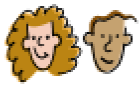
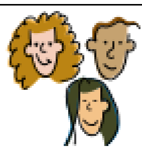
Cette section présente, pour chacune des années d’études du cycle moyen, une situation d’apprentissage en lien avec la grande idée en mesure. Ce sont des situations de résolution de problèmes engageantes qui suscitent le questionnement et la réflexion. En outre, elles contribuent au développement de l’habileté à communiquer et à formuler un bon argument mathématique. Chacune des situations d’apprentissage est riche en contenu mathématique. Afin d’être en mesure d’anticiper les difficultés que pourraient éprouver les élèves et de planifier ses interventions, l’enseignant ou l’enseignante devrait résoudre le problème avant de le présenter aux élèves.

Toutes les situations d’apprentissage présentées sont structurées en trois temps : avant l’apprentissage (mise en train), pendant l’apprentissage (exploration) et après l’apprentissage (objectivation/échange mathématique). Elles sont suivies de suggestions d’adaptations pour faciliter ou enrichir la tâche, d’une activité de suivi à la maison et de quelques activités supplémentaires que l’enseignant ou l’enseignante pourrait utiliser comme prolongement.

Dans un contexte d’enseignement par la résolution de problèmes, l’enseignant ou l’enseignante a recours à l’étayage et à des stratégies de questionnement efficaces afin d’inciter les élèves à réfléchir et à développer leurs propres stratégies de résolution de problèmes. Pour plus de détails au sujet du rôle de l’enseignant ou de l’enseignante dans un contexte de résolution de problèmes, voir le Guide d’enseignement efficace des mathématiques, de la maternelle à la 6e année, fascicule 2 (Ministère de l’Éducation de l’Ontario, 2006a, p. 27).

Dans la présentation des situations d’apprentissage, les icônes suivantes sont utilisées afin de faciliter le repérage de certains renseignements.

Légende

Icônes d’ordre organisationnel	Icônes d’ordre pédagogique
 Travail individuel	 Observations possibles
 Travail en équipe	 Mise au point à l’intention de l’enseignant ou de l’enseignante
 Travail en groupe classe	 Pistes de questionnement
 Durée approximative	

Situation d'apprentissage, 4e année

Combien d'espace occupe ce prisme?

Matériel

- boîtes fermées en forme de prisme rectangulaire (2)
- annexe 4.1 (1 copie par équipe de quatre)
- ciseaux (1 paire par élève)
- ruban adhésif (1 rouleau par équipe de quatre)
- sacs d'environ 150 cubes unitaires (1 sac par équipe de quatre)

Grande idée : sens de la Mesure

Sommaire

Dans cette situation d'apprentissage, les élèves construisent des prismes rectangulaires à partir de développements. Ils estiment et déterminent ensuite le volume de ces prismes à l'aide de cubes unitaires, et ils expliquent la stratégie utilisée dans chaque cas.

Intention Pédagogique

Cette situation d'apprentissage a pour but d'amener les élèves :

- à reconnaître certains attributs mesurables d'un objet;
- à comprendre ce que signifie l'attribut volume;
- à estimer et à déterminer le volume d'un prisme rectangulaire à l'aide de cubes unitaires;
- à explorer les concepts d'itération, de conservation, de transitivité, d'additivité et de structure associée aux unités de mesure (voir Concepts fondamentaux, p. 44-58).

Attente et Contenus d'apprentissage

Attente

L'élève doit pouvoir déterminer l'aire de figures et le volume d'objets à l'aide d'unités de mesure conventionnelles.

Contenus d'apprentissage

L'élève doit :

– estimer et mesurer le volume d'objets donnés à l'aide de cubes unitaires;
– expliquer le concept de volume à l'aide de cubes unitaires;
– construire, à l'aide de matériel concret, des objets à trois dimensions ayant des volumes spécifiques en centimètres cubes.

Durée approximative de la situation d'apprentissage : 90 minutes

Contexte

Au cycle primaire, les élèves ont estimé, mesuré et décrit la capacité de contenants à l'aide d'unités de mesure non conventionnelles. En 4e année, ils explorent le concept de volume d'un solide à l'aide de cubes unitaires. Afin d'éviter qu'ils ne confondent les concepts de capacité et de volume, il est préférable de s'en tenir au volume de solides fermés.

Préalable

La présente situation d'apprentissage permet aux élèves de comprendre que le volume d'un objet correspond à la grandeur de l'espace qu'il occupe, que cette grandeur s'exprime en unités cubiques et qu'une façon de déterminer ce volume est de reproduire l'objet à l'aide de cubes unitaires.

Pour être en mesure de réaliser cette situation d'apprentissage, les élèves doivent pouvoir :

- reconnaître divers attributs mesurables d'un objet;
- construire un prisme à partir de son développement;
- construire, à l'aide de cubes unitaires, un prisme de mêmes dimensions que celles d'un prisme donné.

Vocabulaire Mathématique

Attribut mesurable, aire, face, périmètre, longueur, largeur, volume, masse, capacité, cubes unitaires, disposition rectangulaire.

Avant l'apprentissage (Mise en Train)

Présenter aux élèves deux boîtes fermées en forme de prisme rectangulaire. Leur demander de déterminer le plus d'attributs mesurables possible de ces prismes et de les noter dans leur journal de mathématiques.

environ 15 minutes

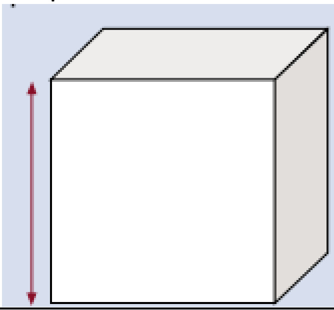
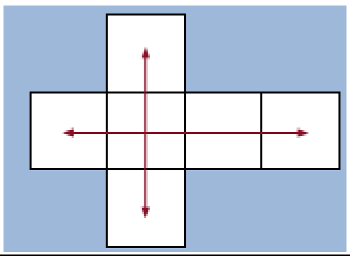
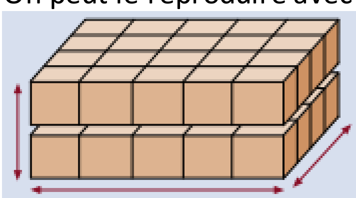
 Demander ensuite à quelques élèves de nommer un des attributs qu'ils ont déterminés (p. ex., longueur, hauteur, largeur, épaisseur, aire d'une face, périmètre d'une face, masse) et d'expliquer ce que cet attribut représente en l'illustrant à l'aide d'un des prismes.

Exemples

Voici la longueur de cette face du prisme.

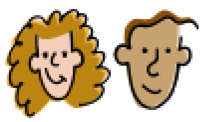
La longueur de la ficelle représente le périmètre de la face avant ou arrière du prisme.

Demander aux élèves d'indiquer lequel des deux prismes occupe, selon eux, le plus d'espace et de justifier leur réponse. Certains pourraient dire, par exemple, que c'est tel prisme qui occupe le plus d'espace parce qu'il est plus long, alors que d'autres pourraient dire que c'est plutôt l'autre prisme qui occupe le plus d'espace parce qu'il est plus épais. Leur demander ensuite : « Comment pourrions-nous déterminer la grandeur de l'espace que chacun de ces prismes occupe? »

Réponses possibles	Interventions possibles
On peut mesurer sa hauteur. 	Demander aux autres élèves ce qu'ils en pensent. Les amener à reconnaître qu'un autre prisme pourrait avoir la même hauteur, mais occuper un espace plus grand ou plus petit.
On peut trouver l'aire de chacune des faces et les additionner. 	Demander aux autres élèves ce qu'ils en pensent. Les amener à reconnaître que la somme des aires des faces représente l'aire du développement du prisme, c'est-à-dire la grandeur de l'espace à deux dimensions que les faces du prisme occupent.
On peut le reproduire avec des cubes. 	Demander aux autres élèves ce qu'ils en pensent. Les amener à reconnaître que ceci permet de déterminer la grandeur de l'espace à trois dimensions que le prisme occupe et que cette grandeur correspond au nombre de cubes requis pour le reproduire.

Pendant l’apprentissage (exploration)

Indiquer aux élèves que la grandeur de l’espace à trois dimensions qu’un objet occupe s’appelle le volume. Grouper les élèves par quatre et leur proposer d’explorer plus à fond le concept de volume. Remettre à chaque équipe une copie de l’annexe 4.1 (Développements de prismes). Leur demander de découper chacun des développements, de construire les prismes correspondants et de les placer en ordre croissant selon leur estimation de la grandeur de l’espace que chacun occupe. Demander ensuite à quelques équipes de présenter leur réponse et d’expliquer la stratégie utilisée pour comparer les volumes.

 équipes de 4

 environ 45 minutes

Exemple

Une équipe présente les prismes placés comme dans la photo ci-dessous et fournit l’explication suivante : « C’est le prisme D qui occupe le plus petit espace. Les prismes A et B ont le même volume. Pour le trouver, on a placé les prismes dos à dos et on les a comparés. »

Prisme D *Prisme C* *Prisme A* *Prisme B*

Animer une discussion au sujet des différentes réponses proposées et faire ressortir l’importance de trouver un moyen plus efficace de comparer les volumes. Remettre un cube unitaire à chaque équipe et leur demander d’estimer le volume des prismes, c’est-à-dire d’estimer le nombre de cubes qu’il faudrait pour reproduire chaque prisme.

Note : Lors de la mise à l'essai de cette situation d'apprentissage, l'enseignante a utilisé des cubes unitaires de 1 cm3. Tous les résultats présentés dans ce qui suit reflètent donc cette unité de mesure. Par contre, l'enseignant ou l'enseignante pourrait utiliser un autre format de cube (p. ex., cubes unitaires de 2 cm d'arête) et modifier la mesure du volume des prismes en conséquence.

Circuler et laisser les élèves déterminer de quelle façon ils peuvent utiliser le cube unitaire pour déterminer le volume de chaque prisme. Ils peuvent, par exemple, placer mentalement le cube de façon ordonnée à divers endroits le long d'un prisme et estimer le nombre de fois qu'ils doivent le placer pour remplir tout l'espace occupé par ce prisme (voir Itération, p. 44-46).

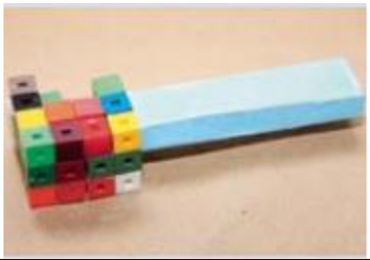
Lorsque toutes les équipes ont terminé, demander de nouveau à quelques-unes de présenter leur résultat et de décrire la stratégie utilisée. Les inciter à placer les prismes en ordre croissant de volume et à comparer ce résultat au précédent.

Exemple

Une équipe présente son résultat à l'aide d'un tableau et fournit l'explication suivante : « Nous avons estimé le nombre de cubes qu'il faudrait pour occuper le même espace que le prisme. Nous avons ensuite placé les prismes en ordre croissant de volume et avons constaté que ce classement était différent de celui proposé lors de notre première estimation. »

Prisme	Nombre de cubes
D	18
A	20
B	24
C	32

Après les présentations, remettre à chaque équipe un sac contenant environ 150 cubes unitaires et leur demander de déterminer le volume exact de chaque prisme en les reproduisant à l'aide de ces cubes (voir Structure associée aux unités de mesure, p. 55-58). Circuler et intervenir au besoin.

Observations possibles	Interventions possibles
Une équipe décide de recouvrir le prisme A avec des cubes. 	Amener les élèves à réaliser que le prisme qu'ils sont en train de construire est plus large que le prisme A. Souligner que le volume du prisme A correspond en réalité au volume intérieur du prisme qu'ils construisent.
Une équipe construit une disposition rectangulaire plus grande que la base du prisme B. 	Demander à l'équipe de construire un prisme en superposant des dispositions rectangulaires de cette grandeur, puis de le comparer au prisme B. Les amener à réaliser que le prisme construit à l'aide de cubes est plus large et plus long que le prisme B. Faire ressortir le fait que la face supérieure de la disposition rectangulaire doit avoir la même aire que la base du prisme B.
L'équipe ouvre le prisme D et essaie de le remplir. 	Amener les élèves à réaliser que ce qu'ils sont en train de mesurer n'est pas le volume du prisme D, mais sa capacité ou son volume intérieur. Pour les aider à comprendre la différence, les inviter à imaginer que le prisme est fait de polystyrène d'une épaisseur de 1 cm.

Après l’apprentissage – (Objectivation/Échange Mathématique)

Regrouper les élèves et poser les questions suivantes :

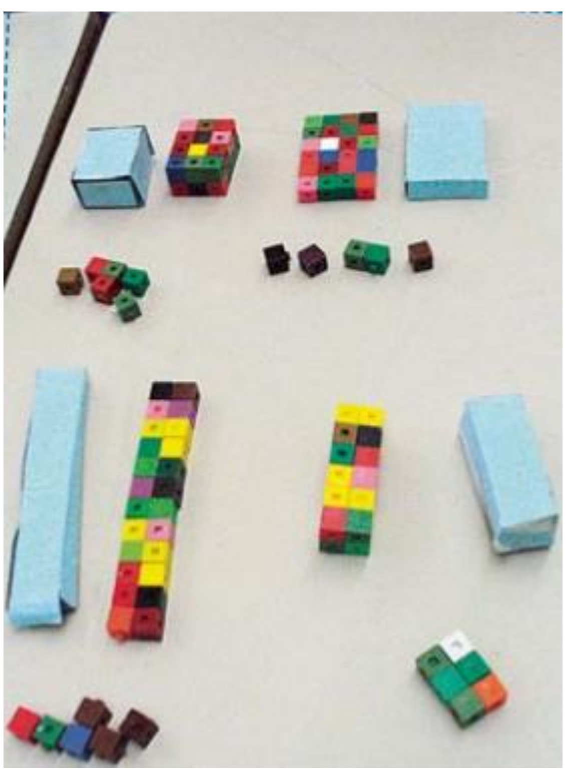
- « Que remarquez-vous au sujet du volume des prismes? » (Tous les prismes ont un volume de 24 cubes.)
- « Comment ce résultat se compare-t-il aux deux estimations précédentes? » (Ce n’est pas pareil, car on pensait que les volumes étaient tous différents; que le prisme C avait un plus grand volume que le prisme B…)

Inviter ensuite quelques équipes à décrire la stratégie utilisée pour déterminer le volume des prismes.

Environ 30 minutes

Exemple 1

Les membres d’une équipe indiquent qu’ils ont reproduit chaque prisme à l’aide de cubes et dénombré les cubes utilisés dans chaque cas.

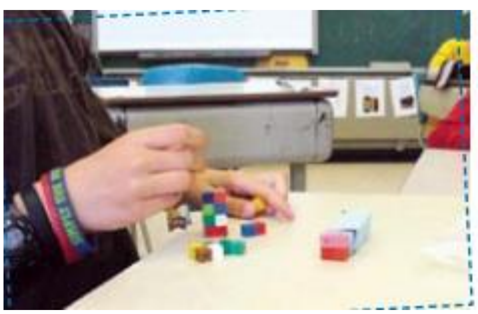


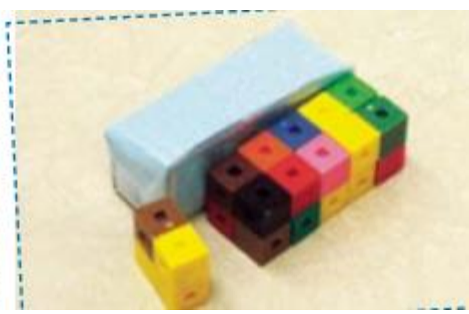
Exemple 2

Les membres d’une deuxième équipe disent qu’ils ont utilisé une stratégie différente et l’expliquent comme suit : « On a recouvert le haut du prisme C avec des cubes et obtenu une disposition rectangulaire composée de 12 cubes. On a ensuite superposé une deuxième disposition rectangulaire et obtenu un volume égal au volume du prisme C. On a alors conclu que le volume du prisme C est égal à 24 cubes, soit 2 dispositions rectangulaires contenant 12 cubes chacune. »

Exemple 3

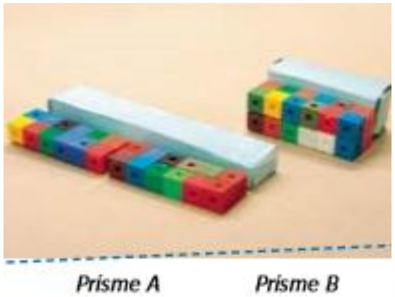
Une troisième équipe explique la stratégie utilisée comme suit : « On a fait quelque chose de très semblable à la deuxième équipe pour obtenir le volume du prisme B. On a d’abord construit une disposition rectangulaire verticale de la grandeur d’un des bouts du prisme. On a ensuite ajouté des dispositions rectangulaires identiques jusqu’à ce qu’on obtienne un prisme de même volume que le prisme original. Puisqu’on avait 6 dispositions rectangulaires et que chacune était composée de 4 cubes, on a déterminé que le volume du prisme B est égal à 24 cubes. »



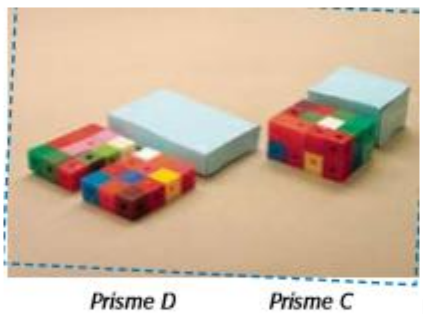


Faire remarquer aux élèves qu’ils ont utilisé différentes stratégies pour déterminer que le volume de chaque prisme est égal à 24 cubes. Leur demander maintenant d’expliquer comment ils pourraient procéder pour démontrer, sans dénombrer les cubes, que les quatre prismes ont le même volume. Modeler, au besoin, comment il est possible de décomposer un des quatre prismes pour former un des trois autres prismes.

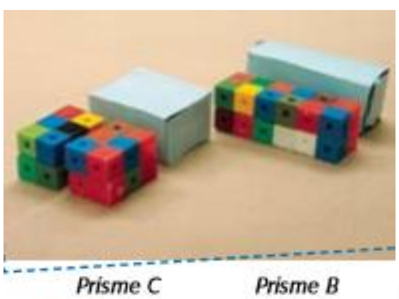
Exemples



Le volume du prisme A est le même que celui du prisme B, car si on décompose le prisme A en deux prismes identiques et qu'on les superpose, on obtient le prisme B.



Les prismes C et D ont le même volume, car si on sépare les deux dispositions rectangulaires qui sont superposées pour former le prisme C et qu'on les place une à côté de l'autre, on obtient le prisme D.



Le volume du prisme C est égal au volume du prisme B, car si on sépare le prisme C en deux prismes identiques et qu'on les place bout à bout, on obtient le prisme B.

Profiter de l'occasion pour explorer avec les élèves les concepts de conservation du volume (voir Conservation, p. 49-52). On peut aussi explorer le concept de transitivité (voir Transitivité, p. 47-49) en soulignant, par exemple, que si on démontre que le volume du prisme A est égal au volume du prisme B et que le volume du prisme B est égal au volume du prisme C, il est alors possible de conclure que le volume du prisme A est égal au volume du prisme C.

Adaptations

L’activité peut être modifiée pour répondre aux différents besoins des élèves.

Pour faciliter la tâche

- Remettre aux élèves quatre prismes rectangulaires formés de 24 cubes emboîtables, plutôt que les développements de prismes de l’annexe 4.1, et leur demander de comparer les volumes en utilisant les cubes d’un des prismes pour reproduire chacun des trois autres.

Pour enrichir la tâche

- Demander aux élèves de déterminer quels prismes rectangulaires, autres que les prismes A, B, C et D, ont un volume de 24 cubes et de les construire. (Il y a deux prismes possibles. Leurs dimensions sont : 1 sur 1 sur 24 et 1 sur 3 sur 8.)

Suivi à la Maison

Demander aux élèves de choisir trois boîtes en forme de prisme rectangulaire (p. ex., boîte de céréales, boîte de biscuits, boîte de chaussures) et de déterminer une façon de les placer en ordre croissant de volume.

Activité supplémentaire – 1

Village de M. Édifico

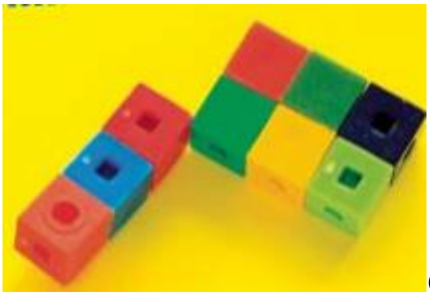
Présenter la situation suivante aux élèves :

M. Édifico adore construire des villages miniatures autour de son train électrique. Il décide de construire un village composé de 12 édifices de forme différente, mais de même volume.

Pouvez-vous lui proposer 12 modèles différents d’édifices qu’il pourrait construire? En raison de la taille du village miniature, vos édifices doivent tous avoir un même volume de 7, de 8, de 9 ou de 10 cubes.

Note : Les deux édifices illustrés ci-dessous ont un volume de 5 cubes. Ils ne sont cependant pas différents puisqu’ils ont la même forme. C’est seulement l’orientation des différentes parties qui est modifiée et non la forme.


Grouper les élèves par trois et remettre à chaque équipe un sac d’environ 150 cubes emboîtables. Allouer suffisamment de temps pour leur permettre de construire diverses structures.

Circuler et intervenir au besoin. Par exemple, si une équipe construit une structure dans laquelle deux cubes ont une arête commune plutôt qu'une face commune, souligner qu'il s'agit là de deux édifices et non d'un seul.

Lorsque toutes les équipes ont terminé, demander à quelques-unes de présenter leur village. Inviter les autres élèves à poser des questions et à faire part de leurs observations. Animer l'échange en posant des questions telles que :

– « Tous les édifices ont-ils une forme différente? Comment le savez-vous? »
– « Tous les édifices ont-ils le même volume? Justifiez votre réponse. »

Prolongement

Demander aux élèves de comparer les édifices en fonction :

- du nombre de sommets, d'arêtes ou de faces;
- du périmètre ou de l'aire de leur base.

Activité supplémentaire – 2

Longueur-vedette

Tracer une ligne de 2 m sur le plancher ou au tableau avec du ruban-cache. Il peut s'agir d'une ligne droite, verticale, horizontale, oblique ou en zigzag. Dire aux élèves que cette ligne correspond à la « longueur-vedette ». Lors des quatre prochains jours, la ligne qui représentera la « longueur-vedette » mesurera respectivement 3 m, 4 m, 5 m et 6 m.

Préparer un sac contenant :

- 5 à 7 rubans à mesurer d'un mètre, gradués en millimètres seulement (rubans A);
- 5 à 7 rubans à mesurer d'un mètre, gradués en centimètres seulement (rubans B);
- 5 à 7 rubans à mesurer d'un mètre, gradués en décimètres seulement (rubans C);
- 5 à 7 rubans à mesurer d'un mètre non gradués (rubans D).

Prévoir suffisamment de rubans pour que chaque élève ait le sien. Présenter un exemplaire de chacun des rubans A, B, C et D. Faire remarquer qu'ils mesurent tous 1 m, mais que le mètre est exprimé de différentes façons : le ruban C représente 1 m divisé en 10 dm, le ruban B représente 1 m divisé en 100 cm, et le ruban A représente 1 m divisé en 1 000 mm.

Demander à chaque élève de piger un ruban dans le sac. Leur dire qu'ils doivent chaque jour mesurer la « longueur-vedette », puis inscrire cette mesure dans leur journal de mathématiques. À la fin de la semaine, mettre en commun les résultats et inciter les élèves à établir diverses relations entre les unités de mesure, par exemple :

- lorsqu'on mesure la 1re ligne avec le ruban C, on obtient une mesure de 20 dm, égale à la mesure de 2 m obtenue avec le ruban D (20 dm = 2 m);
- lorsqu'on mesure la 2e ligne avec le ruban B, on obtient une mesure de 300 cm, égale à la mesure de 3 000 mm obtenue avec le ruban A (300 cm = 3 000 mm).

Profiter de l'occasion pour faire ressortir le concept de relation inverse (voir Relation inverse, p. 60-62), c'est-à-dire que plus l'unité de mesure de longueur utilisée est petite, plus le nombre d'unités requis pour déterminer la longueur est grand.

Activité supplémentaire – 3

Fabrication d'une règle

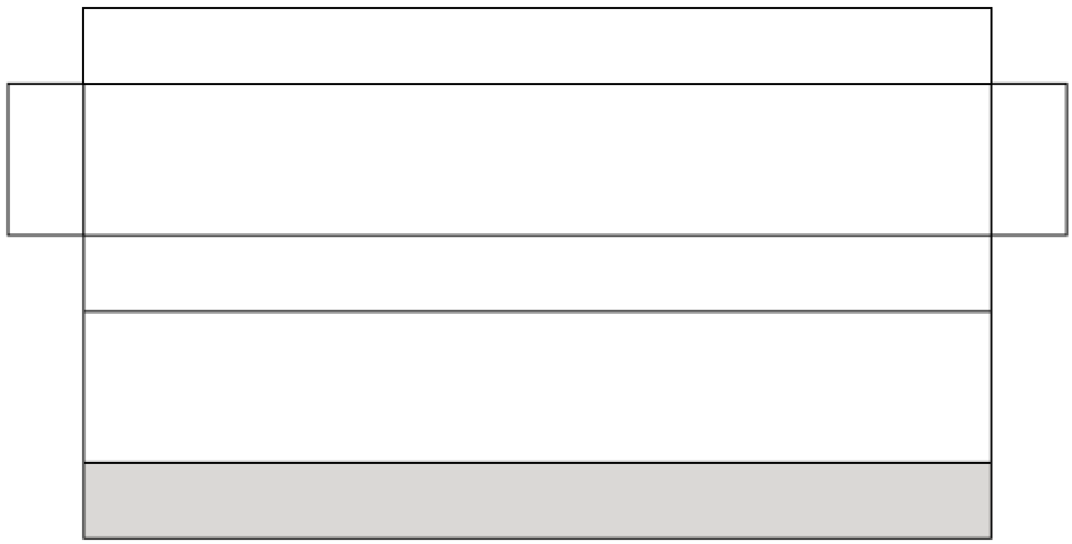
Proposer aux élèves de fabriquer une règle à l'aide de bandes de carton ou de papier, et de la graduer en fonction de l'unité de mesure de leur choix (p. ex., longueur d'un trombone, d'un soulier, d'un crayon). Préciser que la règle doit être assez longue pour mesurer leur taille.

Lorsqu'ils ont terminé, leur demander de déterminer la longueur de cinq objets dans la classe en utilisant d'abord la règle qu'ils ont fabriquée, puis une règle graduée en millimètres. Animer ensuite une discussion au sujet des avantages d'utiliser une règle graduée en millimètres pour déterminer une longueur (p. ex., sa graduation en unités plus petites permet de donner une mesure à un degré de précision plus élevé; le millimètre est une unité de mesure standardisée connue).

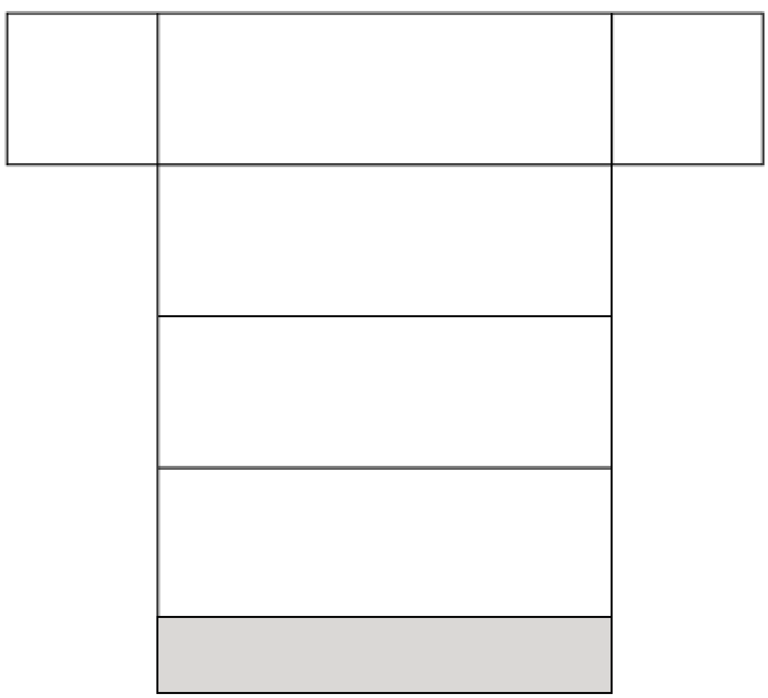
Annexe 4.1

Développements de prismes

Prisme A

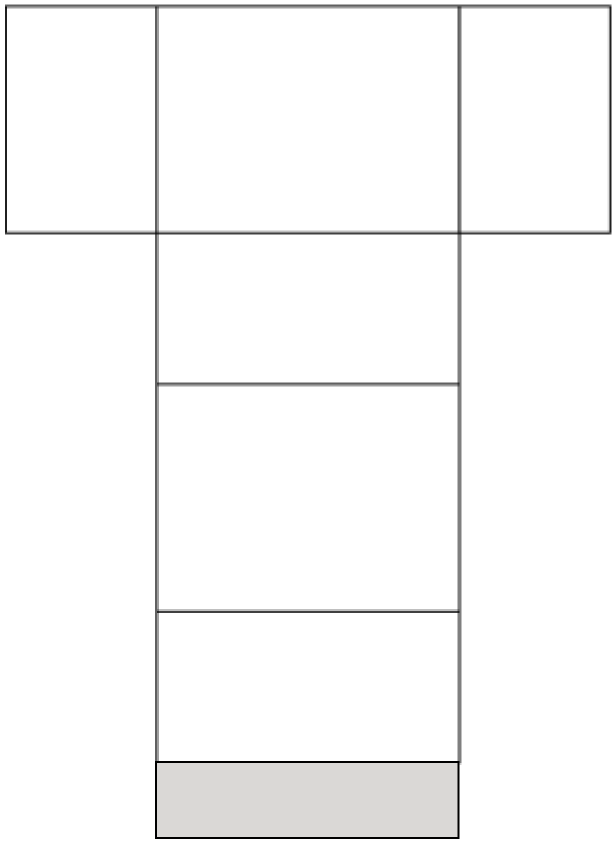


Prisme B

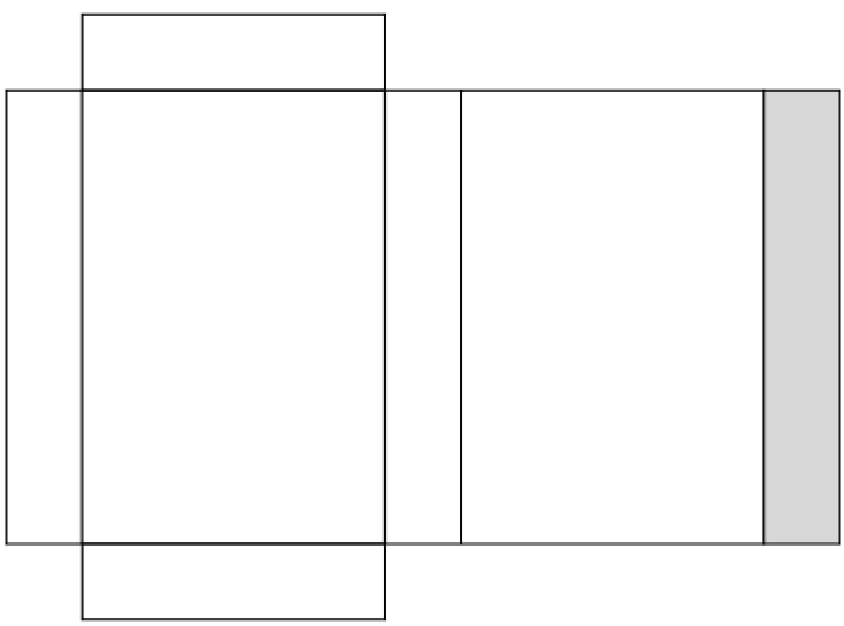


Annexe 4.1 (suite)

Prisme C



Prisme D



Situation d’apprentissage, 5e année

Top chrono

Matériel

- 2 pièces musicales de rythme différent, l’une durant environ 30 secondes de plus que l’autre
- chronomètres (1 par équipe de deux)
- lecteurs de disques compacts (2)
- transparent de l’annexe 5.1
- annexe 5.2 (1 copie par équipe de deux)

Grande idée : sens de la Mesure

Sommaire

Dans cette situation d’apprentissage, les élèves créent et utilisent des unités de mesure non conventionnelles pour estimer et mesurer la durée de différentes pièces musicales.

Intention Pédagogique

Cette situation d’apprentissage a pour but d’amener les élèves :

- à estimer et à mesurer des intervalles de temps à l’aide d’unités de mesure non conventionnelles et conventionnelles;
- à reconnaître que le degré de précision de la mesure d’un intervalle de temps varie en fonction de l’unité de mesure utilisée;
- à développer un sens de la durée, en secondes, de courts intervalles de temps.

Attente et Contenus d’apprentissage

Attente

L’élève doit pouvoir résoudre des problèmes en utilisant les relations entre les diverses unités de mesure de temps.

Contenus d’apprentissage

L’élève doit :

– estimer et mesurer des intervalles de temps, à la seconde près, en utilisant divers instruments (p. ex., montre, chronomètre);
– utiliser les équivalences et les différentes représentations des unités de mesure de temps (p. ex., S’il faut 35 minutes à un élève pour aller à l’école, combien d’heures passe-t-il dans l’autobus pendant une semaine?).

Durée approximative de la situation d’apprentissage : 80 minutes

Contexte

Au cours des années précédentes, les élèves ont développé une compréhension de l'attribut temps dans le cadre de diverses activités quotidiennes (p. ex., lire l'heure à partir d'une horloge, estimer un intervalle de temps à la minute près). Ils ont donc appris à reconnaître que cet attribut peut décrire soit un instant précis, soit une durée (voir Attributs, p. 39-43).

En 5e année, les élèves consolident leur compréhension de cet attribut en estimant et en mesurant des intervalles de temps à la seconde près.

Préalables

La présente situation d'apprentissage permet aux élèves de développer une meilleure compréhension de l'attribut temps comme durée et de développer des repères temporels (voir Repères, p. 11-16) à l'aide desquels ils peuvent déterminer la durée d'un événement.

Pour être en mesure de réaliser cette situation d'apprentissage, les élèves doivent pouvoir :

- comprendre et décrire les relations entre les différentes unités de temps;
- utiliser une montre ou un chronomètre pour mesurer un intervalle de temps.

Vocabulaire Mathématique

Durée, attribut mesurable, intervalle de temps, unité de mesure non conventionnelle, unité de mesure conventionnelle, minute, seconde.

Avant l'apprentissage (Mise en Train)

Animer une séance de remue-méninges à propos de ce que le mot « temps » suggère et noter les idées au tableau. Demander ensuite aux élèves de décrire comment les civilisations anciennes pouvaient déterminer certains moments précis de la journée ou de l'année (p. ex., utilisation d'un cadran solaire; observation des changements dans la végétation, dans le comportement des animaux ou dans la position de la lune). Puis, projeter le transparent de l'annexe 5.1 (Instruments de mesure de temps) et demander aux élèves d’indiquer lesquels servent à décrire un instant précis et lesquels servent à décrire une durée.

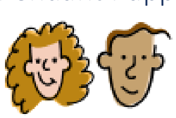
Par la suite, inviter les élèves à écouter deux pièces musicales préalablement sélectionnées; s’assurer que les pièces ont un rythme différent et que l’une dure environ 30 secondes de plus que l’autre. Leur expliquer qu’ils doivent utiliser la stratégie de leur choix pour identifier la pièce la plus courte. S’assurer qu’ils n’ont pas accès à un instrument de mesure de temps (p. ex., recouvrir l’horloge de la classe, leur demander de ranger leur montre dans leur pupitre ou dans leur sac).

Faire jouer les pièces musicales l’une après l’autre, puis noter au tableau le nombre d’élèves qui pensent que la première pièce est la plus courte et le nombre d’élèves qui pensent que la deuxième pièce est la plus courte. Inciter les élèves à réfléchir à la difficulté d’estimer la durée d’un événement quelconque en posant des questions telles que :

- « Comment avez-vous procédé pour identifier la pièce musicale la plus courte? » (J’ai compté dans ma tête, j’ai tapé du pied, j’ai compté avec mes doigts…)
- « Si une autre personne utilisait la même stratégie, obtiendrait-elle le même résultat? Pourquoi? » (Pas nécessairement, parce que le résultat dépend de la vitesse d’exécution de l’action choisie.)
- « Est-ce que le rythme des pièces musicales a influencé votre estimation de la durée de chacune des pièces? » (Oui, et cela m’a induit en erreur parce que je battais plus lentement des mains lorsque le rythme était lent, et plus vite lorsque le rythme était rapide.)
- « Y a-t-il autre chose qui peut influencer votre perception de la durée d’un événement ou d’une situation? » (Si je m’amuse, le temps semble passer beaucoup plus vite que si je m’ennuie. Si j’ai peur, le temps semble passer très lentement.)

Afin d’identifier clairement laquelle des deux pièces musicales est la plus courte, faire jouer les pièces simultanément en utilisant les deux lecteurs de disques compacts.

Pendant l’apprentissage (exploration)



équipes de 2 Grouper les élèves par deux et présenter la situation suivante :

Je vais maintenant vous faire entendre un extrait de la première pièce musicale. Vous devez déterminer la durée de cet extrait sans utiliser l'horloge ou votre montre. Mais avant, vous devez créer, en équipe de deux, une unité de mesure de temps qui soit assez précise pour vous permettre de déterminer la durée de l'extrait, en secondes.

Expliquer aux élèves qu'une façon de créer une unité de mesure de temps est de choisir une action et de déterminer le nombre de fois qu'on peut l'accomplir au cours d'une période de 10 secondes. Cette action, répétée un nombre environ déterminé de fois, devient alors un repère pour représenter une période de temps correspondant à 10 secondes. Animer une séance de remue-méninges pour trouver des exemples d'actions possibles (p. ex., battre des mains, écrire un mot, répéter un mot, sauter à la corde, tourner les pages d'un livre, s'asseoir et se lever, plier une feuille de papier).

Demander à chaque équipe de choisir une action, puis d'utiliser un chronomètre ou une montre pour déterminer le nombre de fois qu'ils peuvent accomplir cette action en 10 secondes. Leur suggérer de faire plusieurs essais afin de s'assurer qu'ils réussissent, avec régularité, à accomplir l'action le même nombre de fois en 10 secondes. Souligner qu'ils auront alors une unité de mesure de temps assez précise pour déterminer la durée de l'extrait musical.

Circuler et intervenir au besoin. Le tableau suivant présente deux exemples d'une action que les élèves peuvent choisir et de l'unité de mesure correspondant à chacune.

Action choisie	Description de l'unité de mesure
Exécuter une rotation du bassin. 	L'équipe a déterminé qu'une rotation du bassin peut être exécutée 8 fois en 10 secondes.

Action choisie	Description de l’unité de mesure
Plier une feuille de papier. 	L’équipe a déterminé qu’une feuille de papier peut être pliée 5 fois en 10 secondes.

Lorsque toutes les équipes ont créé leur unité de mesure, ramasser les chronomètres et remettre à chaque équipe une copie de l’annexe 5.2 (Tableau). À l’aide de l’exemple présenté dans le tableau, expliquer comment ils doivent remplir chacune des colonnes :

1. Inscrire l’action choisie dans la colonne 1.
2. Inscrire dans la colonne 2, l’unité de mesure correspondant au nombre de fois que l’action est accomplie en 10 secondes.
3. Déterminer le nombre de fois que l’action est accomplie pendant l’audition de l’extrait musical et l’inscrire dans la colonne 3.
4. Déterminer la durée de l’extrait en périodes de 10 secondes et l’inscrire dans la colonne 4.
5. Déterminer la durée de l’extrait en secondes et l’inscrire dans la colonne 5.

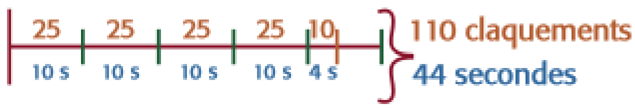
Faire jouer un extrait de 60 secondes de la première pièce musicale retenue. Demander aux élèves d’utiliser leur unité de mesure de temps pour déterminer la durée de cet extrait, en secondes, et de noter les résultats dans le tableau. Souligner que pendant l’audition, un membre de l’équipe doit faire l’action choisie et l’autre doit déterminer le nombre de fois qu’elle est accomplie.

Après l’audition, si les élèves ont de la difficulté à déterminer la durée de l’extrait en périodes de 10 secondes (colonne 4 du tableau), présenter l’exemple suivant.

Exemple

Une équipe a retenu, comme unité de mesure, que 25 claquements de doigts correspondent à une période de 10 secondes. Pendant l’audition de l’extrait musical, les membres de l’équipe dénombrent 110 claquements de doigts. Ils notent que 100 claquements de doigts correspondent à 4 périodes de 10 secondes ($4 \times 25 = 100$).

Puisqu’ils ont dénombré 110 claquements, ils concluent que la durée de l’extrait est égale à un peu plus de 4 périodes de 10 secondes. Ils inscrivent alors 4+ dans la colonne 4. Ils estiment ensuite que les 10 claquements supplémentaires (110 – 100) représentent une période de temps correspondant à environ 4 secondes et concluent que l’extrait musical dure environ 44 secondes.



Lorsque toutes les équipes ont terminé, refaire jouer l’extrait de 60 secondes. Demander aux élèves de changer de rôle, de déterminer de nouveau la durée de l’extrait et de noter les résultats dans le tableau. Par la suite, demander à chaque équipe d’indiquer la différence entre les deux mesures de la durée de l’extrait. Si un grand nombre d’équipes a obtenu une différence de plus de 5 secondes, leur proposer de faire jouer l’extrait une dernière fois.

Après l’apprentissage (Objectivation/Échange Mathématique)

environ 20 minutes

Regrouper les élèves et demander à chaque équipe de décrire l’unité de mesure utilisée pour représenter une période de 10 secondes (p. ex., 25 claquements de doigts) et d’indiquer leur évaluation de la durée de l’extrait musical en se basant sur les deux (ou trois) résultats enregistrés dans la colonne 5 du tableau. Noter tous les résultats au tableau, puis révéler aux élèves que l’extrait durait 60 secondes. Les inciter à comparer les résultats obtenus par les différentes équipes à la durée réelle de l’extrait en posant des questions telles que :

- « En général, comment les résultats obtenus par les différentes équipes se comparent-ils les uns aux autres? » (Selon les résultats, les élèves pourraient dire, par exemple, que plusieurs résultats sont semblables, mais que d'autres sont assez différents.)
- « Comment les résultats se comparent-ils à la durée réelle de l'extrait? » (Selon les résultats, les élèves pourraient dire, par exemple, que la plupart des résultats sont inférieurs à la durée réelle de l'extrait.)
- « Pourquoi y a-t-il autant de différences entre les résultats des différentes équipes et aussi entre ces résultats et la durée réelle de l'extrait? » (Ça peut dépendre de l'action choisie. Certaines actions sont peut-être plus difficiles à répéter au même rythme que d'autres.)

Expliquer aux élèves qu'il est plus facile de déterminer la durée d'un événement si on utilise une action que l'on peut accomplir avec régularité exactement 10 fois en 10 secondes. Chaque action représente alors un intervalle de temps correspondant à une seconde. Ainsi, si on détermine qu'on accomplit une action 25 fois au cours d'un intervalle de temps donné, on peut conclure que l'intervalle correspond à environ 25 secondes.

Suggérer aux élèves qu'une telle action consiste à dire un mot comme « Mississippi » ou une expression comme « mille et un ». Leur demander de répéter ce mot ou cette expression dans leur tête et de tenir compte du nombre de fois qu'ils le font pendant que vous mesurez une période de 10 secondes à l'aide d'un chronomètre. Faire quelques essais afin de permettre aux élèves de trouver le bon rythme, c'est-à-dire réussir à répéter 10 fois le mot ou l'expression en 10 secondes.

Proposer ensuite aux élèves de déterminer individuellement la durée d'un autre extrait de pièce musicale en utilisant cette nouvelle unité de mesure. Faire jouer un extrait de 45 secondes de la deuxième pièce musicale retenue. Faire une mise en commun des résultats obtenus, puis révéler aux élèves que l'extrait durait 45 secondes. Les inciter à comparer leur résultat à la durée réelle de l'extrait. Animer une discussion afin de vérifier si ces résultats correspondent davantage à la durée réelle de l'extrait que lorsqu'ils utilisaient une autre unité de mesure.

Adaptations

L'activité peut être modifiée pour répondre aux différents besoins des élèves.

Pour faciliter la tâche

- Proposer aux élèves de choisir une action qu'ils accomplissent une seule fois en 10 secondes (p. ex., marcher d'une extrémité à l'autre de la classe)

Pour enrichir la tâche

- Demander aux élèves de déterminer, à l'aide d'un chronomètre ou d'une montre, la durée complète de chacune des deux pièces musicales retenues (p. ex., 2 minutes 44 secondes et 3 minutes 15 secondes). Leur demander ensuite de déterminer le nombre de fois qu'ils pourraient accomplir l'action choisie lors de l'audition de chacune des pièces.

Suivi à la Maison

À la maison, les élèves proposent à un membre de leur famille de jouer à déterminer la durée de certaines pauses publicitaires à la radio ou à la télévision en utilisant, comme unité de mesure, la répétition d'un mot ou d'une expression. Pendant qu'une des deux personnes utilise cette stratégie, l'autre mesure la durée à l'aide d'un chronomètre ou d'une montre.

Activité supplémentaire – 1

Une journée de 24 heures?

Discuter avec les élèves des différentes activités qu'ils font au cours d'une journée de semaine. Ensuite, distribuer à chaque élève une copie de l'annexe 5.3 (Une journée dans ma vie). Leur demander d'estimer le temps qu'ils consacrent à chacune des activités présentées dans le tableau et de l'inscrire dans la case appropriée.

Lorsque tous les élèves ont terminé, animer une brève discussion portant sur les résultats obtenus. Poser des questions telles que :

– « Combien d'heures compte une journée? »
– « Selon vos estimations, combien d'heures compte votre journée? »
– « Comment expliquez-vous la différence entre les deux réponses? »
– « Quelle activité requiert le plus de temps au cours d'une journée? »
– « Quelle activité requiert le moins de temps au cours d'une journée? »
– « Si l'on vous demandait d'estimer le temps que vous consacrez à ces mêmes activités au cours d'une journée de fin de semaine, les résultats seraient-ils semblables ou différents? Pourquoi? »

Demander ensuite aux élèves de déterminer le temps réel consacré à chacune des activités au cours des 24 prochaines heures et de l'inscrire dans la case appropriée du tableau. Leur demander de comparer le temps réel pris pour effectuer chacune des activités au temps estimé. Animer une discussion et poser des questions telles que :

– « De quelle façon avez-vous déterminé le temps réel consacré à chaque activité? »
– « Avez-vous eu des problèmes? Lesquels? »
– « Comment expliquez-vous les différences et les ressemblances entre vos estimations et le temps réel? »

Activité supplémentaire – 2

Fabrication d’un instrument de mesure de temps

Dans un premier temps, présenter le sablier et la clepsydre (Annexe 5.1) et discuter brièvement du fonctionnement de ces deux instruments de mesure de temps. Inviter les élèves à se grouper par deux et à effectuer une recherche qui leur permettra de concevoir un plan pour construire l’un ou l’autre de ces instruments.

Dans un deuxième temps, demander aux élèves de rassembler le matériel nécessaire (p. ex., bouteilles ou contenants de plastique, chronomètre, eau, sable, riz, sucre, sel) et d’entreprendre la construction de l’instrument de mesure de temps choisi.

Lorsque l’instrument est construit, leur demander de le présenter, d’expliquer son fonctionnement et de préciser s’il mesure le temps en minutes ou en secondes.

Mettre ensuite les élèves au défi d’ajuster leur instrument à l’aide d’un chronomètre pour faire en sorte qu’il mesure un intervalle de temps correspondant à une minute (aux cinq secondes près). Circuler et poser des questions telles que :

- « Est-ce que les matériaux utilisés sont appropriés? Pourquoi? »
- « L’ouverture permettant l’écoulement cause-t-elle des problèmes? Lesquels? »
- « Quelles modifications avez-vous faites? Pourquoi? »

Activité supplémentaire – 3

Balle en mouvement

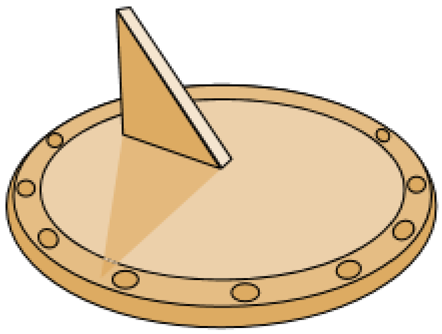
Grouper les élèves par trois et remettre à chaque équipe deux chronomètres et une balle de tennis. Indiquer qu’un membre de l’équipe doit laisser tomber la balle à partir d’une hauteur quelconque et que les deux autres doivent déterminer, à l’aide d’un chronomètre, l’intervalle de temps entre le moment où la balle est lâchée et le moment où elle arrête de rebondir. Demander aux élèves de comparer les deux résultats. Leur demander ensuite d’effectuer l’expérience deux autres fois en choisissant chaque fois un autre membre pour laisser tomber la balle.

Lorsque toutes les équipes ont terminé les trois essais, demander à chacune d’indiquer le nombre de fois que le même résultat a été obtenu par les deux personnes qui chronométraient la balle en mouvement. Animer une discussion afin de faire ressortir le fait qu’il est difficile de mesurer avec exactitude la durée d’un événement. Demander aux élèves de décrire certains moyens pris lors de compétitions sportives (p. ex., aux

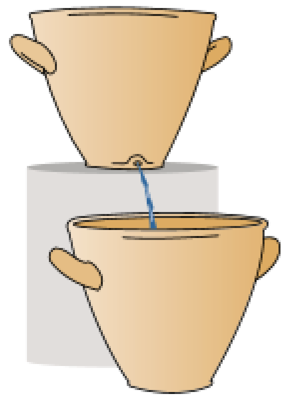
Jeux olympiques) pour assurer l'exactitude et la précision du chronométrage des résultats des athlètes.

Annexe 5.1

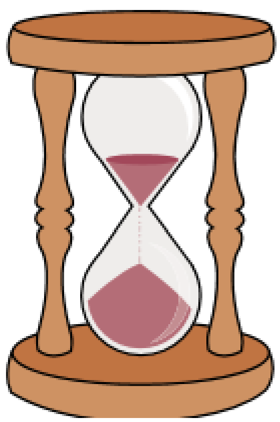
Instruments de mesure de temps



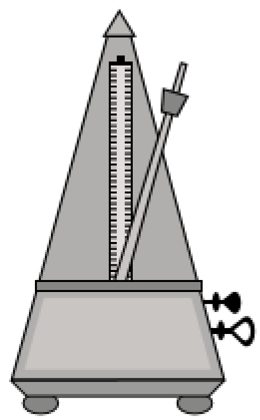
Le cadran solaire



La clepsydre



Le sablier



Le métronome

L'horloge analogique

L'horloge numérique

Annexe 5.2

Tableau

Action choisie	Unité de mesure (nombre de fois que l'action est accomplie en 10 secondes)	Nombre de fois que l'action est accomplie pendant l'audition de l'extrait musical	Durée de l'extrait musical, en périodes de 10 secondes	Durée de l'extrait musical, en secondes
Exemple Claquer des doigts	25	100	4 (100 ÷ 25)	40 (4 × 10)

Annexe 5.3

Une journée dans ma vie

Activité	Temps estimé (en heures)	Temps réel (en heures)
Dormir		
Manger		
Se laver		
S'habiller		
Se rendre à l'école		
Travailler à l'école		
Jouer à la récréation		
Être au service de garde		
Participer à des activités parascolaires		
Faire ses devoirs		
Regarder la télévision		
Travailler à l'ordinateur		
Jouer à la maison (à l'extérieur, à un jeu de société, à un jeu vidéo…)		
Autres (aller à un rendez-vous, magasiner…)		

Situation d'apprentissage, 6^e année

Heureux comme un poisson dans l'eau

Matériel

- différents prismes faits avec de la pâte à modeler dont le volume est supérieur ou égal à 30 cm^3 (1 par équipe de deux)
- annexe 6.1 (1 feuille de travail par équipe de deux)
- cubes de 1 cm3
- feuilles de papier quadrillé en cm2
- ficelle
- règles
- récipients gradués de 250 ml ou plus (1 par équipe de deux)
- éprouvettes graduées de 50 ml ou moins (1 par équipe de deux)
- entonnoirs (1 par équipe de deux)
- contenants d'eau
- plateaux (1 par équipe de deux)
- grandes feuilles de papier (2 par équipe de deux)

Grande idée : sens de la Mesure

Sommaire

Dans cette situation d'apprentissage, les élèves explorent la relation entre le millilitre (ml) et le centimètre cube (cm3) en déterminant, par déplacement d'eau, le volume de solides réguliers et irréguliers.

Intention Pédagogique

Cette situation d'apprentissage a pour but d'amener les élèves :

- à développer leurs habiletés à mesurer;
- à reconnaître que le volume d'un objet correspond à la grandeur de l'espace à trois dimensions qu'il occupe;
- à faire le lien entre le volume d'un objet et le volume d'eau qu'il déplace lorsqu'il est immergé;
- à découvrir la relation d'équivalence entre le millilitre (ml) et le centimètre cube (cm3);
- à consolider leur compréhension du concept de conservation du volume.

Attente et Contenus d'apprentissage

Attente

L'élève doit pouvoir déterminer l'aire de différentes figures et le volume de différents prismes droits.

Contenus d'apprentissage

L’élève doit :

- établir et expliquer la relation entre le millilitre et le centimètre cube
- déterminer le volume d’un objet (en centimètres cubes) en mesurant le déplacement que produit cet objet dans un liquide.

Durée approximative de la situation d’apprentissage : 130 minutes

Contexte

Au cours des années précédentes, les élèves ont appris à déterminer, à l’aide d’unités de mesure conventionnelles, la capacité de contenants (p. ex., en millilitres [ml] ou en litres [l]) et le volume de solides (p. ex., en centimètres cubes [cm3]). En 6e année, ils doivent saisir la différence entre une mesure de capacité et une mesure de volume; par exemple, une bouteille peut avoir une capacité de 350 ml de jus, mais ne contenir qu’un volume de 300 ml de jus, une boîte fermée en bois peut avoir un volume extérieur de 1 m^3, mais un volume intérieur, c’est-à-dire une capacité, de 0,9 m3. Ils doivent aussi explorer la relation d’équivalence entre le volume d’un objet, en centimètres cubes, et le volume de liquide, en millilitres, que cet objet déplace lorsqu’il est immergé; par exemple, lorsqu’un objet dont le volume est égal à 1 cm3 est immergé dans l’eau, il déplace un volume d’eau équivalent à 1 ml.

Préalables

La présente situation d’apprentissage permet aux élèves de développer une meilleure compréhension de l’attribut volume et de découvrir la relation d’équivalence entre le centimètre cube et le millilitre.

Pour être en mesure de réaliser cette situation d’apprentissage, les élèves doivent :

- connaître les unités de mesure de volume centimètre cube (cm^3) et millilitre (ml);
- pouvoir estimer le volume de solides réguliers et le mesurer à l’aide de différentes stratégies (p. ex., dénombrer les cubes nécessaires pour reproduire le solide; dénombrer les cubes nécessaires pour construire une disposition rectangulaire qui recouvre la base du solide et les dispositions rectangulaires qu’il faut superposer pour obtenir le solide; appliquer une formule).

Vocabulaire Mathématique

Attribut mesurable, volume, centimètre cube (cm^3), millilitre (ml), prisme à base rectangulaire, solide régulier, solide irrégulier.

Note : Cette situation d'apprentissage comprend deux sections Exploration, chacune étant suivie d'un Échange mathématique. Cette organisation a pour but de faciliter la gestion du temps et de permettre aux élèves de faire progressivement le point sur les concepts visés.

Avant l'apprentissage (Mise en Train)

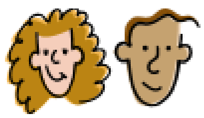
environ 20 minutes

Présenter aux élèves un bloc de pâte à modeler et leur demander de dresser une liste des attributs mesurables de ce prisme (p. ex., longueur, largeur, hauteur, volume, périmètre, masse).

Animer une discussion en posant des questions telles que :

- « Comment pouvez-vous mesurer chacun de ces attributs? » (On peut par exemple mesurer la longueur, la largeur et le périmètre à l'aide d'une règle, la masse à l'aide d'une balance, le volume à l'aide de cubes.)
- « Qu'est-ce que le volume d'un solide? » (C'est la grandeur de l'espace à trois dimensions qu'il occupe.)
- « Pourquoi voudrait-on connaître le volume d'un solide? » (On voudrait connaître son volume afin, par exemple, de le ranger dans une boîte, de le placer sur une tablette…)
- « Quelles unités de mesure conventionnelles sont habituellement utilisées pour déterminer le volume d'un solide? » (On utilise des unités cubiques telles que le centimètre cube ou le mètre cube.)
- « Quelles unités de mesure conventionnelles sont habituellement utilisées pour déterminer le volume d'une quantité donnée de liquide? » (On utilise des unités telles que le millilitre ou le litre.)

Fabriquer à l'avance, à l'aide de pâte à modeler, un ensemble de différents prismes à base rectangulaire. S'assurer que le volume de chaque prisme mesure au moins 30 cm3. Grouper les élèves par deux. Distribuer un des prismes à chaque équipe, ainsi qu'une feuille de travail (voir l'annexe 6.1). Leur demander d'estimer le volume de leur prisme et de noter cette estimation dans la première colonne de la feuille de travail.

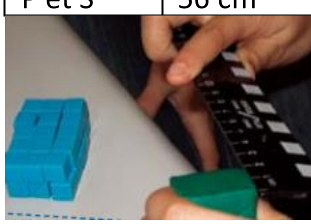


équipes de 2

Construire un tableau collectif (voir l'annexe 6.2.) sur une grande feuille, un tableau interactif, un transparent ou au tableau, et y inscrire les estimations de chacune des équipes.

Exemple

Équipe	Estimation du volume du prisme	Mesure du volume du prisme	Estimation du volume d'eau déplacée par le prisme	Mesure du volume d'eau déplacée par le prisme	Estimation du volume d'eau déplacée par le poisson	Mesure du volume d'eau déplacée par le poisson
M et J	30 cm^3					
C et Y	45 cm^3					
E et D	82 cm^3					
P et S	56 cm^3					



Demander ensuite aux élèves de déterminer la mesure du volume de leur prisme à l'aide de la stratégie de leur choix (p. ex., reproduire le solide à l'aide de cubes de 1 cm3, appliquer une formule) et de noter ce résultat dans la deuxième colonne de leur feuille de travail. Mettre à leur disposition le matériel nécessaire (p. ex., cubes de 1 cm3, papier quadrillé en cm2, ficelle, règles). Les inviter ensuite à comparer la mesure du volume de leur prisme à leur estimation.

Animer un bref échange portant sur les différentes stratégies utilisées pour établir le volume des prismes, puis inscrire le volume du prisme de chaque équipe dans le tableau collectif.

Exemple

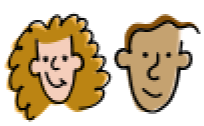
Équipe	Estimation du volume du prisme	Mesure du volume du prisme	Estimation du volume d'eau déplacée par le prisme	Mesure du volume d'eau déplacée par le prisme	Estimation du volume d'eau déplacée par le poisson	Mesure du volume d'eau déplacée par le poisson
M et J	30 cm^3	36 cm^3				
C et Y	45 cm^3	48 cm^3				
E et D	82 cm^3	72 cm^3				
P et S	56 cm^3	60 cm^3				


Par la suite, inciter les élèves à réfléchir à l'idée d'utiliser le déplacement d'eau comme stratégie pour mesurer le volume d'un solide en posant des questions telles que :

- « Si vous plongez votre prisme dans un récipient d'eau, quel en sera l'effet sur le niveau de l'eau dans le récipient? » (Le niveau de l'eau va monter.)
- « Pourquoi l'eau sera-t-elle ainsi déplacée? » (L'eau est déplacée parce que le prisme occupe de l'espace dans le récipient.)

Demander alors aux élèves d'estimer le volume d'eau que leur prisme va déplacer en raison de son immersion dans l'eau et d'inscrire cette estimation dans la troisième colonne de leur feuille de travail. Leur proposer ensuite d'effectuer une expérience pour vérifier dans quelle mesure ils ont vu juste.

Pendant l'apprentissage (exploration) – 1


équipes de 2


environ 40 minutes


Distribuer à chaque équipe un récipient gradué (p. ex., éprouvette, bécher) de 250 ml ou plus dans lequel il est possible d'immerger le prisme reçu, une éprouvette

graduée de 50 ml ou moins, un entonnoir, un contenant d’eau et un plateau. Leur demander de placer tout le matériel dans le plateau.

Inviter ensuite les élèves à utiliser ce matériel pour déterminer le volume d’eau déplacée lorsqu’ils immergent leur prisme, à noter ce résultat dans la quatrième colonne de leur feuille de travail et à décrire, sur une grande feuille, la stratégie qu’ils ont utilisée. Allouer suffisamment de temps pour permettre à toutes les équipes d’effectuer l’expérience. Circuler, observer les stratégies utilisées et intervenir au besoin. Le tableau suivant présente deux exemples de telles interventions.

Observations possibles	Interventions possibles
Les élèves remplissent l’éprouvette graduée à ras bord, y plongent le prisme, puis le retirent. Ils font ensuite la lecture du volume d’eau qui reste dans l’éprouvette et notent cette mesure comme étant le volume d’eau déplacée par le prisme.	– Amener les élèves à réfléchir à la mesure notée en posant des questions telles que : – « Que vouliez-vous trouver en faisant cette expérience? » (Le volume d’eau déplacée par le prisme.) – « Où se retrouve l’eau déplacée par le prisme? » (Dans le plateau.) – « La mesure que vous avez notée correspond-elle au volume d’eau déplacée? » (Non, elle correspond plutôt au volume d’eau qui reste dans l’éprouvette après y avoir plongé le prisme.) – « Que devriez-vous alors mesurer? » (Le volume de l’eau qui se trouve dans le plateau.) – « Comment pourriez-vous procéder pour mesurer ce volume d’eau? » (Nous pourrions verser cette eau dans l’autre éprouvette graduée et y lire la mesure du volume.)
Les élèves remplissent l’éprouvette graduée à ras bord, y plongent le prisme, puis le retirent. Ils semblent ensuite incapables de déterminer le volume d’eau déplacée.	Inciter les élèves à identifier la source de leurs difficultés en posant des questions telles que : – « Comment comptiez-vous procéder pour déterminer le volume d’eau déplacée? » (On

Observations possibles	Interventions possibles
	voulait calculer la différence entre le volume d’eau au départ et le volume d’eau qui reste dans l’éprouvette.) – « C’est une bonne stratégie. Pourquoi cette stratégie vous pose-t-elle un problème? » (L’éprouvette n’est pas graduée jusqu’en haut. On ne sait donc pas quel volume d’eau on avait au départ.) – « Que pourriez-vous faire pour le déterminer? » (On pourrait commencer par mettre de l’eau jusqu’à la ligne qui indique 250 ml. On pourrait ensuite mettre 50 ml d’eau dans la petite éprouvette et verser de cette eau dans la grande éprouvette jusqu’à ce qu’elle soit pleine. En déterminant le volume d’eau ajoutée, on pourrait calculer le volume d’eau au départ.)

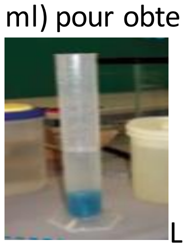
Après l’apprentissage (Objectivation/Échange Mathématique) – 1

 Note : Cette objectivation se fait en deux temps. On fait d’abord une mise en commun des stratégies utilisées pour déterminer le volume d’eau déplacée, en faisant ressortir la diversité des stratégies possibles et l’importance de mesurer avec exactitude en tenant compte du ménisque (voir Utiliser un instrument de mesure, p. 93-99). On fait ensuite une mise en commun des volumes obtenus en incitant les élèves à rechercher une relation entre le millilitre et le centimètre cube (voir Relation entre le millilitre et le centimètre cube, p. 67-68).

 Regrouper les élèves et inviter quelques équipes à expliquer la stratégie utilisée pour déterminer le volume d’eau déplacée par le prisme. Choisir des équipes qui ont utilisé des stratégies différentes. Après chaque présentation, inviter les autres élèves à intervenir, à poser des questions au besoin et à discuter des avantages et des inconvénients liés à la stratégie utilisée (p. ex., difficile de récupérer toute l’eau qui a débordé de l’éprouvette).


environ 30 minutes

Voici quelques-unes des stratégies que les élèves pourraient utiliser :

- Les élèves remplissent l’éprouvette graduée à ras bord, y plongent le prisme, puis le retirent. Afin de déterminer le volume d’eau déplacée par le prisme, ils mettent des cubes de 1 cm3 pour remplir de nouveau l’éprouvette à ras bord. Ils inscrivent comme mesure du volume d’eau déplacée le nombre de cubes mis dans l’éprouvette.
- Les élèves remplissent l’éprouvette graduée à ras bord et ils y plongent le prisme, faisant ainsi déborder l’eau. Ils vident ensuite dans l’autre éprouvette graduée toute l’eau qui a débordé et font la lecture du niveau de l’eau (p. ex., 45 ml) pour obtenir le volume d’eau déplacée par le prisme.
- Les élèves remplissent l’éprouvette graduée jusqu’à un certain niveau et notent le volume d’eau (p. ex., 100 ml). Ils y plongent ensuite le prisme et notent le niveau de l’eau (p. ex., 140 ml). Afin de déterminer le volume d’eau

déplacée par le prisme, ils calculent la différence entre les niveaux de l’eau après et avant l’immersion du prisme (140 ml – 100 ml = 40 ml).

- Les élèves placent le prisme dans l’éprouvette. Ils le recouvrent ensuite d’eau et font la lecture du niveau de l’eau (p. ex., 175 ml). Puis, ils retirent le prisme et font à nouveau la lecture du niveau de l’eau (p. ex., 125 ml). Pour déterminer le volume d’eau déplacée, ils calculent la différence entre ces deux niveaux (175 ml – 125 ml = 50 ml).

Une fois les présentations des stratégies terminées, inviter un membre de chaque équipe à inscrire dans le tableau collectif la mesure obtenue pour le volume d’eau déplacée par leur prisme.

Exemple

Équipe	Estimation du volume du prisme	Mesure du volume du prisme	Estimation du volume d’eau déplacée par le prisme	Mesure du volume d’eau déplacée par le prisme	Estimation du volume d’eau déplacée par le poisson	Mesure du volume d’eau déplacée par le poisson
M et J	30 cm^3	36 cm^3	40 ml	37 ml		
C et Y	45 cm^3	48 cm^3	62 ml	50 ml		
E et D	82 cm^3	72 cm^3	50 ml	71 ml		
P et S	56 cm^3	60 cm^3	62 ml	60 ml		

Inciter ensuite les élèves à établir un lien entre le volume du prisme (colonne 3 du tableau collectif) et le volume d’eau déplacée (colonne 5 du tableau collectif) en posant des questions telles que :

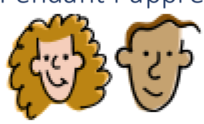
– « Si vous comparez la mesure du volume de votre prisme et la mesure du volume d’eau déplacée par le prisme, qu’est-ce que vous observez? » (Le nombre d’unités du volume du prisme et le nombre d’unités du volume d’eau déplacée sont presque les mêmes.)
– « Quelle conjecture pourriez-vous formuler à partir des résultats de cette expérience? » (Le volume d’eau déplacée par un objet immergé dans l’eau est équivalent au volume de l’objet.)
– « Dans plusieurs cas, la mesure du volume du prisme n’est pas exactement égale à la mesure du volume d’eau déplacée. Comment pourrait-on expliquer ces différences? » (Elles peuvent être le résultat d’une erreur de calcul ou de difficultés liées à la façon d’effectuer l’expérience et de mesurer.)
– « Est-ce que le volume d’eau déplacée par votre prisme serait le même si vous utilisiez un récipient différent? Pourquoi? » (Il serait le même puisque le volume

d'eau déplacée dépend du volume du prisme et non de la capacité du contenant dans lequel il est immergé.)

- « Quelle unité de mesure est utilisée pour déterminer le volume du prisme? » (Le centimètre cube.)
- « Quelle unité de mesure est utilisée pour déterminer le volume d'eau déplacée? » (Le millilitre.)
- « Quelle relation semble-t-il y avoir entre ces deux unités de mesure? » (Un solide de 1 cm3 déplace 1 ml d'eau.)

Une fois que les élèves ont établi la relation entre le centimètre cube et le millilitre, les amener à utiliser cette relation pour déterminer le volume d'un solide irrégulier.

Pendant l'apprentissage (exploration) – 2


équipes de 2


environ 20 minutes


Inviter les élèves à former les mêmes équipes que précédemment. Leur demander de façonner un « poisson » à partir de leur prisme en pâte à modeler. Préciser qu'ils doivent utiliser toute la pâte à modeler et s'assurer que le poisson puisse entrer entièrement dans le récipient gradué.

Demander ensuite aux élèves de déterminer le volume, en centimètres cubes, du poisson en suivant la démarche suivante :

- estimer le volume d'eau que le poisson va déplacer lorsqu'il sera immergé et noter cette estimation dans la cinquième colonne de votre feuille de travail;
- utiliser la stratégie de votre choix pour mesurer le volume d'eau déplacée lorsque le poisson est immergé dans l'eau et noter ce résultat dans la sixième colonne de votre feuille de travail;
- inscrire sur une grande feuille, le volume en centimètres cubes de votre poisson et indiquer comment vous arrivez à ce résultat.

Mettre d'autres solides irréguliers à la disposition des élèves qui voudraient vérifier leur conclusion. Circuler, observer les stratégies utilisées et intervenir au besoin.

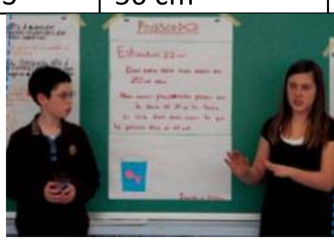
Après l'apprentissage (objectivation/échange mathématique) – 2

Regrouper les élèves et inviter un membre de chaque équipe à inscrire dans le tableau collectif leur estimation et la mesure du volume d'eau déplacée par leur poisson.

environ 20 minutes

Exemple

Équipe	Estimation du volume du prisme	Mesure du volume du prisme	Estimation du volume d'eau déplacée par le prisme	Mesure du volume d'eau déplacée par le prisme	Estimation du volume d'eau déplacée par le poisson	Mesure du volume d'eau déplacée par le poisson
M et J	30 cm^3	36 cm^3	40 ml	37 ml	35 ml	36 ml
C et Y	45 cm^3	48 cm^3	62 ml	50 ml	50 ml	49 ml
E et D	82 cm^3	72 cm^3	50 ml	71 ml	70 ml	70 ml
P et S	56 cm^3	60 cm^3	62 ml	60 ml	64 ml	60 ml



Inviter quelques équipes à présenter et à justifier leur résultat. À titre d'exemple, une pourrait dire : « Notre poisson a déplacé 29 ml d'eau. Lors de la première expérience, on a vu que le volume en millilitres d'eau déplacée par un objet immergé est équivalent au volume en centimètres cubes de l'objet. On peut donc conclure que le volume de notre poisson est égal à 29 cm^3. »

Profiter de la situation pour inciter les élèves à faire le lien entre les résultats des deux expériences et le concept de conservation du volume (voir Conservation, p. 49-52) en posant des questions telles que :

- « Y a-t-il un lien entre le volume de votre poisson et le volume du prisme original inscrit dans la troisième colonne du tableau collectif? Pourquoi? » (Le volume du

poisson est le même que le volume du prisme parce que les deux formes sont fabriquées à partir de la même quantité de pâte à modeler.)
– « Si vous aviez façonné un hippocampe au lieu d'un poisson à partir de votre prisme en pâte à modeler, quel aurait été le volume d'eau déplacée? Justifiez votre réponse. » (Le volume d'eau déplacée aurait été le même parce que la grandeur de l'espace occupé par la pâte à modeler demeure la même, peu importe la forme qu'on lui donne.)
– « J'ai une étoile de mer fabriquée avec de la pâte à modeler. Je veux déterminer son volume, mais je n'ai pas de récipient gradué et d'eau à ma disposition. Comment pourrais-je faire pour déterminer ce volume? » (Vous pourriez transformer l'étoile de mer en prisme rectangulaire, puis mesurer les dimensions du prisme et déterminer son volume. Puisque l'étoile de mer et le prisme sont fabriqués à partir de la même quantité de pâte à modeler, les deux solides ont le même volume.)

Adaptations

L'activité peut être modifiée pour répondre aux différents besoins des élèves.

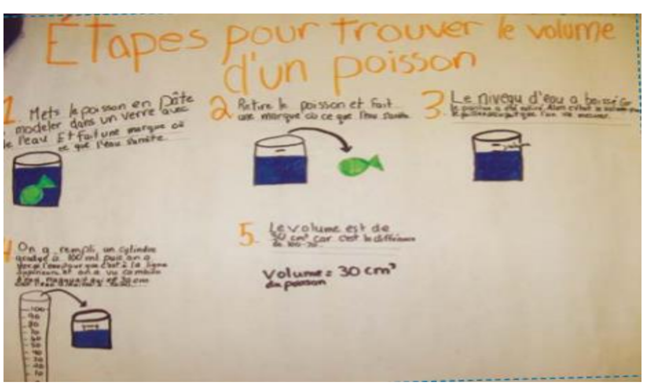
Pour faciliter la tâche

- Lors de la mise en train, demander aux élèves de construire un prisme en utilisant des cubes de 1 cm3 au lieu d'utiliser de la pâte à modeler (il leur sera alors plus facile de déterminer le volume du prisme).
- Lors de la deuxième exploration, au lieu de transformer en poisson le prisme fait en pâte à modeler, ils peuvent fabriquer un solide irrégulier en utilisant tous les cubes qui forment leur prisme.

Pour enrichir la tâche

- Demander aux élèves de décrire une procédure qui permettrait de déterminer le volume d'eau déplacée par un solide placé dans un récipient non gradué (voir l'exemple ci-après).

Exemple



Suivi à la Maison

À la maison, les élèves peuvent prendre deux objets qui semblent avoir à peu près le même volume (p. ex., une roche et une figurine) et demander à un membre de la famille d'indiquer lequel des deux lui semble avoir le plus grand volume. Ensuite, à l'aide d'un récipient gradué suffisamment grand pour y immerger les objets, ils peuvent vérifier cette estimation en mesurant le volume d'eau déplacée par chaque objet.

Activité supplémentaire – 1

Capacité ou volume

Grouper les élèves par deux, puis leur remettre un thermos fermé et un récipient gradué suffisamment grand pour y immerger le thermos. Leur demander de déterminer le volume et la capacité du thermos et d'utiliser les résultats pour expliquer la différence entre ces deux attributs.

Lorsque toutes les équipes ont terminé, regrouper les élèves et discuter des stratégies utilisées et des résultats obtenus. Faire ressortir le fait que le volume du thermos est plus grand que la capacité parce qu'il correspond au volume extérieur du thermos alors que la capacité correspond au volume intérieur.

Activité supplémentaire – 2

Vide ou pleine? Avec ou sans bouchon?

Dans un premier temps, montrer aux élèves deux bouteilles fermées identiques, l'une vide et l'autre pleine. Leur poser la question suivante : « D'après vous, si on immerge ces deux bouteilles dans un récipient d'eau, laquelle va déplacer le plus grand volume d'eau? Pourquoi? »

Note : Certains élèves auront peut-être tendance à croire que la bouteille pleine va déplacer un plus grand volume d'eau que la bouteille vide parce qu'elle a une plus grande masse.

Grouper les élèves par deux, mettre à leur disposition le matériel nécessaire (p. ex., bouteille vide, bouteille pleine, récipient gradué, eau) et leur demander de vérifier leur réponse à l'aide de la stratégie de leur choix. Lorsque toutes les équipes ont terminé, regrouper les élèves et discuter des stratégies utilisées et des résultats obtenus. Inciter les élèves à conclure que le volume d'eau déplacée par les deux bouteilles est le même parce que les deux occupent le même espace. Elles ont donc le même volume.

Dans un deuxième temps, montrer aux élèves deux bouteilles vides identiques, l'une avec un bouchon et l'autre sans bouchon, puis leur poser la question suivante : « D'après vous, si on immerge ces deux bouteilles dans un récipient d'eau, laquelle va déplacer le plus grand volume d'eau? Pourquoi? »

Note : Certains élèves auront peut-être tendance à croire que les deux bouteilles vont déplacer le même volume d'eau parce que les deux sont vides.

Grouper à nouveau les élèves par deux, mettre à leur disposition le matériel nécessaire (p. ex., bouteille avec bouchon, bouteille sans bouchon, récipient gradué, eau) et leur demander de vérifier leur réponse à l'aide de la stratégie de leur choix. Lorsque toutes les équipes ont terminé, regrouper les élèves et discuter des stratégies utilisées et des résultats obtenus. Inciter les élèves à conclure que la bouteille avec bouchon déplace un plus grand volume d'eau que la bouteille sans bouchon parce qu'elle occupe un plus grand espace. De fait, le volume d'eau déplacé par la bouteille avec bouchon correspond à l'espace occupé par ses parois et par l'air à l'intérieur de la bouteille alors que le volume d'eau déplacé par la bouteille sans bouchon correspond à l'espace occupé par ses parois seulement.

Activité supplémentaire – 3

Quitte ou double

Grouper les élèves par deux, puis leur remettre un cube de un centimètre cube. Leur demander de déterminer ses dimensions (longueur : 1 cm; largeur : 1 cm; hauteur : 1 cm) et son volume (1 cm^3).

Inviter ensuite les élèves à déterminer les dimensions d'un prisme qui aurait le double de ce volume et à le démontrer en utilisant le matériel de leur choix (p. ex., papier quadrillé, cubes, dessin). Circuler et observer les réponses obtenues et les stratégies utilisées afin de choisir de façon stratégique les équipes qui seront invitées à faire une présentation lors de l'échange mathématique.

Regrouper les élèves et demander aux équipes choisies de présenter leur réponse et de l'expliquer. S'assurer que les présentations permettent aux élèves de comprendre :

- que pour doubler le volume, il suffit de doubler une seule des trois dimensions du cube (p. ex., 1 cm sur 1 cm sur 2 cm);
- que si on double chacune des trois dimensions (p. ex., 2 cm sur 2 cm sur 2 cm), le volume sera 8 fois plus grand.

Activité supplémentaire – 4

Fabrication d'un récipient gradué

Grouper les élèves par deux et remettre à chaque équipe une bouteille vide faite de plastique transparent, un gobelet et du ruban-cache. Demander à chaque équipe de graduer la bouteille de plastique en utilisant la capacité du gobelet comme unité de mesure.

Remettre ensuite à chaque équipe trois récipients différents et leur demander de déterminer la capacité en gobelets d'eau de chacun. Puis, leur remettre une éprouvette graduée en millilitres et leur demander de déterminer la capacité en millilitres de chaque récipient. Animer une discussion afin de faire ressortir le fait que l'éprouvette graduée en millilitres permet d'obtenir des mesures à un degré de précision plus élevé que celle graduée en fonction de la capacité d'un gobelet.

Annexe 6.1

Feuille de travail

Estimation du volume du prisme	Mesure du volume du prisme	Estimation du volume d'eau déplacée par le prisme	Mesure du volume d'eau déplacée par le prisme	Estimation du volume d'eau déplacée par le poisson	Mesure du volume d'eau déplacée par le poisson

Feuille de travail

Estimation du volume du prisme	Mesure du volume du prisme	Estimation du volume d'eau déplacée par le prisme	Mesure du volume d'eau déplacée par le prisme	Estimation du volume d'eau déplacée par le poisson	Mesure du volume d'eau déplacée par le poisson

Feuille de travail

Estimation du volume du prisme	Mesure du volume du prisme	Estimation du volume d'eau déplacée par le prisme	Mesure du volume d'eau déplacée par le prisme	Estimation du volume d'eau déplacée par le poisson	Mesure du volume d'eau déplacée par le poisson

Annexe 6.2

Tableau collectif

Équipe	Estimation du volume du prisme	Mesure du volume du prisme	Estimation du volume d'eau déplacée par le prisme	Mesure du volume d'eau déplacée par le prisme	Estimation du volume d'eau déplacée par le poisson	Mesure du volume d'eau déplacée par le poisson

Références

BATTISTA, Michael T. 2003. « Understanding Students' Thinking about Area and Volume Measurement », dans Douglas H. CLEMENTS et George BRIGHT (dir.), Learning and Teaching Measurement: 2003 Yearbook, Reston (VA), National Council of Teachers of Mathematics, p. 122-142.

BUYS, Kees, et Ed de MOOR. 2005. « Domain Description Measurement », dans Marja van den HEUVEL-PANHUIZEN et Kees BUYS (dir.), Young Children Learn Measurement and Geometry: A Learning-Teaching Trajectory with Intermediate Attainment Targets for the Lower Grades in Primary School, Amersfoort (Netherlands), Freudenthal Institute, p. 18 et 29.

CLEMENTS, Douglas H. 1999. « Geometric and Spatial Thinking in Young Children », dans Juanita V. COPLEY (dir.), Mathematics in the Early Years, 3e éd., Reston (VA), National Council of Teachers of Mathematics, p. 73.

CLEMENTS, Douglas H., et Michelle STEPHAN. 2004. « Measurement in Pre-K to Grade 2 Mathematics », dans Douglas H. CLEMENTS, Julie SARAMA et Ann-Marie DIBIASE (dir.), Engaging Young Children in Mathematics: Standards for Early Childhood Mathematics Education, Mahwah (New Jersey), Lawrence Erlbaum Associates, p. 306.

COPLEY, Juanita V. 2000. The Young Child and Mathematics, Washington (DC), National Association for the Education of Young Children, p. 132 et 135.

CURRY, Margaret, Michael MITCHELMORE et Lynne OUTHRED. 2006. « Development of Children's Understanding of Length, Area and Volume Measurement Principles », dans J. NOVOTNÁ, H. MORAOVÁ, M. KRÁTKÁ et N. STEHLÍKOVÁ (Eds.), Proceedings of the 30th annual conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, vol. no 2, p. 377, Prague: Program Committee. [En ligne], [www.crimse.mq.edu.au/downloads/crimse/currypme2006.pdf] (Consulté le 2 septembre 2009).

DOUHGERTY, Barbara J., et Linda C. H. VENENCIANO. Mai 2007. « Measure Up for Understanding », Teaching Children Mathematics, vol. 13, no 9, Reston (VA), National Council of Teachers of Mathematics, p. 452.

HODGSON, Ted, Linda SIMONSEN, Jennifer LUEBECK et Lyle ANDERSEN. 2003. « Measuring Montana: An Episode in Estimation », dans Douglas H. CLEMENTS et George BRIGHT (dir.), Learning and Teaching Measurement: 2003 Yearbook, Reston (VA), National Council of Teachers of Mathematics, p. 226.

JORAM, Elana. 2003. « Benchmarks as Tools for Developing Measurement Sense », dans Douglas H. CLEMENTS et George BRIGHT (dir.), Learning and Teaching Measurement: 2003 Yearbook, Reston (VA), National Council of Teachers of Mathematics, p. 62-66.

KAMII, Constance, et Faye B. CLARK. Mars 1997. « Measurement of Length: The Need for a Better Approach to Teaching », School Science and Mathematics, vol. 97, no 3, p. 116-121.

LEHRER, Richard. 2003. « Developing Understanding of Measurement », dans Jeremy KILPATRICK, W. Gary MARTIN et Deborah SCHIFTER (dir.), A Research Companion to Principles and Standards for School Mathematics, Reston (VA), National Council of Teachers of Mathematics, p. 179, 180, 182 et 190.

LIEDTKE, Werner. 2003. « Measurement », dans Joseph N. PAYNE (dir.), Navigating K-2, Measurement Mathematics for the Young Child, Reston (VA), National Council of Teachers of Mathematics, p. 230.

LINDSAY, Margaret, et Amanda SCOTT. 2005. Estimating Eggs: An Activity to Help to Promote the Exploration of Mass Estimation Concepts, Educational Assessment Australia, The University of New South Wales, p. 3, [En ligne], [www. eaa.unsw.edu.au/pdf/M_Estimating_Eggs.pdf] (Consulté le 11 novembre 2009).

NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS. 2000. Principles and Standards for School Mathematics, Reston (VA), National Council of Teachers of Mathematics, p. 103.

ONTARIO. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION. 1999. Des choix qui mènent à l'action : Politique régissant le programme d'orientation et de formation au cheminement de carrière dans les écoles élémentaires et secondaires de l'Ontario, Toronto, le Ministère, p. 8.

ONTARIO. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION. 2003. Stratégie de mathématiques au primaire : Rapport de la table ronde des experts en mathématiques, Toronto, le Ministère, p. 35.

ONTARIO. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION. 2004a. Enseigner et apprendre les mathématiques : Rapport de la Table ronde des experts en mathématiques de la 4e à la 6e année, Toronto, le Ministère, p. 21 et 35.

ONTARIO. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION. 2004b. Le curriculum de l'Ontario; Études sociales, de la 1re à la 6e année; Histoire et géographie, 7e et 8e année, Révisé, Toronto, le Ministère, p. 34, 35, 37 et 40.

ONTARIO. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION. 2004c. Politique d'aménagement linguistique de l'Ontario pour l'éducation en langue française, Toronto, le Ministère, 100 p.

ONTARIO. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION. 2005. Le curriculum de l'Ontario de la 1re à la 8e année – Mathématiques, Révisé, Toronto, le Ministère, 101 p.

ONTARIO. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION. 2006a. Guide d'enseignement efficace des mathématiques, de la maternelle à la 6e année, Toronto, le Ministère, 5 fascicules.

ONTARIO. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION. 2006b. Guide d'enseignement efficace des mathématiques, de la 4e à la 6e année, Géométrie et sens de l'espace, Fascicule 1, Toronto, le Ministère, p. 21-27.

ONTARIO. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION. 2007. Le curriculum de l'Ontario de la 1re à la 8e année – Sciences et technologie, Révisé, Toronto, le Ministère, p. 84, 87, 95, 112, 115 et 118.

ONTARIO. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION. 2008. Guide d'enseignement efficace des mathématiques, de la 4e à la 6e année, Modélisation et algèbre, Toronto, le Ministère, p. 10 et 104-107.

ONTARIO, MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION. 2009. Guide d'enseignement efficace des mathématiques, de la 4e à la 6e année, Traitement des données et probabilité, Toronto, le Ministère, p. 79, 80 et 81.

OUTHRED, Lynne, Michael MITCHELMORE, Diane MCPHAIL et Peter GOULD. 2003. « Count Me into Measurement: A Program for the Early Elementary School », dans Douglas H. CLEMENTS et George BRIGHT (dir.), Learning and Teaching Measurement: 2003 Yearbook, Reston (VA), National Council of Teachers of Mathematics, p. 81.

ROEGIERS, Xavier. 2000. Les mathématiques à l'école primaire, Tome 2, Bruxelles, De Boeck, p. 115, 118, 134, 143 et 151.

SMALL, Marian. 2005. Patterns and Algebra: Background and Strategies, coll. « PRIME », Toronto, Thomson/Nelson, p. 77.

SMALL, Marian. 2006. Data Management and Probability: Background and Strategies, coll. « Prime », Toronto, Thomson/Nelson, p. 132.

STEPHAN, Michelle, et Douglas H. CLEMENTS. 2003. « Linear and Area Measurement in Prekindergarten to Grade 2 », dans Douglas H. CLEMENTS et George BRIGHT (dir.), Learning and Teaching Measurement: 2003 Yearbook, Reston (VA), National Council of Teachers of Mathematics, p. 4, 7 et 14.

VAN DE WALLE, John A., et LouAnn H. LOVIN. 2007. L'enseignement des mathématiques : L'élève au centre de son apprentissage, Tome 1, éd. française, Saint-Laurent (Québec), Éditions du Renouveau Pédagogique, p. 240.

VAN DE WALLE, John A., et LouAnn H. LOVIN. 2008a. L'enseignement des mathématiques : L'élève au centre de son apprentissage, Tome 2, éd. française, Saint-Laurent (Québec), Éditions du Renouveau Pédagogique, p. 272, 296 et 297.

VAN DE WALLE, John A., et LouAnn H. LOVIN. 2008b. L'enseignement des mathématiques : L'élève au centre de son apprentissage, Tome 3, éd. française, Saint-Laurent (Québec), Éditions du Renouveau Pédagogique, p. 14, 274 et 284.

WILSON, Patricia S., et Ruth ROWLAND. 1993. « Teaching Measurement », dans Robert J. JENSEN (dir.), Research Ideas for the Classroom: Early Childhood Mathematics, 2e éd., Reston (VA), National Council of Teachers of Mathematics, p. 171.

Le ministère de l’Éducation tient à remercier les enseignants, les enseignantes et les élèves qui ont participé à la mise à l’essai des situations d’apprentissage.

Ministère de l'Éducation de l'Ontario

Imprimé sur du papier recyclé

09-271

ISBN 978-1-4249-5490-2