PROGRAMMES D'ÉTUDES

Mathématique 116

(068-116)

enseignement secondaire

Québec

PROGRAMMES D'ÉTUDES

Mathématique 116

(068-116)

enseignement secondaire

Direction de la formation générale des jeunes

Réimpression, janvier 1994 — 9394-0745
Réimpression, octobre 1994 — 9495-0494
Réimpression, juillet 1995 — 95-0639
Réimpression, septembre 1995 — 95-0774

Les établissements d'enseignement sont autorisés à procéder, pour leurs besoins, à une reproduction totale ou partielle du présent document. S'il est reproduit pour vente, le prix de vente ne devra pas excéder le coût de reproduction.

© Gouvernement du Québec
Ministère de l'Éducation, 1993 — 9293-6163

ISBN 2-550-23671-8

Dépôt légal — Bibliothèque nationale du Québec, 1993

Conformément aux dispositions de l'article 461 de la Loi sur l'instruction publique (L.R.Q., c. I-13.3), le présent programme «Mathématique 116» est établi pour l'enseignement de la mathématique de la première année du secondaire. Il s'appliquera dans toutes les écoles à compter du 1er juillet 1993.

La ministre de l'Éducation

LUCIENNE ROBILLARD

COORDINATION ET CONCEPTION:

Louise Boisvert
Responsable des programmes de mathématique
Direction de la formation générale des jeunes
Ministère de l'Éducation

CONCEPTION ET RÉDACTION:

Françoise Boulanger
Micheline Lalonde-Carrière
Agentes de développement pédagogique
Direction de la formation générale des jeunes

COLLABORATION:

France Gagnon
Conseillère pédagogique
CS de Ste-Thérèse

Jacques Lagacé
Agent de développement pédagogique
Direction de la formation générale des jeunes

SECRÉTARIAT:

Danièle Boivin
Direction de la formation générale des jeunes

CONSULTATION:

Nous remercions toutes les personnes qui ont contribué à la conception du présent document: personnel cadre d'écoles, professeures et professeurs d'universités et de collèges, conseillères et conseillers pédagogiques, ainsi qu'enseignantes et enseignants francophones et anglophones des secteurs public et privé de l'enseignement primaire et secondaire.

DIRECTION DE LA FORMATION GÉNÉRALE DES JEUNES

Micheline Lavallée
Directrice

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION 9

Présentation du programme 11
Cadre de travail 11

ORIENTATIONS GÉNÉRALES 13

But 15
Deux grands principes pédagogiques 15

CONTENU DU PROGRAMME 19

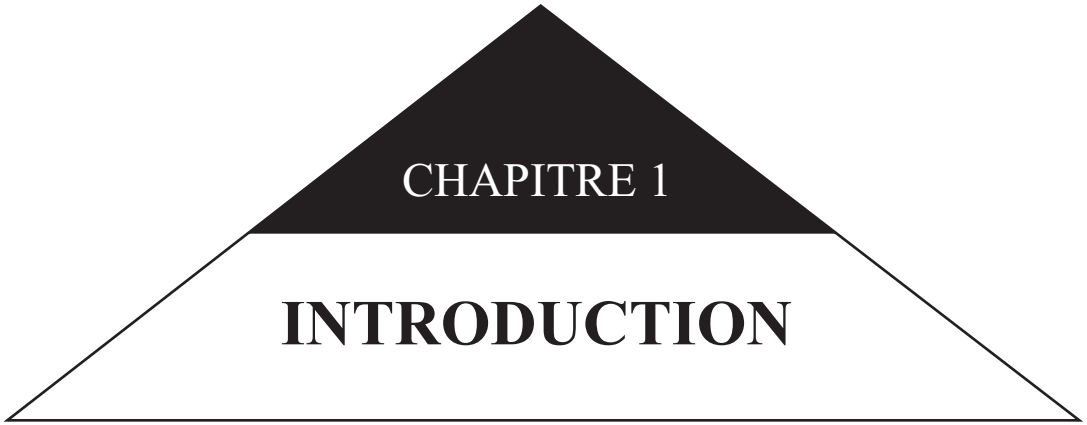
Structure du programme 21
Objectifs du programme 22

ÉVALUATION PÉDAGOGIQUE 53

Évolution des orientations et des pratiques d'évaluation des apprentissages 55
Modalités d'évaluation 55
Importance relative de chaque objectif général 57

ANNEXE 59

BIBLIOGRAPHIE 63


CHAPITRE 1
INTRODUCTION

1.1

Présentation du programme

En présentant le document intitulé *Actions de redressement. Ensei gnement de la mathématique et des sciences de la nature au secondaire,* le ministère de l'Éducation annonçait, en mars 1990, un remaniement des programmes de mathématique. Ce remaniement devait se faire en deux étapes.

La première étape a consisté en un remaniement transitoire des programmes des 4e et 5e années du secondaire afin de les adapter à la nouvelle grille de répartition des unités par matière. Des programmes transitoires ont déjà été mis en oeuvre; depuis septembre 1991, pour la 4e année du secondaire et, depuis septembre 1992, pour la 5e année du secondaire.

La seconde étape consiste en un remaniement plus important de tous les programmes de mathématique du secondaire. Elle permet de mettre davantage l'accent sur les orientations fondamentales des programmes des années 80 et de procéder à une nouvelle répartition des contenus d'apprentissage. Le programme 068-116 constitue le premier pas de cette seconde étape.

1.2

Cadre de travail

Certaines conditions ont joué un rôle déterminant au regard des modifications apportées au programme 116, notamment celles qui sont énumérées ci-contre.

- Le remaniement ne doit pas modifier l'ensemble du contenu des programmes de mathématique au secondaire.
- Le remaniement doit mettre en lumière les grandes orientations des programmes des années 80.
- Le remaniement devra préciser des objectifs particuliers à cha cune des classes plutôt que des objectifs de fin de cycle.
- Le remaniement doit favoriser «une articulation mieux intégrée du primaire et du secondaire[1]».
- Le remaniement doit permettre «un rééquilibrage et une consolidation de l'ensemble de la séquence des cours obligatoires[2]».
- Le remaniement doit tenir compte du cadre de répartition du contenu notionnel validé au moment de la consultation provinciale effectuée à l'automne 1990.
- Le remaniement doit tenir compte du temps proposé pour l'enseignement de ce programme dans le *Régime pédagogique du secondaire.*

1. Conseil supérieur de l'éducation. **Améliorer l'éducation scientifique sans compromettre l'orientation des élèves,** Direction des communications du CSE, Québec, 1989, page 8.

2. Conseil supérieur de l'éducation. **Les sciences de la nature et la mathématique au deuxième cycle du secondaire,** Direction des communications du CSE, Québec, 1989, page 49, proposition 20.

CHAPITRE 2

ORIENTATIONS GÉNÉRALES

2.1

But

L'évolution rapide de la société constitue un défi gigantesque pour notre système d'éducation quant à la préparation des jeunes d'aujourd'hui à la société de demain. Il est aujourd'hui difficile de prévoir les connaissances exhaustives dont l'élève aura besoin demain; nous devons donc nous assurer qu'il acquière une solide formation de base, des habiletés et des attitudes essentielles à son adaptation afin qu'il puisse réinvestir ses connaissances pour acquérir celles dont il aura besoin au cours de sa vie.

L'évolution de la société et les changements qu'a connus la didactique de la mathématique nous invitent à insister pour que les trois volets du programme - connaissances, habiletés, attitudes - soient intimement liés.

2.2

Deux grand principes pédagogiques

Les connaissances actuelles sur les processus d'apprentissage des élèves et les objets de cet apprentissage nous incitent à mettre l'accent sur deux principes pédagogiques qui guideront l'enseignante ou l'enseignant dans son travail. L'enseignante ou l'enseignant doit favoriser la participation active de l'élève en ce qui a trait à l'objet d'apprentissage (habiletés cognitives) et aux stratégies qui modulent cet apprentissage (habiletés métacognitives). Elle ou il doit aussi favoriser le recours au processus de résolution de problèmes à toutes les étapes de l'apprentissage.

Favoriser la participation active de l'élève à son apprentissage.

Un grand nombre de recherches et d'études montrent que l'élève doit être au coeur de ses apprentissages, qu'il doit être le principal agent de son éducation, ou encore que la construction d'un savoir est un processus complexe qui dépend en tout premier lieu de l'élève.

> «Enseigner, c'est donc inventer les conditions dans lesquelles les connaissances des élèves vont être appelées à fonctionner, c'est articuler l'apprentissage autour de leurs stratégies, de leurs conceptions, pour essayer de les faire progresser dans la construction d'un concept donné[3].»

3. Nadine BEDNARZ. **L'enseignement des mathématiques et le Québec de l'an 2000,** dans Richard Pallascio (dir.) Mathématiquement vôtre!, Défis et perspectives pour l'enseignement des mathématiques, Les éditions Agence d'ARC inc., Montréal, 1990, p. 69.

C'est, entre autres, par le choix des activités proposées que l'enseignante ou l'enseignant peut favoriser la participation active de l'élève. Il faut être conscient que les élèves de cet âge sont généralement dynamiques, grouillants et curieux. Ils ont souvent besoin d'activités concrètes pour fixer leur attention et aborder des concepts plus abstraits. Une approche à privilégier ici consisterait à proposer des activités de manipulation, d'exploration, de construction ou de simulation, suivies de discussions au cours desquelles, en petits groupes ou avec l'enseignante ou l'enseignant, l'élève pourrait comparer ses résultats et tirer des conclusions. Une démarche qui fait appel à l'observation, à la dextérité et à la capacité d'écouter et de s'exprimer favorise grandement l'acquisition des connaissances et des habiletés proposées dans ce programme.

C'est aussi par sa façon d'intervenir que l'enseignante ou l'enseignant peut favoriser la participation de l'élève à son apprentissage. C'est en questionnant, plus qu'en donnant des réponses, que l'enseignante ou l'enseignant aide l'élève à construire lui-même ses connaissances.

Toute question qui aide l'élève à cheminer, voire à répondre à ses propres questions, est une action qui favorise sa participation à son apprentissage.

Favoriser le processus de résolution de problèmes à toutes les étapes de l'apprentissage.

> «La résolution de problèmes est à la fois une habileté de base à développer chez l'élève et un moyen à privilégier dans l'enseignement de la mathématique... pour développer des connaissances mathématiques... des habiletés intellectuelles... des attitudes socio-affectives... des stratégies de résolution de problèmes[4].»

Cette approche comprend à la fois l'activité de l'élève et le recours aux interrogations que ce soit de l'élève par l'enseignante ou par l'enseignant ou de l'élève par lui-même ou des élèves entre eux.

Pour éviter toute ambiguïté, distinguons d'abord deux catégories de problèmes:

> «La première catégorie comprend des problèmes dont la réso lution nécessite le choix par l'élève d'une combinaison adéquate de connaissances déjà étudiées ou d'habiletés déjà développées, parmi plusieurs combinaisons [possibles] qu'il a rencontrées auparavant... La deuxième catégorie comprend des problèmes dont la résolution nécessite la création d'une combinaison originale de connaissances et d'habiletés, beaucoup d'indépendance d'esprit ainsi que l'utilisation de raisonnements plausibles[5].»

On le sait, la capacité de résoudre de tels problèmes suppose le développement de nombreuses habiletés de haut niveau et, de ce fait, nécessite que l'apprentissage en soit imprégné. Plus l'élève sera placé devant des situations comportant des problèmes (de catégorie 1 ou de catégorie 2) qui exigeront qu'il associe une situation à un modèle, plus il lui sera facile d'analyser ces situations et de leur trouver une solution.

---

4. MEQ. **Guide pédagogique, primaire, mathématique,** fascicule K, Résolution de problèmes, Québec, 1988.

5. Fascicule K, p. 15.

Avant de présenter un problème aux élèves, il est important de se poser deux questions: Quelles sont les connaissances et les habiletés dont l'élève dispose pour résoudre ce problème? Quelles sont les connaissances ou les habiletés que l'élève pourrait acquérir en résolvant ce problème?

Dans son approche pédagogique, l'enseignante ou l'enseignant utilisera alors la résolution de problèmes

> «... à différentes étapes de l'apprentissage de connaissances ou du [développement] d'habiletés mathématiques: soit avant pour amorcer les apprentissages, soit pendant pour en poursuivre le développement, soit après à titre de réinvestissement[6].»

Les problèmes servent alors à:

- explorer, construire, élargir, approfondir, appliquer et intégrer des connaissances mathématiques: concepts, propriétés, algorithmes, techniques, procédés, etc.;

- acquérir des habiletés intellectuelles: organiser, structurer, abs traire, analyser, synthétiser, estimer, généraliser, déduire, justifier, etc.;

- adopter des attitudes positives: prendre conscience de ses capaci tés, respecter le point de vue des autres, être imaginatif et créatif autant que rigoureux et précis, etc.;

- apprendre des stratégies de résolution de problèmes: rechercher une régularité, représenter le problème par une figure ou un graphique, construire un tableau, recourir à un modèle connu, utiliser une formule, construire une équation, travailler à rebours, etc.

L'accent mis sur la résolution de problèmes ne signifie pas que les exercices n'ont pas une place dans l'enseignement et dans l'apprentissage de la mathématique. Par rapport au rôle que jouent les problèmes, celui des exercices est différent et complémentaire. Les exercices peuvent servir à fixer des habiletés ou des automatismes auxquels les élèves ont déjà été initiés, ou à favoriser la mise en application de certaines définitions ou propriétés que les élèves ont précédemment apprises en classe, etc. Ils ne peuvent ni remplacer les problèmes ni être remplacés par ceux-ci.

En exploitant la résolution de problèmes l'enseignante ou l'enseignant amènera l'élève à recourir à un modèle mathématique connu et à l'utiliser, favorisant ainsi l'atteinte des objectifs terminaux. Elle ou il l'aidera aussi à utiliser un processus qui lui permettra de construire d'autres connaissances et d'autres modèles, favorisant ainsi l'atteinte des objectifs globaux dans le respect du premier principe: favoriser la participation active de l'élève.

Ces principes sont toutefois assez généraux pour laisser une grande liberté d'action à l'enseignante ou à l'enseignant quant aux façons de les intégrer dans leur pratique pédagogique.

---

6. MEQ. **Guide pédagogique, primaire, mathématique,** fascicule K, Résolution de problèmes, Québec, 1988, page 56.

CHAPITRE 3

CONTENU DU PROGRAMME

3.1

Structure du programme

Le présent programme est constitué d'objectifs globaux, généraux, terminaux et intermédiaires. La compréhension de ces objectifs doit être associée au but de l'enseignement de la mathématique et aux principes formulés au regard des contextes d'apprentissage.

Objectifs globaux:

Objectifs qui décrivent dans son ensemble, la **contribution** de la mathématique à la formation fondamentale d'une personne en vue de son intégration dans une société en changement.

Objectifs généraux:

Objectifs qui précisent le contexte dans lequel les objectifs globaux sont poursuivis et qui décrivent, en termes généraux, les **intentions éducatives** énoncées dans chacun des thèmes du programme. À l'exception de l'objectif de préparation à l'apprentissage de l'algèbre, ils chapeautent un ensemble d'objectifs terminaux.

Objectifs terminaux:

Objectifs qui précisent les objectifs généraux et qui décrivent les **résultats escomptés**. Un texte présente chaque objectif:

- le premier paragraphe décrit les acquis du primaire;
- le deuxième paragraphe précise certaines manifestations de l'atteinte de l'objectif terminal;
- le troisième paragraphe fait le lien avec l'objectif général, les objectifs globaux et les principes pédagogiques; en ce sens, il traduit l'esprit du programme.

L'objectif terminal est atteint lorsque l'élève est capable d'établir une relation entre une situation et des connaissances. Cette capacité relève directement de l'objectif terminal et non de la somme des objectifs intermédiaires qui s'y rattachent; un objet de connaissance complexe étant bien plus que la juxtaposition d'objets plus simples.

Objectifs intermédiaires:

Objectifs qui précisent les limites d'un objectif terminal; on pourrait aussi les appeler «objectifs de référence». Ces objectifs ne sauraient être perçus comme des étapes à franchir les unes à la suite des autres, ce qui donnerait une image très fragmentée de l'enseignement et de l'apprentissage. Ils sont plutôt:

- des facettes d'un thème choisies au regard du programme;
- des précisions servant à interpréter l'objectif terminal d'une façon univoque;
- des points de repère permettant de situer l'objectif terminal par rapport aux apprentissages de l'élève;
- des préalables en vue de l'atteinte d'un objectif terminal.

3.2

Objectifs du programme

Établir des liens

Favoriser chez l'élève l'accroissement de l'habileté à établir des liens entre les connaissances qu'il assimile et ses autres connaissances tant en mathématique que dans les autres disciplines, et l'amener à considérer ses connaissances comme des outils qu'il peut utiliser dans la vie de tous les jours.

Communiquer

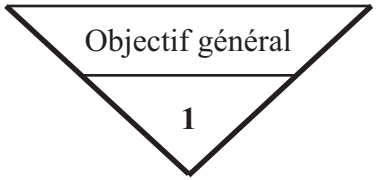
Favoriser chez l'élève l'accroissement des habiletés à saisir et à transmettre clairement de l'information au moyen du langage mathématique.

Gérer une situation problème

Favoriser chez l'élève l'accroissement de l'habileté à analyser les données d'un problème et à utiliser des stratégies appropriées afin d'arriver à une solution qu'il pourra par la suite vérifier, interpréter et généraliser.

Raisonner

Favoriser chez l'élève l'accroissement de l'habileté à émettre des hypothèses et à les vérifier par une démarche inductive ou déductive.



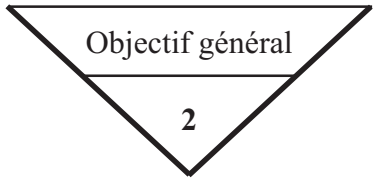
Favoriser chez l'élève l'acquisition des préalables à l'apprentissage de l'algèbre

Dans le programme 068-116, la préparation à l'apprentissage de l'algèbre comporte deux volets: le premier est de nature à favoriser le passage de l'arithmétique à l'algèbre en assurant la maîtrise de certaines habiletés arithmétiques; le second permet à l'élève de réaliser certaines différences entre l'arithmétique et l'algèbre.

Dans le premier volet, nous approfondissons d'abord le sens du signe d'égalité. Dans cette optique, certaines facettes des objectifs terminaux 2.1 et 2.2 amènent l'élève non seulement à appliquer les règles d'écriture relatives aux règles de priorité des opérations, mais à se rendre compte que le signe d'égalité ne signifie pas «fais quelque chose», mais plutôt que «l'expression de droite a la même valeur que l'expression de gauche, et réciproquement». On peut créer des égalités en exploitant concrètement les propriétés de commutativité, d'associativité et de distributivité qui sont très utilisées en algèbre.

Quant au second volet, il sera surtout exploité dans des situations numériques (objectif terminal 2.1). Toutes les propriétés et règles qui peuvent se généraliser facilement devraient être des prétextes pour amener l'élève à utiliser le langage algébrique. Par exemple, après avoir découvert la règle qui transforme un nombre en un autre, l'élève apprendra à l'exprimer en passant progressivement d'un langage descriptif à un langage symbolique, lequel tient compte des règles de base du langage algébrique. L'élève doit être amené à se rendre compte que, si une relation peut être généralisée par une règle, cette règle lui permettra d'associer d'autres nombres. À l'objectif terminal 3.5, on trouve des occasions d'actualiser cette activité dans un contexte géométrique.

Les objectifs liés à cet objectif général sont intégrés aux objectifs terminaux portant sur les nombres et les mesures. Ils sont accompagnés d'un astérisque.



Accroître chez l'élève le sens du nombre et des opérations

Dans le programme remanié, on note peu de changements au contenu arithmétique. Certains objectifs n'apparaissent pas car ils reprenaient les acquis du primaire.

C'est dans l'approche pédagogique qu'il y a davantage de changements. Tout en privilégiant la résolution de problèmes et, au-delà des règles, on accroît le sens du nombre et des opérations. Or, ce sens du nombre et des opérations n'est ni un objectif déterminé que l'élève atteint ou n'atteint pas dans un temps donné, ni un thème abordé à un moment précis, puis délaissé par la suite. Le sens du nombre et des opérations doit «imprégner» tous les aspects de l'enseignement et de l'apprentissage des nombres, qu'il s'agisse de nombres naturels, entiers, décimaux ou de fractions.

Si une définition formelle du sens du nombre n'existe pas, on peut malgré tout tenter de le décrire. Ce sens n'est pas une collection de savoir-faire ou d'habiletés, car même s'il s'appuie sur de telles manifestations, il les transcende. L'avoir, c'est se doter de stratégies et de procédés d'estimation et d'évaluation précise de la quantité ou de l'ordre, prévoir l'effet d'actions ou de transformations sur cette quantité ou sur cet ordre et donner une signification au symbolisme utilisé pour les exprimer. Ce sens, d'abord bâti autour des nombres naturels, s'enrichit ensuite dans le passage vers les fractions et les nombres décimaux.

Une bonne acquisition du sens du nombre et des opérations permet notamment de prévoir les résultats d'opérations numériques, de déterminer le degré de précision propre à une situation, de juger de la valeur d'une réponse d'un calcul effectué mécaniquement, que ce soit à l'aide d'un algorithme ou d'une calculatrice.

Dans cette optique, l'enseignement des concepts et des règles qui entourent les divers ensembles de nombres prend une tout autre couleur: sans nier l'importance des savoir-faire, il faut aussi se préoccuper de fonder ceux-ci à la fois sur les intuitions, les procédés de base et les abstractions qui caractérisent la compréhension du nombre et des opérations.

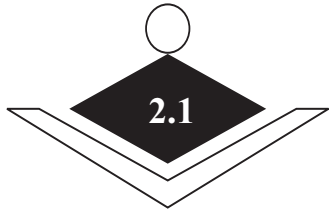
Objectif
terminal
2.1

Résoudre des problèmes nécéssitant plusieurs opérations portant sur des nombres naturels

Par le programme de mathématique du primaire l'élève est amené à acquérir le sens des quatre opérations et l'habileté à effectuer ces opérations en utilisant les nombres naturels, mentalement et par écrit. On y présente aussi les notions de puissance et de facteurs premiers.

L'atteinte de l'objectif terminal 2.1 du présent programme suppose que l'élève augmente son bagage de connaissances et d'habiletés portant sur les nombres naturels. L'élève devra acquérir les connaissances suivantes: notions de facteurs premiers et de puissances, règles de priorité des opérations et règles d'écriture qui en découlent. De même, il acquerra les habiletés à utiliser des exposants, des chaînes d'opérations, des égalités; à découvrir et à décrire des régularités et à résoudre des problèmes nécessitant plusieurs opérations. Étant donné que le contexte des nombres naturels est connu de l'élève, il est pertinent de l'utiliser en vue de l'acquisition d'habiletés qui seront importantes en algèbre. Il s'agit des habiletés suivantes: compréhension de la relation d'égalité et exploitation des propriétés des opérations et de l'égalité. Les objectifs portant sur les régularités dans une suite ou entre deux ensembles de nombres permettent à l'élève d'expérimenter une activité algébrique qui lui fait voir certaines différences entre l'arithmétique et l'algèbre; l'activité elle-même est différente, les réponses et certaines règles d'écriture sont également différentes. De plus, l'élève pourra apprécier les nombreuses possibilités qu'entraîne cette généralisation pour résoudre un problème.

Les objectifs globaux, les objectifs généraux 1 et 2 ainsi que les principes pédagogiques favorisent le recours à des activités par lesquelles l'élève est amené à estimer des résultats, à évaluer mentalement des expressions numériques, à utiliser correctement et à bon escient une calculatrice, à traduire une situation en utilisant le symbolisme approprié et à faire preuve de créativité.



Objectifs intermédiaires

- Associer une puissance d'un nombre naturel donné à sa notation exponentielle et vice-versa.

- Écrire un nombre naturel comme un produit de facteurs premiers.

- Calculer la valeur d'une chaîne d'opérations portant sur des nombres naturels en respectant la priorité des opérations. La chaîne peut renfermer un ou deux niveaux de parenthèses.

•* Exprimer un nombre naturel donné en utilisant une ou plusieurs opérations et en respectant les règles d'écriture relatives à la priorité des opérations.

•* Produire des égalités d'expressions numériques contenant chacune une ou plusieurs opérations arithmétiques en utilisant, par exemple, les propriétés des opérations et de la relation d'égalité.

- Traduire une chaîne d'opérations utilisant des nombres naturels par un énoncé de problème.

•* Exprimer en ses propres mots la règle liant un nombre et son rang dans une suite.

•* Exprimer en langage symbolique la règle liant un nombre et son rang dans une suite.

•* Utiliser la règle liant un nombre à son rang dans une suite pour trouver soit le nombre occupant un certain rang dans la suite, soit le rang d'un nombre appartenant à la suite.

---

* Cet objectif permet aussi d'exploiter un des volets de la préparation à l'apprentissage de l'algèbre.

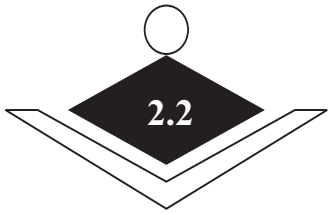
Objectif
terminal
2.2

Appliquer des algorithmes utilisant des nombres entiers dans des situations variées

Par le programme de mathématique du primaire l'élève est initié à l'utilisation des nombres négatifs pour représenter des situations concrètes particulières. Il peut aussi comparer ces nombres.

L'atteinte de l'objectif terminal 2.2 du présent programme suppose que l'élève puisse: ordonner des nombres entiers; appliquer toutes les règles des signes sur des entiers; effectuer les opérations d'addition, de soustraction, de multiplication, de division et d'exponentiation en respectant les règles de priorité des opérations; utiliser les entiers et les opérations appropriées dans une situation donnée.

Les objectifs globaux, les objectifs généraux 1 et 2 et les principes pédagogiques favorisent le recours à des activités par lesquelles l'élève est amené à utiliser sa calculatrice pour observer des régularités de façon à en déduire les règles des signes et à distinguer le signe de la soustraction du signe indiquant qu'un nombre est négatif. D'autres activités amèneront l'élève à exprimer les règles des signes d'une façon personnelle mais rigoureusement exacte et à effectuer mentalement des opérations.



Objectifs intermédiaires

- Comparer des nombres entiers entre eux.

- Effectuer en utilisant des nombres entiers les opérations sui vantes: addition, soustraction, multiplication, division et exponentiation (l'exposant doit être un entier positif).

- Calculer la valeur d'une chaîne d'opérations utilisant des nom bres entiers en respectant la priorité des opérations. La chaîne peut renfermer un ou deux niveaux de parenthèses.

- * Exprimer un nombre entier donné en utilisant une ou plusieurs opérations et en respectant les règles d'écriture relatives à la priorité des opérations.

---

* Cet objectif permet aussi d'exploiter un des volets de la préparation à l'ap prentissage de l'algèbre.

Objectif terminal **2.3**

Comparer des nombres rationnels exprimés sous des formes différentes

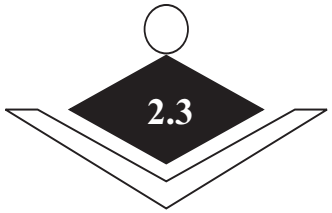
Par le programme de mathématique du primaire l'élève est amené à lire et à écrire, d'une part, des nombres naturels jusqu'à un million et, d'autre part, des nombres à virgule[7] jusqu'à la position des centiè mes. Or, l'élève doit reconnaître dans l'écriture de ces nombres les principes de la numération de position. L'élève apprend aussi à exprimer certaines fractions fréquemment utilisées sous diverses formes d'écriture ($\frac{a}{b}$, %, notation décimale).

L'atteinte de l'objectif terminal 2.3 du présent programme suppose que l'élève puisse exploiter la structure du système de numération positionnel pour lire et écrire un nombre et pour comparer des nombres. Tous les nombres rationnels peuvent s'écrire en notation décimale, en notation $\frac{a}{b}$ et en notation scientifique et il est essentiel que l'élève associe un nombre aux diverses formes d'écriture. C'est l'objectif premier de toutes les transformations demandées. L'usage ou la commodité privilégie parfois une notation plutôt qu'une autre. L'habileté à transformer un nombre d'une notation à une autre ainsi qu'une véritable compréhension du système de numération permettront à l'élève de comparer des nombres exprimés sous des formes différentes en utilisant les symboles =, ≈, <, >.

Les objectifs globaux, l'objectif général 2 et les principes pédagogiques favorisent le recours à des activités grâce auxquelles l'élève est amené à approfondir ses concepts et à établir des liens entre eux. Il pourra, par exemple, comparer -3,25 et -3,3 en utilisant les connaissances acquises antérieurement (objectif 2.2). L'utilisation des exposants négatifs pour exprimer les puissances de 10 ne doit pas donner lieu à une étude de la théorie des exposants; l'élève est en mesure de comprendre leur signification, s'il les a découverts en cherchant une régularité. Une activité qui demande à l'élève de comparer mentalement des nombres comme 3,2 et -3,3 ou 0,3 et $0,\overline{3}$ ou 0,4 et 0,35 est de nature à développer son sens du nombre et des opérations.

---

7. Le programme de mathématique du primaire ne fait pas de distinction entre *nombre décimal et nombre à virgule*. Les deux expressions sont utilisées dans le sens suivant: nombre écrit dans le système positionnel en base dix et comportant une partie entière et une partie fractionnaire lesquelles sont séparées par une virgule. Ces deux expressions ne se rapportent pas à un ensemble de nombres. MEQ. **Guide pédagogique, primaire, mathématique,** fascicule E, Les frac tions, Québec, 1980, page 2.



Objectifs intermédiaires

- Lire un nombre rationnel exprimé en notation décimale[8].
- Écrire un nombre rationnel en notation décimale.
- Ordonner des nombres rationnels exprimés en notation décimale.
- Écrire un nombre décimal[9] sous une forme développée, et vice- versa.
- Arrondir un nombre rationnel exprimé en notation décimale (l'ordre de grandeur sera soit donné, soit déterminé par le contexte).
- Transformer un nombre rationnel de la notation décimale à la notation scientifique, et vice-versa.
- Transformer un nombre décimal de la notation décimale à la notation $\frac{a}{b}$.
- Transformer un nombre rationnel de la notation $\frac{a}{b}$ à la notation décimale.
- Transformer un nombre décimal en pourcentage, et vice-versa.
- Transformer un nombre rationnel de la notation $\frac{a}{b}$ en pourcentage.

8. Notation décimale: forme d'écriture qui utilise le système de numération positionnel en base 10.

9. Nombre décimal: lorsque nous employons ici l'expression «nombre décimal», nous nous référons à l'ensemble des nombres décimaux (nombres rationnels qui peuvent s'écrire sous la forme d'une fraction dont le dénominateur est une puissance de 10). Nous le faisons pour que l'élève n'ait pas, au regard d'un objectif donné, à traiter des nombres dont la période est différente de zéro.

Objectif terminal **2.4**

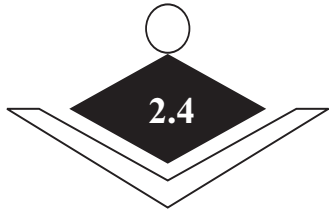
Résoudre des problèmes utilisant des nombres rationnels

Par le programme de mathématique du primaire l'élève est amené à une première acquisition d'habiletés de calcul sur les nombres à virgule. Il ne fait qu'une exploration des opérations avec les nombres de la notation $\frac{a}{b}$, en utilisant du matériel concret et selon des restrictions très précises. Dans les deux cas, la division par un nombre rationnel n'est pas abordée.

L'atteinte de l'objectif terminal 2.4 du présent programme suppose que l'élève maîtrise des algorithmes de calcul utilisant des nombres décimaux ou des fractions. Il doit donc, d'une part, généraliser les règles apprises pour effectuer l'addition, la soustraction et la multiplication des nombres décimaux et, d'autre part, acquérir celles de la division et de l'exponentiation. Pour ce qui est des fractions[10], l'élève doit apprendre toutes les opérations puisqu'il n'a exploré que quelques cas particuliers. Que l'élève sache traiter les fractions qu'il rencontrera, peu importe le contexte, est le but visé. Les problèmes peuvent parfois porter sur des pourcentages, des nombres rationnels négatifs, des nombres fractionnaires, des fractions plus grandes que un ainsi que sur des fractions irréductibles non courantes.

Les objectifs globaux, l'objectif général 2 et les principes pédagogiques favorisent le recours à des activités grâce auxquelles l'élève est amené à manipuler des nombres, à formuler et à vérifier des algorithmes, à prévoir l'effet d'une opération et à déterminer l'ordre de grandeur d'un résultat en utilisant des valeurs approximatives. Les opérations utilisant des nombres rationnels négatifs offrent une excellente occasion, pour l'élève, d'utiliser de nouveau ses connaissances des nombres entiers. Il serait important que l'élève ait à utiliser des nombres rationnels au moment d'activités de géométrie ou de statistique.

10. Nous reprenons l'expression généralement utilisée pour désigner un nombre rationnel en notation $\frac{a}{b}$ (où a et b sont des entiers et b est différent de zéro).



Objectifs intermédiaires

- Effectuer en utilisant des nombres décimaux, les opérations suivantes: addition, soustraction, multiplication, division et exponentiation (l'exposant doit être un entier positif).

- Calculer la valeur d'une chaîne d'opérations portant sur des nombres décimaux. La chaîne peut renfermer un ou deux niveaux de parenthèses.

- Transformer une fraction en une fraction équivalente.

- Comparer des fractions entre elles.

- Effectuer en utilisant des fractions, les opérations suivantes: addition, soustraction, multiplication, division et exponentiation (l'exposant doit être un entier positif).

- Calculer la valeur d'une chaîne d'opérations portant sur des fractions. La chaîne peut renfermer un ou deux niveaux de parenthèses.

Objectif général

3

Amener l'élève à utiliser ses connaissances relatives aux figures géométriques

Tout en conservant pratiquement les mêmes contenus notionnels, le programme (068-116) remanié propose d'importants changements en ce qui a trait à l'approche pédagogique. Ces modifications ont pour but de favoriser une meilleure formation de la «pensée géométri que» de l'élève et d'éviter l'impression de déjà vu. Ces changements s'appuient sur les travaux de chercheurs en didactique qui apportent des indications selon lesquelles, d'une part, le développement de la pensée géométrique s'effectue à travers une hiérarchie d'échelons et, d'autre part, le passage d'un échelon à un autre ne saurait se faire sans une intervention appropriée de l'enseignante ou de l'enseignant. Selon cette théorie, l'élève apprend d'abord à reconnaître les formes puis à analyser les diverses propriétés de ces formes, pour ensuite établir des relations entre les propriétés et faire des déductions simples.

Au terme du programme de mathématique du primaire, l'élève a généralement atteint le premier échelon: il associe plusieurs formes géométriques à leur nom respectif. Il a d'abord observé les solides à partir d'objets pris dans son milieu. Il a appris à leur donner un nom et à s'en faire une image mentale qu'il associe à ce nom. Il a ensuite considéré les faces de ces solides qu'il a aussi appris à nommer et à distinguer; il en a par conséquent, une perception globale.

Ensuite, le rôle de l'enseignante ou de l'enseignant est d'amener l'élève à associer une figure à un ensemble de propriétés. C'est, notamment par la géométrie des transformations que l'élève se créera un réseau de relations lui permettant de faire des déductions pour se convaincre de la véracité d'une affirmation. Les relations entre les connaissances ne sauraient être imposées de l'extérieur: elles doivent être édifiées par l'élève à l'aide de nombreuses activités d'exploration qui lui permettent de manipuler, construire, mesurer, comparer, discuter pour enfin généraliser et intégrer une nouvelle connaissance à celles qu'il possède déjà dans son réseau de connaissances.

Le programme prévoit l'établissement d'un tel réseau de connaissances autour des triangles et autour des quadrilatères. L'élève sera amené à analyser ces polygones en découvrant les propriétés de leurs angles, de leurs côtés, de leurs hauteurs ou de leurs diagonales. Il sera amené à construire des polygones répondant à certaines données particulières, à assimiler le vocabulaire relatif à ces figures, à effectuer des mesures d'angles, de segments et de surfaces, à explorer les transformations de ces figures et à faire des liens qui lui permettront de résoudre des problèmes selon un modèle géométrique qu'il aura lui-même créé. Malgré l'insistance sur les triangles et les quadrilatères, il faudrait toutefois s'assurer que les autres formes connues de l'élève continuent de faire partie de son contexte d'apprentissage.

Objectif
terminal
3.1

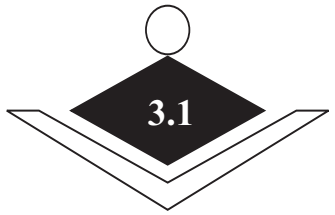
Créer des figures en utilisant les transformations isométriques

Par le programme de mathématique du primaire l'élève est amené à observer les mouvements des objets, particulièrement ceux qui modifient la position de ceux-ci sans en changer ni la forme ni les dimensions. En utilisant le papier calque, le pliage, le miroir, le papier pointé ou quadrillé, l'élève apprend à reconnaître l'image d'une figure obtenue par une translation, une symétrie[11] ou une rotation, à tracer cette image à partir d'indications fournies et à décrire la transformation géométrique effectuée.

L'atteinte de l'objectif terminal 3.1 du présent programme suppose que l'élève soit capable d'utiliser des instruments de géométrie pour construire l'image d'une figure avec précision à partir d'éléments d'information décrivant une translation, une rotation ou une réflexion. Les opérations faites par l'élève pour réaliser une construction, favorisent l'acquisition des concepts fondamentaux de parallélisme, de perpendicularité et d'angle. Les nombreuses observations qu'il peut faire à partir d'une construction permettent à l'élève d'explorer les propriétés des transformations isométriques. Il voit aussi qu'à partir d'une figure, par une transformation ou quelques transformations de même type, on peut créer de nombreux polygones.

Les objectifs globaux, l'objectif général 3 et les principes pédagogiques favorisent le recours à des activités grâce auxquelles l'élève est amené à analyser une construction, à exprimer des remarques (les angles droits sont conservés, le segment et son image forment un angle...) à vérifier des hypothèses (existe-t-il une autre translation qui donnerait la même image?...) et à observer des cas particuliers (les axes de symétrie, les rotations de 180°, la formation des quadri latères, les transformations réciproques...). L'étude formelle des propriétés et de leurs applications est prévue dans un programme ultérieur. En proposant des tâches variées à l'élève, on l'amène à préciser les concepts, à mettre au point des techniques et à les utiliser de nouveau dans l'étude des propriétés des triangles et des quadrilatères.

11. Dans le programme de mathématique du primaire, le mot «symétrie» est utilisé à la place du mot «réflexion».



Objectifs intermédiaires

- Construire[12] l'image d'une figure par une translation.
- Construire l'image d'une figure par une rotation.
- Construire l'image d'une figure par une réflexion.
- Construire l'axe ou les axes de symétrie d'un angle (bissectrice), d'un segment (médiatrice) ou d'un polygone.

12. Pour tous les objectifs relatifs à la géométrie, «construire» signifie tracer à l'aide de la règle, du compas, de l'équerre ou du rapporteur d'angles.

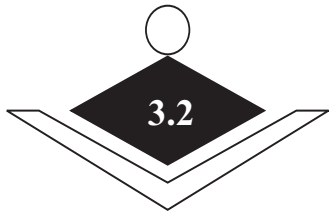
Résoudre des problèmes portant sur des droites ou des angles

Par le programme de mathématique du primaire l'élève est amené à acquérir une perception globale des formes géométriques. Les droites et leurs segments y sont considérés comme des composantes de polygones. Les notions d'angles droits, aigus, obtus, de droites parallèles ou perpendiculaires y sont introduites dans le but de décrire et de classifier des polygones.

L'atteinte de l'objectif terminal 3.2 du présent programme suppose que l'élève, par des activités de construction, intègre les concepts de parallèles, de perpendiculaires et d'angles, et utilise le vocabulaire et le symbolisme appropriés. L'élève sera aussi capable de faire des déductions simples comme celle qui consiste à déterminer une mesure d'angle en recourant à un ou à des énoncés[13] plutôt qu'au mesurage. Tout en utilisant une approche intuitive lui permettant d'entrevoir une solution, l'élève doit acquérir l'habitude d'appuyer son raisonnement sur des définitions ou sur des propriétés pertinentes.

Les objectifs globaux, l'objectif général 3 et les principes pédagogiques favorisent le recours à des activités grâce auxquelles l'élève est amené à intégrer la manipulation, la mesure, la discussion et le raisonnement. L'élève sera ainsi amené à établir des relations et à tirer des conclusions qu'il apprendra à utiliser comme énoncés pouvant justifier ses affirmations.

13. L'énoncé utilisé par l'élève peut être soit une définition, soit une des propriétés inscrites à l'annexe du présent document.



Objectifs intermédiaires

- Reconnaître des segments dont les droites servant de support sont parallèles ou perpendiculaires.
- Construire une droite parallèle ou perpendiculaire à une autre droite, selon certaines conditions.
- Mesurer un angle dans des figures variées.
- Construire à l'aide du rapporteur, des angles ayant un même sommet.
- Déduire la mesure d'un angle en s'appuyant sur un énoncé[14] (angle plat, droit ou plein; droites perpendiculaires; complément, supplément ou bissectrice d'un angle; angles ayant un même sommet).
- Justifier une affirmation dans la résolution d'un problème portant sur des angles ayant un même sommet.

14. Voir l'annexe du présent document.

Objectif
terminal
3.3

Résoudre des problèmes portant sur des triangles

Par le programme de mathématique du primaire, l'élève est amené à distinguer les triangles selon les angles et les côtés. L'élève peut donc tracer et décrire un triangle rectangle, un triangle équilatéral et un triangle isocèle.

L'atteinte de l'objectif terminal 3.3 du présent programme suppose que l'élève puisse établir des relations entre les différents ensembles de triangles (scalène, scalène-rectangle, isocèle, isocèle-rectangle, équilatéral) et associer à un triangle donné les caractéristiques et les propriétés qui permettent de dégager les éléments d'information nécessaires à la résolution d'un problème. En utilisant ses connaissances, l'élève devra être capable de construire un triangle particulier ainsi que les hauteurs, les médianes et les médiatrices lui appartenant.

Les objectifs globaux, l'objectif général 3 et les principes pédagogiques favorisent le recours à des activités grâce auxquelles l'élève est amené à acquérir la connaissance des concepts et du vocabulaire relatifs au triangle en manipulant des figures, ainsi que des solides dont certaines faces sont des triangles. Les propriétés étudiées doivent être des conclusions que les élèves sont amenés à tirer à partir de leurs activités, sans pour autant les avoir démontrées. Dans certains cas, on montrera à l'élève comment on aurait pu déduire des propriétés par un raisonnement rigoureux à partir de définitions ou de propriétés déjà établies.

Objectifs intermédiaires

- Construire un triangle[15] en connaissant soit la mesure des trois côtés, soit la mesure de deux angles et du côté adjacent, soit la mesure d'un angle et de deux côtés adjacents.

- Construire les hauteurs, les médianes et les médiatrices d'un triangle.

- Exprimer les relations entre les différents ensembles de triangles.

- Déduire la mesure d'un angle ou d'un segment en s'appuyant sur un énoncé[15] propre aux différents ensembles de triangles, aux hauteurs, aux médianes ou aux médiatrices de triangles.

- Justifier une affirmation dans la résolution d'un problème portant sur des triangles.

15. Voir l'annexe du présent document.

Objectif
terminal
3.4

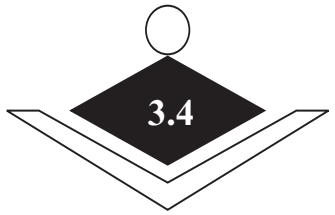
Résoudre des problèmes portant sur des quadrilatères convexes

Par le programme de mathématique du primaire l'élève est amené à distinguer les quadrilatères. À l'aide de certaines notions comme le parallélisme et la perpendicularité, il peut tracer et décrire les différents quadrilatères.

L'atteinte de l'objectif terminal 3.4 du présent programme suppose que l'élève puisse associer à chaque ensemble de quadrilatères (quelconque, trapèze-scalène, trapèze-isocèle, trapèze-rectangle, parallélogramme, losange, rectangle, carré) des propriétés au regard des côtés, des angles et des diagonales. En reconnaissant des propriétés communes, l'élève établit certaines relations entre différents ensembles de quadrilatères. L'élève devra être capable d'appliquer les propriétés d'une figure donnée à une construction ou à la déduction de mesures pour résoudre un problème.

Les objectifs globaux, l'objectif général 3 et les principes pédagogiques favorisent le recours à des activités grâce auxquelles l'élève est amené à utiliser ses connaissances des transformations géométriques, des droites, des angles et des triangles.

La connaissance du vocabulaire et des concepts ainsi que l'acquisition des habiletés à construire et à déduire doivent être effectuées au moment où l'élève explore, manipule et communique ses découvertes.



Objectifs intermédiaires

- Construire un quadrilatère à partir d'un nombre suffisant de données.

- Exprimer les relations entre les différents ensembles de quadrila tères convexes.

- Déduire la mesure d'un angle ou d'un segment en s'appuyant sur un énoncé[16] relatif aux différents ensembles de quadrilatères convexes.

- Justifier une affirmation dans la résolution d'un problème portant sur des quadrilatères convexes.

16. Voir l'annexe du présent document.

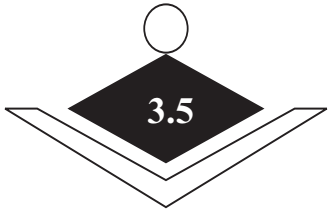
Objectif terminal **3.5**

Résoudre des problèmes portant sur le périmètre ou l'aire de certains polygones

Par le programme de mathématique du primaire l'élève est amené à estimer et à mesurer les dimensions d'un objet, à choisir l'unité la plus appropriée pour exprimer cette mesure et à établir des relations entre les différentes unités de longueur du système international. La connaissance du concept de périmètre est aussi prévue: l'élève peut, en additionnant les mesures des côtés, déterminer le périmètre de tout polygone. L'étude de l'aire, quant à elle, se fait par une exploitation de l'idée de recouvrement. À la fin de son apprentissage, l'élève pourra, dans des cas simples, évaluer rapidement l'aire en travaillant avec les nombres associés aux dimensions des figures. Parallèlement à la connaissance du concept d'aire, les unités d'aire du système international d'unités sont abordées sans aller toutefois jusqu'aux relations qui existent entre elles.

L'atteinte de l'objectif terminal 3.5 du présent programme, suppose que l'élève établisse les relations entre les dimensions d'une figure et son périmètre ou son aire. L'élève utilise les caractéristiques des polygones pour exprimer ces relations et approfondir son sens de la variable. À cette fin, il apprend à distinguer une variable et une abréviation et il prend conscience que la variable représente une donnée numérique dans les formules de périmètre et d'aire qu'il sera amené à généraliser. Cet aspect algébrique ne doit cependant pas mettre en veilleuse la nature même de l'objectif qui est de consolider les concepts de périmètre et d'aire, de permettre à l'élève de faire des liens entre les caractéristiques des polygones et leurs mesures, d'utiliser adéquatement les unités de mesure et d'appliquer ses connaissances aux polygones décomposables.

Les objectifs globaux, les objectifs généraux 1 et 3 et les principes pédagogiques favorisent le recours à des activités grâce auxquelles l'élève est amené à appliquer les propriétés des polygones pour rechercher leur périmètre ou leur aire, à comparer des polygones de même périmètre ou de même aire et à estimer le périmètre ou l'aire d'une figure. En étudiant les polygones sous l'aspect de leurs mesures, l'élève poursuit précisément l'analyse de ceux-ci.



Objectifs intermédiaires

- Distinguer les situations où le calcul de l'aire est approprié des situations où le calcul du périmètre est approprié.

- Calculer le périmètre d'un triangle ou d'un quadrilatère à partir d'un nombre suffisant de données.

•* Exprimer au moyen de variables la relation entre le périmètre et les côtés d'un triangle ou d'un quadrilatère, en tenant compte des caractéristiques des différents ensembles de figures.

•* Calculer la mesure d'un côté d'un triangle ou d'un quadrilatère, à partir du périmètre et d'un nombre suffisant de données.

- Transformer une mesure de longueur d'une unité à une autre.

- Calculer l'aire d'un triangle ou d'un trapèze à partir d'un nombre suffisant de données.

•* Exprimer au moyen de variables la relation entre l'aire et certai nes dimensions d'un triangle ou d'un trapèze.

- Transformer une mesure de surface d'une unité à une autre.

- Calculer le périmètre ou l'aire d'un polygone en le transformant ou en le décomposant en triangles ou en trapèzes.

---

* Cet objectif permet aussi d'exploiter un des volets de la préparation à l'apprentissage de l'algèbre.

Objectif général

4

Amener l'élève à exploiter des représentations de données statistiques

Afin de compléter l'initiation à la statistique descriptive, on a inséré dans le programme 068-116 la construction de certains diagrammes.

Par la démarche proposée, l'élève apprend à traiter lui-même des données; il est ainsi plus compétent en ce qui a trait aux multiples interprétations que les médias donnent des tableaux ou des diagrammes statistiques. En organisant les données recueillies sous forme de tableaux ou de diagrammes, de manière à illustrer les divers aspects qu'il veut mettre en relief, l'élève sera en mesure de mieux interpréter les représentations statistiques qu'il rencontrera dans les livres, revues et journaux.

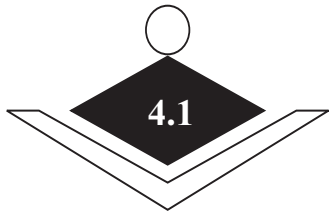
La statistique est un objet d'enseignement qui permet de diversifier les approches pédagogiques grâce aux simulations, aux enquêtes et aux sondages. Ces activités favorisent une participation active de l'élève et le travail en équipe. Elles peuvent, de plus, constituer une occasion d'expérimenter le travail à long terme. La statistique peut aider à mieux comprendre des situations ou des événements divers, et à exercer un jugement critique.

Déduire des éléments d'information à partir d'un tableau ou d'un diagramme

Par le programme de mathématique du primaire l'élève est amené à utiliser divers tableaux ou diagrammes portant notamment sur les températures, les résultats scolaires, les émissions préférées, etc., pour dégager des éléments d'information pertinents sur des points particuliers: le plus haut, le plus bas, la mesure la plus fréquente, etc. Plusieurs activités amènent l'élève à estimer et à calculer la moyenne arithmétique d'un ensemble de données.

L'atteinte de l'objectif terminal 4.1 du présent programme suppose que l'élève dégage des éléments d'information d'un tableau ou d'un diagramme. Il serait souhaitable de présenter à l'élève une grande variété de diagrammes. Dès la première observation de la situation, l'élève peut percevoir une tendance et risquer une conclusion. Il est amené à prendre conscience que la façon de présenter les données peut avoir une incidence sur l'analyse globale que l'on fait d'une situation.

Les objectifs globaux, l'objectif général 4 et les principes pédagogiques favorisent le recours à des activités grâce auxquelles l'élève est amené à utiliser de façon rationnelle les éléments d'information présentés sous diverses formes (tableaux ou diagrammes) et à confronter son interprétation avec celle de ses camarades de classe.



Objectifs intermédiaires

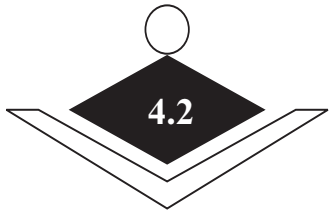
- Dégager des éléments d'information d'un tableau.
- Dégager des éléments d'information de divers diagrammes.

Présenter des éléments d'information sur une situation à l'aide d'un tableau ou un diagramme

Par le programme de mathématique du primaire, l'élève est amené à établir des critères de classification, au moyen des concepts unificateurs. De nombreuses situations permettant d'effectuer des relevés statistiques sont proposées et ce, dans divers domaines. L'élève apprend à classifier des objets, des figures géométriques, des résultats divers d'une façon appropriée (ordre croissant, décroissant, alphabétique). Il est ainsi bien préparé à construire des tableaux.

L'atteinte de l'objectif terminal 4.2 du présent programme suppose que l'élève puisse recueillir, compiler et organiser des données statistiques en respectant les règles propres à chacune des formes de représentation. Le type de diagramme à construire sera précisé à l'élève selon le caractère étudié. L'élève sera aussi en mesure d'utiliser l'ordre, l'échelle ou la légende dont il a besoin pour, s'il le désire, mettre en évidence un aspect de l'information recueillie.

Les objectifs globaux, l'objectif général 4 et les principes pédagogiques favorisent le recours à des activités grâce auxquelles l'élève est amené à utiliser une représentation statistique soit pour communiquer de l'information, soit pour inscrire des données afin de découvrir une relation ou de faire une synthèse.



Objectifs intermédiaires

- Organiser des données sous forme de tableau.
- Organiser des données sous forme de diagramme à bandes hori zontales ou verticales.
- Organiser des données sous forme de diagramme à ligne brisée.
- Organiser des données sous forme de diagramme circulaire.
- Mettre en évidence un aspect de l'information dans un tableau ou dans un diagramme.

CHAPITRE 4

ÉVALUATION PÉDAGOGIQUE

Évolution des orientations et des pratiques d'évaluation des apprentissages

> «La réflexion et la pratique en matière d'évaluation des apprentissages des élèves ont connu un essor considérable dans le système scolaire québécois au cours de la dernière décennie et l'on peut dire, sans crainte d'exagérer, que ce champ d'intervention a été et est encore, dans une certaine mesure, soumis à une véritable ébullition. Le personnel enseignant possède aujourd'hui passablement plus de connaissances en évaluation des apprentissages que par le passé[17]...»

Il s'agit donc d'utiliser la compétence collective qui a été acquise en évaluation et de s'assurer que les pratiques d'évaluation soient de plus en plus liées aux apprentissages essentiels proposés dans les programmes d'études. Donc chercher à atteindre une plus grande cohérence entre l'esprit des programmes d'études et les pratiques d'évaluation.

4.2

Modalités d'évaluation

Afin d'évaluer les apprentissages des élèves, l'enseignante ou l'enseignant doit toujours avoir conscience du motif qui sous-tend toute évaluation. Qu'elle ait comme but une aide pédagogique immédiate (évaluation formative) ou une information sur l'atteinte d'un objectif terminal ou de plusieurs (évaluation sommative), l'évaluation fournit à chaque élève des renseignements utiles sur l'état de ses apprentissages. Elle éclaire aussi l'enseignante ou l'enseignant sur la qualité de l'organisation du contenu et sur l'efficacité des moyens pédagogiques mis en oeuvre. Puisque le but du programme consiste à faire acquérir à l'élève une solide formation de base ainsi que les habiletés nécessaires à son adaptation à une société en continuel changement,

«...l'évaluation des apprentissages doit être attentive aux diverses composantes du développement humain, respecter la complexité de l'activité éducative, [et] être cohérente avec l'activité pédagogique[18]...»

Comme les objectifs du présent programme d'études portent non seulement sur l'acquisition de connaissances mais également sur celle d'habiletés et d'attitudes, il faut tendre vers une juste proportion de l'évaluation de ces trois composantes.

---

17. Conseil supérieur de l'éducation. **Évaluer les apprentissages au primaire: un équilibre à trouver,** Direction des communications du CSE, Québec, 1992. p.1.

18. Conseil supérieur de l'éducation. **Évaluer les apprentissages au primaire: un équilibre à trouver,** Direction des communications du CSE, Québec, 1992, p.2.

Ce que l'on veut évaluer, c'est le savoir, le savoir-faire et le

savoir-être de l'élève, objets plus ou moins en mouvement. Il faut donc créer des situations permettant de recueillir des éléments d'information qui, après interprétation critérielle ou normative, puissent révéler quelque chose de fiable à propos des savoirs personnels ou collectifs des élèves.

L'évaluation doit éviter de s'orienter sur la «lettre» du programme, mais plutôt viser son «esprit».

Dans ce contexte, l'évaluation de type «papier-crayon» ne sera pas toujours le moyen idéal. En fonction des buts visés et dans l'esprit d'une diversification, les moyens d'évaluation suivants pourraient s'avérer pertinents:

- journal de bord;
- présentation orale d'une solution ou d'un sujet mathématique;
- quizz;
- discussion entre élèves d'une même classe;
- travail d'équipe;
- entrevue;
- épreuve de synthèse, «à volets»;
- évaluation durant l'enseignement assisté par ordinateur;
- grille d'observation;
- auto-évaluation, etc.

La variété des formes d'évaluation doit aussi tenir compte des types d'activités d'apprentissage:

- activité de manipulation;
- activité de communication (orale ou écrite, individuelle ou en groupe);
- activité d'estimation;
- activité avec calculatrice;
- activité à l'aide de l'ordinateur, etc.

«Réinvestir l'évaluation de sa valeur pédagogique, n'est-ce pas là l'essentiel[19]?»

---

19. Esther PARADIS. **L'évaluation des apprentissages: valoriser sa mission pédagogique.** FECS, CEQ, Québec, 1992, p. 26.

4.3

Importance relative de chaque objectif général

Objectifs généraux	Pourcentage
1. Favoriser chez l'élève l'acquisition de préalables à l'apprentissage de l'algèbre.	*
2. Accroître chez l'élève le sens du nombre et des opérations.	52%
3. Amener l'élève à utiliser ses connaissan ces relatives aux figures géométriques.	36%
4. Amener l'élève à exploiter des représen tations de données statistiques.	12%

Le degré d'atteinte des objectifs terminaux du programme ne pourra être significatif que si les instruments de mesure mis en place tiennent compte des limites fournies par les objectifs intermédiaires ainsi que du contexte précisé par l'objectif général et les objectifs globaux.

* Les objectifs liés à l'objectif général 1 sont intégrés aux objectifs terminaux portant sur les nombres et les mesures.

ANNEXE

Énoncés liés aux thèmes abordés dans le programme 068-116 (géométrie)

Au cours de ses apprentissages en géométrie, l'élève analyse les triangles et les quadrilatères. Par ses activités, il augmente sa compréhension de plusieurs concepts et perfectionne plusieurs habiletés. Il doit aussi connaître les caractéristiques des figures étudiées (définitions) et certaines de leurs propriétés (liste ci-dessous). Ce sont ces définitions et ces propriétés qu'il utilisera pour déduire des mesures et justifier une affirmation dans la résolution d'un problème sur les angles ayant un même sommet, sur les triangles et sur les quadrilatères.

Objectif terminal 3.2

1. Des angles adjacents qui ont leurs côtés extérieurs en ligne droite sont supplémentaires.

2. Les angles opposés par le sommet sont congrus.

Objectif terminal 3.3

3. La somme des mesures des angles intérieurs d'un triangle est 180 °.

4. Dans tout triangle, la mesure d'un côté quelconque est plus petite que la somme des mesures des deux autres côtés.

5. Dans tout triangle, la mesure d'un côté quelconque est plus grande que la différence des mesures des deux autres côtés.

6. Dans tout triangle, au plus grand angle est opposé le plus grand côté.

7. Dans tout triangle isocèle, les angles opposés aux côtés congrus sont congrus.

8. Dans tout triangle équilatéral, les angles mesurent 60 °.

9. Dans tout triangle rectangle, les angles aigus sont complémen taires.

10. Dans tout triangle rectangle-isocèle, chacun des angles aigus mesure 45 °.

11. L'axe de symétrie d'un triangle isocèle supporte une médiane, une médiatrice, une bissectrice et une hauteur de ce triangle.

12. Les axes de symétrie d'un triangle équilatéral supportent les médianes, les médiatrices, les bissectrices et les hauteurs de ce triangle.

Objectif terminal 3.4

13. Les angles opposés d'un parallélogramme sont congrus.

14. Les côtés opposés d'un parallélogramme sont congrus.

15. Les diagonales d'un parallélogramme se coupent en leur milieu.

16. Les diagonales d'un rectangle sont congrues.

17. Les diagonales d'un losange sont perpendiculaires.

BIBLIOGRAPHIE

ATWEH, Bill. **Developing Mental Arithmetic,** In L. Silvey & J.R. Smart (Eds) Mathematics for the Middle Grades (5-9), 1982 Yearbook of The National Council of Teachers of Mathematics, The Council, Reston, Va., 1982, pp. 50-58.

AUGER, Réjean et Michel FRÉCHETTE. **La définition de domaine, une étape essentielle dans l'élaboration d'un instrument de mesure,** Mesure et évaluation en éducation, Vol. 10, nº 4, 1987, pp. 5-22.

AZZOLINO, Aggie. **Writing as a Tool for Teaching Mathe matics: The Silent Revolution,** In T.J. Cooney & C.R. Hirsch (Eds) Teaching and Learning Mathematics in the 1990s, 1990 Yearbook of The National Council of Teachers of Mathematics, The Council, Reston, Va., 1990, pp. 92-100.

BEDNARZ, Nadine. **L'enseignement des mathématiques et le Québec de l'an 2000,** dans Richard Pallascio (dir.) Mathématique ment vôtre: Défis et perspectives pour l'enseignement des mathématiques, Les éditions Agence D'ARC inc., Montréal, 1990, 232 pages.

BEZUK, Nadine et Kathleen CRAMER. **Teaching about Frac tions: What, When, and How?,** In P. R. Trafton & A.P. Shulte (Eds) New Directions for Elementary School Mathematics, 1989 Yearbook of The National Council of Teachers of Mathematics, The Council, Reston, Va., 1989, pp. 156-167.

BKOUCHE, Rudolph. **Enseigner la géométrie, Pourquoi?** Repères, IREM, nº 1, Octobre 1990, pp. 92-102.

BLAIS, Donald M. **Constructivism - a Theoretical Revolution for Algebra,** Mathematics Teacher, Vol. 81, Number 8, November 1988, pp. 624-631.

BOOTH, Lesley R. **Children's Difficulties in Beginning Algebra,** In A.F. Coxford & A.P. Shulte (Eds) The Ideas of Algebra, K-12, 1988 Yearbook of The National Council of Teachers of Mathematics, The Council, Reston, Va., 1988, pp. 20-32.

BOOTH, Lesley R. **A Question of Structure,** In S. Wagner & C. Kieran (Eds) Research Issues in the Learning and Teaching of Algebra, Research Agenda for Mathematics Education, Vol. 4, Lawrence Erlbaum Associates, National Council of Teachers of Mathematics, The Council, Reston, Va., 1989, pp. 57-59.

BRANCA, Nicholas A., Becky Ann BREEDLOVE et Byron KING. **Calculators in the Middle Grades: Access to Rich Mathematics,** In J.T. Fey & C.R. Hirsch (Eds) Calculators in Mathematics Education, 1992 Yearbook of The National Council of Teachers of Mathematics, The Council, Reston, Va., 1992, pp. 9-13.

CARL, Iris M. **Essential Mathematics for the Twenty-first Century: The Position of the National Council of Supervisors of Mathematics,** Mathematics Teacher, Vol. 82, Number 6, September 1989, pp. 470-474.

CHALOUH, Louise et Nicolas HERSCOVICS. **Teaching Alge braic Expressions in a Meaningful Way,** In A.F. Coxford & A.P. Shulte (Eds) The Ideas of Algebra, K-12, 1988 Yearbook of The National Council of Teachers of Mathematics, The Council, Reston, Va., 1988, pp. 33-42.

CHARLES, Randall I., Robert P. MASON et Catherine A. WHITE. **Problem Solving for All Students,** In L. Silvey & J.R. Smart (Eds) Mathematics for the Middle Grades (5-9), 1982 Yearbook of the National Council of Teachers of Mathematics, The Council, Reston, Va., 1982, pp. 73-82.

CLARKE, David J., Doug M. CLARKE et Charles J. LOVITT. **Changes in Mathematics Teaching Call for Assessment Alter natives,** In T.J. Cooney & C.R. Hirsch (Eds) Teaching and Learning Mathematics in the 1990s, 1990 Yearbook of The National Council of Teachers of Mathematics, The Council, Reston, Va., 1990, pp. 118-129.

COBURN, Terrence G. **The Role of Computation in the Chan ging Mathematics Curriculum,** In P. R. Trafton & A.P. Shulte (Eds) New Directions for Elementary School Mathematics, 1989 Yearbook of The National Council of Teachers of Mathematics, The Council, Reston, Va., 1989, pp. 43-58.

CONSEIL SUPÉRIEUR DE L'ÉDUCATION. **Améliorer l'édu cation scientifique sans compromettre l'orientation des élèves,** Direction des communications du CSE, Québec, 1989, 50 pages. (50-0373)

CONSEIL SUPÉRIEUR DE L'ÉDUCATION. **Évaluer les apprentissages au primaire: un équilibre à trouver,** Direction des communications du CSE, Québec, 1992, 82 pages. (50-0387)

CONSEIL SUPÉRIEUR DE L'ÉDUCATION. **Les sciences de la nature et la mathématique au deuxième cycle du secondaire,** Direction des communications du CSE, Québec, 1989, 96 pages. (50-0369)

CROWLEY, Mary L. **The van Hiele Model of the Development of Geometric Thought,** In M.M. Lindquist & A.P. Shulte (Eds) Learning and Teaching Geometry, K-12, 1987 Yearbook of The National Council of Teachers of Mathematics, The Council, Reston, Va., 1987, pp. 1-16.

DAVIS, Robert B. **Research Studies in How Humans Think About Algebra,** In S. Wagner & C. Kieran (Eds) Research Issues in the Learning and Teaching of Algebra, Research Agenda for Mathematics Education, Vol. 4, Lawrence Erlbaum Associates, National Council of Teachers of Mathematics, The Council, Reston, Va., 1989, pp. 266-274.

DAVIS, Robert B., Carolyn A. MAHER et Nel NODDINGS **Constructivist Views on the Teaching and Learning of Mathe matics,** Journal for Research in Mathematics Education, Monograph Number 4, 1990, 210 pages.

DEMANA, Franklin et Joan LEITZEL. **Establishing Fundamental Concepts through Numerical Problem Solving,** In A.F. Coxford & A.P. Shulte (Eds) The Ideas of Algebra, K-12, 1988 Yearbook of The National Council of Teachers of Mathematics,
The Council, Reston, Va., 1988, pp. 61-68.

DIONNE, Jean. **Vers un renouvellement de la formation et du perfectionnement des maîtres du primaire: le problème de la didactique des mathématiques,** Les publications de la faculté des sciences de l'éducation, Université de Montréal, Faculté des sciences de l'éducation, 1988, 325 pages.

DIONNE, Jean et Annette BRACONNE. **Secondary School Stu dent's and Teacher's Understanding of Demonstration in Geometry,** Actes du X1e congrès international, Psychology of Mathematics Education, PME - XI, Vol. III, Montréal, 1987, pp. 109-116.

DRISCOLL, Mark. **Research Within Reach: Secondary School Mathematics: A Research-Guided Response to the Concerns of Educators.** Research and Development Interpretation Service, Appalachia Educational Laboratory, National Institute of Education, National Council of Teachers of Mathematics, The Council, Reston, Va., 1988, 179 pages.

GIRARD, Richard. **Mesure fondée sur les objectifs,** notes de cours, Université Laval, Québec, 1991, 555 pages.

FEY, James T. **School Algebra for the Year 2000,** In S. Wagner & C. Kieran (Eds) Research Issues in the Learning and Teaching of Algebra, Research Agenda for Mathematics Education, Vol. 4, Lawrence Erlbaum Associates, National Council of Teachers of Mathematics, The Council, Reston, Va., 1989,
pp. 199-213.

FILION, Paul et Alain TOURISSON. **Systèmes de nombres: document didactique I,** PERMAMA V, Université du Québec, Télé-université, 59 pages.

GLATZER, David J. et Glenda LAPPAN. **Enhancing the Maintenance of Skills,** In E.L. Edwards Jr (Ed), Algebra for Everyone, Mathematics Education Trust, National Council of Teachers of Mathematics, The Council, Reston, Va., 1990,
pp. 34-44.

GREENO, James G. **Number Sense as Situated Knowing in a Conceptual Domain,** In Journal for Research in Mathematics Education, Vol. 22, Number 3, May 1991, pp. 170-218.

GUTIÉRREZ, Angel, Adela JAIME et José M. FORTUNY. **An Alternative Paradigm to Evaluate the Acquisition of the Van Hiele Levels,** Journal for Research in Mathematics Education, Vol. 22, No. 3, May 1991, pp. 237-251.

HELLER, Patricia M., Thomas R. POST, Merlyn BEHR et Richard LESH. **Qualitative and Numerical Reasoning About Fractions and Rates by Seventh- and Eighth-Grade Students,** Journal for Research in Mathematics Education, Vol. 21, Number 5, November 1990, pp. 388-402.

HERSCOVICS, Nicolas. **Cognitive Obstacles Encountered in the Learning of Algebra,** In S. Wagner & C. Kieran (Eds) Research Issues in the Learning and Teaching of Algebra, Research Agenda for Mathematics Education, Vol. 4, Lawrence Erlbaum Associates, National Council of Teachers of Mathematics, The Council, Reston, Va., 1989, pp. 60-86.

HERSCOVICS, Nicolas et Carolyn KIERAN. **Constructing Meaning for the Concept of Equation,** Mathematics Teacher, Vol. 73, Number 8, November 1980, pp. 572-580.

HILTON, Peter et Jean PEDERSEN. **Approximation as an Arithmetic Process,** In H.L. Schoen & M.J. Zweng (Eds) Esti mation and Mental Computation, 1986 Yearbook of The National Council of Teachers of Mathematics, The Council, Reston, Va., 1986, pp. 55-71.

HOPE, John A. **Mental Calculation: Anachronism or Basic Skill?,** In H.L. Schoen & M.J. Zweng (Eds) Estimation and Mental Computation, 1986 Yearbook of The National Council of Teachers of Mathematics, The Council, Reston, Va., 1986, pp. 45-54.

HOUSE, Peggy A. **Reshaping School Algebra: Why and How?,** In A.F. Coxford & A.P. Shulte (Eds) The Ideas of Algebra, K-12, 1988 Yearbook of The National Council of Teachers of Mathematics, The Council, Reston, Va., 1988, pp. 1-7.

HOWDEN, Hilde. **Prior Experiences,** In E.L. Edwards Jr (Ed) Algebra for Everyone, Mathematics Education Trust, National Council of Teachers of Mathematics, The Council, Reston, Va., 1990, pp. 7-23.

JANVIER, Claude, Louis CHARBONNEAU et Sophie René de COTRET. **Obstacles épistémologiques à la notion de variable: perspectives historiques,** dans N. Bednarz et C. Garnier (Eds) Construction des savoirs: obstacles et conflits, Les éditions Agence D'ARC inc. Montréal, 1989, pp. 64-75.

KIERAN, Carolyn. **Two Different Approaches among Algebra Learners,** In A.F. Coxford & A.P. Shulte (Eds) The Ideas of Algebra, K-12, 1988 Yearbook of The National Council of Teachers of Mathematics, The Council, Reston, Va., 1988, pp. 91-96.

KIERAN, Carolyn. **The Early Learning of Algebra: A Structural Perspective,** In S. Wagner & C. Kieran (Eds) Research Issues in the Learning and Teaching of Algebra, Research Agenda for Mathematics Education, Vol. 4, Lawrence Erlbaum Associates, National Council of Teachers of Mathematics, The Council, Reston, Va., 1989, pp. 33-56.

KIERAN, Carolyn. **Helping to Make the Transition to Algebra,** Arithmetic Teacher, Vol. 38, Number 7, March 1991, pp. 49-51.

LALIBERTÉ, Jacques. **L'école et le développement de la pensée critique,** Vie pédagogique, numéro 77, mars 1992, pp. 33-37.

LAQUERRE, Justin et Alain TOURISSON. **Manipulations géométriques et exemples de démonstrations,** Activités géomé triques I, PMM 5017, Télé-université, 1978, pp. 85-104.

LAWSON, Dene R. **The Problem, The Issues That Speak to Change,** In E.L. Edwards Jr (Ed), Algebra for Everyone, Mathematics Education Trust, National Council of Teachers of Mathematics, The Council, Reston, Va., 1990, pp. 1-6.

LEGENDRE, Renald. **Dictionnaire actuel de l'éducation,** Larousse,Montréal, 1988, 680 pages.

LEITZEL, Joan R. **Critical Considerations for the Future of Algebra Instruction,** In S. Wagner & C. Kieran (Eds) Research Issues in the Learning and Teaching of Algebra, Research Agenda for Mathematics Education, Vol. 4, Lawrence Erlbaum Associates, National Council of Teachers of Mathematics, The Council, Reston, Va., 1989, pp. 25-32.

LEUTZINGER, Larry P. et Myrna BERTHEAU. **Making Sense of Numbers,** In P. R. Trafton & A.P. Shulte (Eds) New Directions for Elementary School Mathematics, 1989 Yearbook of The National Council of Teachers of Mathematics, The Council, Reston, Va., 1989, pp. 111-122.

LODHOLZ, Richard. **The Transition from Arithmetic to Algebra,** In E.L. Edwards Jr (Ed), Algebra for Everyone, Mathema tics Education Trust, National Council of Teachers of Mathematics, The Council, Reston, Va., 1990, pp. 24-33.

MAGER, R.F. **Comment définir des objectifs pédagogiques,** Paris, Éditions Gautheir-Villars, 1972, 60 pages.

MATHEMATICAL SCIENCES EDUCATION BOARD, **Reshaping School Mathematics,** A Philosophy and Framework for curriculum, National Research Council, National Academy Press, Washington, D.C., 1990, 59 pages.

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION. **Guide pédagogique, primaire, mathématique,** fascicule K, Résolution de problèmes, Québec, 1988, 94 pages. (16-2300-11)

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION. **Guide pédagogique, primaire, mathématique,** fascicule E, Les fractions, Québec, 1980, 35 pages. (16-2300-05)

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION. **L'École québécoise**-Énoncé de politique et plan d'action, Québec, 1979, 163 pages. (49-1070)

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION. **Politique générale d'évaluation,** Direction de l'évaluation pédagogique, Québec, 1981, 23 pages. (16-7500)

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION. **Programmes d'études, primaire mathématique,** Québec, 1980, 45 pages. (16-2300)

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION. **Programmes d'études, secondaire, mathématique premier cycle,** Québec, 1981, 45 pages. (16-3301)

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION. **Programme - cadre Mathématiques,** cycles intermédiaire et supérieur, Ontario, 1985, 82 pages.

MOSES, Barbara, Elizabeth BJORK et Paul E. GOLDENBERG. **Beyond Problem Solving: Problem Posing,** In T.J. Cooney & C.R. Hirsch (Eds) Teaching and Learning Mathematics in the 1990s, 1990 Yearbook of The National Council of Teachers of Mathematics, The Council, Reston, Va., 1990, pp. 82-91.

NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS, **Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics,** The Council, Reston, Va., 1989, 258 pages.

NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS, **Mathematics Assessment, Myths, Models, Good Questions, and practical suggestions,** Jean Kerr Stenmark (Ed), The Council, Reston, Va., 1991, 71 pages.

OUELLET, André. **L'évaluation des apprentissages à la croisée des chemins: vers une évaluation créative.** dans C. Paquette (coordonnateur de la publication) Des Pratiques Évaluatives, Éditions NHP, 1984, Victoriaville, P.Q. 1984, pp. 25-94.

PALLASCIO, Richard. **Une démarche de résolution de problèmes inscrite dans une conception de l'apprentissage,** Vie Pédagogique, numéro 77, mars 1992, pp. 25-29.

PALLASCIO, Richard. **Pour une géométrie générative,** Bulletin AMQ, mai 1991, pp. 1-5.

PALLASCIO, Richard (directeur). **Mathématiquement vôtre! Défis et perspectives pour l'enseignement des mathématiques,** Les éditions Agence D'ARC inc., Montréal, 1990, 232 pages.

PARADIS, Esther. **L'évaluation des apprentissages: valoriser sa mission pédagogique,** FECS, CEQ, Québec, 1992, 31 pages.

PEGG, John et Edward REDDEN. **Procedures for, and Experiences in Introducing Algebra in New South Wales,** Mathematics Teacher, Vol. 83, Number 5, May 1990, pp. 386-391.

POST, Thomas R., Merlyn J. BEHR et Richard LESH. **Interpre tations of Rational Number Conscept,** In L. Silvey & J.R. Smart (Eds) Mathematics for the Middle Grades (5-9), 1982 Yearbook of The National Council of Teachers of Mathematics, The Council, Reston, Va., 1982, pp. 59-72.

POST, Thomas R. Merlyn J. BEHR et Richard LESH, **Proportionality and the Development of Prealgebra Understandings,** In A.F. Coxford & A.P. Shulte (Eds) The Ideas of Algebra, K-12, 1988 Yearbook of The National Council of Teachers of Mathematics, The Council, Reston, Va., 1988, pp. 78-90.

REYS, Barbara J. **Teaching Computational Estimation: Concepts and Strategies,** In H.L. Schoen & M.J. Zweng (Eds) Estimation and Mental Computation, 1986 Yearbook of the National Council of Teachers of Mathematics, The Council, Reston, Va., 1986, pp. 31-44.

REYS, Barbara J. et Al. **Developing Number Sense in the Middle Grades,** Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics, Addenda Series, Grades 5-8, The Council, Reston, Va., 1991, 56 pages.

SCALLON, Gérard. L'évaluation formative des apprentissages, Tome 1, P.U.L., Québec, 1988, 171 pages.

SCHOENFELD, Alan H. et Abraham ARCAVI. On the Meaning of Variable, Mathematics Teacher, Vol. 81, Number 6, September 1988, pp. 420-427.

SCHROEDER, Thomas L. et Frank K. LESTER. Developing Understanding in Mathematics via Problem Solving, In P. R. Trafton & A.P. Shulte (Eds) New Directions for Elementary School Mathematics, 1989 Yearbook of The National Council of Teachers of Mathematics, The Council, Reston, Va., 1989, pp. 31-42.

STEEN, Lynn Arthur (Ed). On the Shoulders of Giants. New Ap proaches to Numeracy, National Academy Press, Washington D.C., 1990, 232 pages.

STEINBERG, Ruth M., D. H. SLEEMAN et David KTORZA, Algebra Students' Knowledge of Equivalence of Equations, Journal for Research in Mathematics Education, March 1991, Vol. 22, Number 2, 1991, pp. 112-121.

STENMARK, Jean Kerr. Assessment Alternatives in Mathe matics: An overview of assessment techniques that promote learning, EQUALS and the Assessment Commitee of the California Mathematics Council: Campaign for Mathematics, Berkeley, Ca., 1989, 40 pages.

SUYDAM, Marilyn N. Untangling Clues from Research on Problem Solving, In S. Krulik & R.E. Reys (Eds) Problem Solving in School Mathematics, 1980 Yearbook of the National Council of Teachers of Mathematics, The Council, Reston, Va., 1980, pp. 34-50.

TEPPO, Anne. Van Hiele Levels of Geometric Thought Revi sited, Mathematics Teacher, Vol. 84, Number 3, March 1991, pp. 210-221.

THORPE, John A. Algebra: What Should We Teach and How Should We Teach It?, In S. Wagner & C. Kieran (Eds) Research Issues in the Learning and Teaching of Algebra, Research Agenda for Mathematics Education, Vol. 4, Lawrence Erlbaum Associates, National Council of Teachers of Mathematics, The Council, Reston, Va., 1989, pp. 11-24.

TRAFTON, Paul R. Estimation and Mental Arithmetic: Im portant Components of Computation, In M.N. Suydam & R.E. Reys (Eds) Developing Computational Skills, 1978 Yearbook of The National Council of Teachers of Mathematics, The Council, Reston, Va., 1978, pp. 196-213.

TRAFTON, Paul R. Teaching Computational Estimation: Establishing an Estimation Mind-Set, In H.L. Schoen & M.J. Zweng (Eds) Estimation and Mental Computation, 1986 Yearbook of the National Council of Teachers of Mathematics, The Council, Reston, Va., 1986, pp. 16-30.

USISKIN, Zalman. Reasons for Estimating, In H.L. Schoen & J.M. Zweng (Eds) Estimation and Mental Computation, 1986 Yearbook of the National Council of Teachers of Mathematics, The Council, Reston, Va., 1986, pp. 1-15.

USISKIN, Zalman. Conceptions of School Algebra and Uses of Variables, In A.F. Coxford & A.P. Shulte (Eds) The Ideas of Algebra, K-12, 1988 Yearbook of The National Council of Teachers of Mathematics, The Council, Reston, Va., 1988, pp. 8-19.

VAN HIELE, Pierre M. La structure des niveaux dans l'argu mentation, Bulletin de la Société mathématique de Belgique, Tome XII, Fascicule 3-4, D. J. Dugulot, S.A., Gembloux, 1960, pp. 174-187.

VAN HIELE, Pierre M. Structure and Insight, New York, Academy Press, 1986.

VERGNAUD, Gérard. L'obstacle des nombres négatifs et l'introduction à l'algèbre, dans N. Bednarz et C. Garnier (Eds) Construction des savoirs: obstacles et conflits, Les éditions Agence D'ARC inc., Montréal, 1989 pp. 76-83.

WAGNER, Sigrid et Carolyn KIERAN. An Agenda for Research on the Learning and Teaching of Algebra, In S. Wagner & C. Kieran (Eds) Research Issues in the Learning and Teaching of Algebra, Research Agenda for Mathematics Education, Vol. 4, Lawrence Erlbaum Associates, National Council of Teachers of Mathematics, The Council, Reston, Va., 1989, pp. 220-237.

WEBB, Norman et Diane BRIARS. Assessment in Mathematics Classrooms, K-8, In T.J. Cooney & C.R. Hirsch (Eds) Teaching and Learning Mathematics in the 1990s, 1990 Yearbook of The National Council of Teachers of Mathematics, The Council, Reston, Va., 1990, pp. 108-117.

WHEELER, David. Contexts for Research on the Teaching and Learning of Algebra, In S. Wagner & C. Kieran (Eds) Research Issues in the Learning and Teaching of Algebra, Research Agenda for Mathematics Education, Vol. 4, Lawrence Erlbaum Associates, National Council of Teachers of Mathematics, The Council, Reston, Va., 1989, pp. 278-287.