

PROGRAMMES D'ÉTUDES **S**

Mathématique 314

enseignement secondaire

Québec 



PROGRAMMES D'ÉTUDE **S**

Mathématique 314

enseignement secondaire

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, 1995 — 94-0709

ISBN 2-550-09891-9

Dépôt légal — Bibliothèque nationale du Québec, 1995

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 314 a été conçu à l'intention des élèves de troisième secondaire. Ce programme sera d'application obligatoire dans toutes les écoles à compter du 1^{er} juillet 1996.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Jean Garon', with a stylized flourish at the end.

JEAN GARON
Ministre de l'Éducation

Coordination et conception

Mihran Djiknavorian
Responsable des programmes de mathématique
Direction de la formation générale des jeunes
Ministère de l'Éducation

Conception et rédaction

Françoise Boulanger
Jacques Lagacé
Agente et agent de développement pédagogique
Direction de la formation générale des jeunes
Ministère de l'Éducation

Consultation

Nous remercions toutes les personnes qui ont contribué à la conception du présent document : personnel d'encadrement dans les écoles, professeures et professeurs d'universités et d'établissements d'enseignement collégial, 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

Daniel Trottier
Directeur par intérim

Table des matières

Introduction	9
Deux grands principes directeurs	11
Relation avec les programmes précédents	15
Évaluation pédagogique	16
Importance relative de chaque objectif général	18
Contenu du programme	19
Structure du programme	21
Objectifs du programme	22
Annexe	47
Bibliographie	52

Introduction

Le programme *Mathématique 314* s'adresse aux élèves de troisième secondaire dans les écoles du Québec.

La préparation des jeunes du Québec au monde exigeant du XXI^e siècle requiert une école centrée sur les apprentissages fondamentaux et sur le développement intellectuel des élèves. Ces apprentissages comprennent la communication, des habiletés en résolution de problèmes et une compétence technologique.

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 dans l'action.

Dans une optique de formation fondamentale des jeunes, l'enseignement de la mathématique offre un terrain d'apprentissage fort propice à l'éclosion des qualités nécessaires dans le futur : «Acquérir des connaissances de base n'est pas suffisant, il faut de plus que les élèves deviennent des penseurs compétents¹.»

Deux grands principes directeurs

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 directeurs qui guideront l'enseignante ou l'enseignant dans son travail auprès des élèves. Ces principes sont les suivants : favoriser la participation active de l'élève à son apprentissage et favoriser le 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 cœur de ses apprentissages, en fait être responsable au premier chef de son éducation :

-
1. L.B. RESNICK et L.E. KLOFFER, «Toward the Thinking Curriculum : An Overview», dans *Toward the Thinking Curriculum : Current Cognitive Research, 1989 Yearbook of the Association for Supervision and Curriculum Development*, Alexandria, VA, USA, ASCD, 1989.

«La construction d'une notion donnée [...] apparaît comme un processus complexe qui dépend en tout premier lieu de l'élève. Les concepts ne s'acquièrent pas par simple transmission directe d'une personne qui sait à un élève supposé ignorant en ce domaine. Les élèves disposent en effet, avant qu'on leur enseigne un contenu particulier, de conceptions bien organisées, fonctionnelles et relativement résistantes parfois aux modifications que cherche à introduire l'apprentissage.

«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 donné².»

Afin de favoriser l'acquisition des connaissances et des habiletés proposées dans le présent programme, l'élève doit vivre des situations d'apprentissage qui font appel à l'observation, à la manipulation, à la dextérité, à l'exploration, à la construction, à la simulation, etc. À l'intérieur de ses apprentissages, l'élève analyse des hypothèses, cherche activement des solutions, discute de ses approches, analyse les concepts ou théories de son propre point de vue tout en entretenant une variété de points de vue, remet en question activement le sens et les conséquences de ses démarches et relie les connaissances acquises à son expérience personnelle. Ces situations vont l'inciter à réfléchir, à agir et à réagir, à faire des liens avec des apprentissages antérieurs.

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, qu'on aide l'élève à construire personnellement ses connaissances.

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

2. 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*, Montréal, Les éditions Agence d'ARC inc., 1990, p. 69.

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

La résolution de problèmes constitue une trame de fond de l'enseignement de plusieurs programmes de formation générale (sciences pures, sciences humaines, etc.) et fait partie intégrante de toute l'activité mathématique. La résolution de problèmes n'est pas un thème distinct, mais un processus qui doit imprégner le programme tout entier et qui fournit le contexte propice à l'apprentissage des concepts et à l'acquisition des habiletés :

«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 problèmes³.»

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 personnellement ou des élèves de façon réciproque.

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

«La première catégorie comprend des problèmes dont la résolution nécessite le choix par l'élève d'une combinaison adéquate de connaissances déjà étudiées et 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 plausibles⁴.»

Dans la pratique, la plupart des problèmes proposés aux élèves se situent entre ces deux extrêmes. Par contre, l'atteinte de l'objectif terminal se manifestera par la capacité de résoudre des problèmes qui sont minimalement de catégorie 1. Toutefois, cette limite doit être dépassée au moment des apprentissages si l'on veut véritablement pouvoir parler d'apprentissages dans un processus de résolution de problèmes. Ainsi, plus l'élève se trouvera devant des situations comportant des problèmes (de catégorie 1 ou de catégorie 2) qui exigeront qu'il ou elle associe une situation à un modèle, plus il lui sera facile d'analyser ces situations et de leur trouver une solution. On le sait, l'habileté à résoudre de tels problèmes suppose le développement de nombreuses capacités de haut niveau et, de ce fait, nécessite que l'apprentissage en soit imprégné.

3. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION. *Guide pédagogique, primaire, mathématique, fascicule K, Résolution de problèmes*, Québec, Direction de la formation générale des jeunes, 1988, p. 51-55.

4. Ibid, p. 15.

Les problèmes peuvent faire partie de l'environnement de l'élève à différentes étapes de l'apprentissage de connaissances ou du développement d'habiletés mathématiques, soit avant pour amorcer les apprentissages afin d'acquérir de nouvelles connaissances ou pour développer des habiletés, soit pendant pour en poursuivre le développement ou après à titre de renforcement.

Les problèmes servent alors à :

- appliquer et intégrer des connaissances mathématiques (concepts, propriétés, algorithmes, techniques, procédés, etc.);
- acquérir des habiletés intellectuelles (organiser, structurer, abstraire, analyser, synthétiser, estimer, généraliser, déduire, justifier, etc.);
- adopter des attitudes positives (prendre conscience de ses capacités, respecter le point de vue des autres, faire preuve d'imagination et de créativité autant que de rigueur et de précision, etc.);
- utiliser différentes 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'élève s'habitue à recourir à un modèle mathématique connu, favorisant ainsi l'atteinte des objectifs terminaux. L'enseignante ou l'enseignant aidera aussi l'élève 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 directeur : favoriser la participation active de l'élève.

Il faut que chaque élève ait la chance de s'analyser, de développer des éléments pour structurer sa pensée, bref, d'apprendre à apprendre.

Relation avec les programmes précédents

La continuité dans l'apprentissage permet de reprendre des notions étudiées antérieurement et de faire évoluer les conceptions et les représentations des élèves. Le présent programme de mathématique permet à l'élève de continuer la construction de son réseau de connaissances amorcée au primaire et au cours des deux premières années du secondaire.

Pour faire en sorte que la mathématique soit une démarche dynamique, l'élève doit faire fonctionner, dans de nouvelles situations, ses outils et les notions antérieurement étudiés.

Les activités d'apprentissage doivent fournir à l'élève plusieurs occasions de réactiver ses connaissances et de progresser.

Les connaissances et les habiletés de l'élève acquises et développées dans les programmes antérieurs telles que :

- le sens du nombre et des opérations;
- l'habitude d'estimer;
- le sens de la proportionnalité;
- le sens de la variable;
- les transferts d'un mode de représentation à un autre;
- les définitions, propriétés, théorèmes ou corollaires liés à différentes notions géométriques;
- la gestion des données en statistique;
- la simulation de phénomènes aléatoires et la notion de probabilité;

sont reprises en même temps que de nouvelles notions s'ajoutent à son réseau de connaissances. D'ailleurs, on notera que dans le programme de la troisième secondaire le contenu arithmétique est intégré aux objectifs terminaux des thèmes de l'algèbre, de la géométrie et de la statistique.

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 passé⁵ [...]»

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

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 pédagogique⁶».

L'apprentissage dans le présent programme est plus que l'acquisition de connaissances. C'est plutôt l'investigation, la communication, la représentation, le raisonnement et l'utilisation d'une variété d'approches pour résoudre un problème. C'est également l'acquisition d'autres habiletés et attitudes.

5. CONSEIL SUPÉRIEUR DE L'ÉDUCATION. *Évaluer les apprentissages au primaire : un équilibre à trouver*, Québec, Direction des communications du CSE, 1992, p. 1.

6. Ibid., 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 un portrait fiable à propos des savoirs et des savoir-faire personnels ou collectifs des élèves.

L'évaluation doit s'adapter aux différents aspects du présent programme d'études.

Dans ce contexte, l'évaluation du type «papier-crayon» ne peut à elle seule prétendre vérifier tous ces aspects. En fonction des buts visés et dans l'esprit d'une diversification, les moyens d'évaluation suivants pourraient se révéler pertinents :

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

Qu'elle soit faite avec une intention sommative ou une intention formative, l'évaluation pédagogique est essentiellement au service de l'enseignement et de l'apprentissage.

«Réinvestir l'évaluation de sa valeur pédagogique, n'est-ce pas là l'essentiel⁷?»

7. Esther PARADIS. *L'évaluation des apprentissages : valoriser sa mission pédagogique*, Québec, Fédération des enseignantes et des enseignants de commissions scolaires, Centrale de l'enseignement du Québec, 1992, p. 26.

Importance relative de chaque objectif général

Le tableau qui suit est présenté afin de faire ressortir l'importance relative de chaque objectif général.

Objectifs généraux	%
1. Favoriser chez l'élève l'utilisation de l'algèbre comme outil de généralisation.	45
2. Amener l'élève à utiliser ses connaissances relatives aux figures géométriques.	40
3. Accroître chez l'élève l'habileté à analyser des données statistiques.	15

Contenu du programme

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. Ces objectifs demeurent les mêmes tout au long des cinq années du secondaire. Ils constituent un axe autour duquel les autres objectifs de chacune des années viennent s'articuler.

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. 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 programme *Mathématique 116* ou *Mathématique 216*, selon le cas;
- 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 directeurs; 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. L'enseignante ou l'enseignant doit, par conséquent, viser l'atteinte des objectifs terminaux du programme. Le degré d'atteinte de ceux-ci ne pourra être significatif que si les instruments de mesure utilisés tiennent compte des limites fournies par les objectifs intermédiaires ainsi que du contexte précisé par l'objectif général et les objectifs globaux.

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 l'une à la suite de l'autre, 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.

Objectifs du programme

Établir des liens

Favoriser chez l'élève l'accroissement de l'habileté à établir des liens entre les connaissances qu'il ou elle construit et ses autres connaissances tant en mathématique que dans les autres disciplines, et l'amener à considérer ses connaissances comme des outils à 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.

Objectifs globaux

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 de trouver une solution qu'il ou elle 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.

Objectif général

1

Favoriser chez l'élève l'utilisation de l'algèbre comme outil de généralisation

Aujourd'hui, nous sommes dans une ère dominée par l'information. Il faut rendre les élèves aptes à manipuler, à traiter et à interpréter cette information.

En deuxième secondaire, nous avons exploré la puissance et l'utilité de l'algèbre comme langage ou outil de communication. L'élève a pu s'initier aux différents modes de représentation (voir le tableau de l'objectif terminal 1.1) lui permettant de mettre en lumière certains aspects de situations qu'il ou elle avait à résoudre. En troisième secondaire, nous allons poursuivre cette formation en utilisant l'algèbre comme un outil qui permet une généralisation à partir de cas particuliers et vice versa.

À partir d'expériences simples ou de situations que l'élève aura proposées de son propre chef, l'enseignante ou l'enseignant l'amènera à constater la dépendance entre certaines variables. L'élève pourra faire le lien entre les caractéristiques des modes de représentation et la situation sous-jacente et observera, entre autres, que la représentation graphique de ces situations n'est pas toujours une droite. Poursuivant son investigation, l'élève décrira plus en profondeur celles qui sont illustrées par une droite.

Comme tout langage, l'algèbre a ses règles et sa syntaxe, et il est important d'établir une certaine rigueur à cet égard. L'élève effectuera d'abord des opérations sur des formes exponentielles d'expressions arithmétiques allant jusqu'à généraliser les propriétés de ces opérations et pourra ensuite les appliquer à des expressions algébriques. Puis, ce sera l'occasion de poursuivre l'acquisition de techniques de manipulations algébriques. Les expressions littérales ici perdent le besoin d'avoir une valeur précise et sont utilisées comme des objets mathématiques.

La relation de Pythagore permet de faire le pont entre l'algèbre et la géométrie puisque l'élève pourra se servir de la généralisation algébrique d'une propriété des triangles rectangles pour résoudre des problèmes et même acquérir le concept des nombres irrationnels achevant ainsi son étude de l'ensemble des nombres réels.

Objectif terminal 1.1

Illustrer la dépendance entre les variables d'une situation

En deuxième secondaire, l'élève a dû employer différents modes de représentation pour décrire et représenter une situation. Le raisonnement proportionnel a également été développé.

L'atteinte de l'objectif 1.1 du présent programme suppose que l'élève utilise différents modes de représentation pour analyser une situation afin d'exprimer en ses mots la relation qui associe les variables entre elles. On présentera à l'élève des situations à sa portée, où les variables sont directement ou inversement proportionnelles, de même que d'autres où l'une des variables est proportionnelle au carré de l'autre. Il ou elle devra comprendre que la relation entre les variables n'est pas toujours linéaire et reconnaître de façon informelle les caractéristiques des différents types de dépendance. On ne demande pas que l'élève soit capable de représenter une situation par une équation ni de reconnaître le type de relation. Les cases ombrées du tableau qui suit font référence au programme *Mathématique 314* et celles qui sont désignées par l'astérisque représentent des transferts utilisés en *Mathématique 216* :

Transferts d'un mode de représentation à un autre

de	à	mots ou dessin	table de valeurs	graphique	règle ou équation
mots ou dessin	*	*	*		
table de valeurs	*				
graphique	*				
règle ou équation					

Les objectifs globaux, l'objectif général 1 ainsi que les principes directeurs favorisent le recours à une grande variété de situations qui susciteront des discussions et du questionnement afin d'analyser la relation qui associe les variables l'une à l'autre. L'élève y développera son sens de l'observation, son esprit d'analyse et son habileté à synthétiser une situation.

1.1

Objectifs intermédiaires

- Dans une situation, déterminer la variable dépendante et la variable indépendante.
- Représenter la règle d'une situation par une table de valeurs.
- Représenter une situation et sa règle par un graphique à partir d'une table de valeurs.
- Exprimer en ses propres mots la relation qui existe entre les variables dans la situation donnée à partir de la situation, de sa table de valeurs ou de son graphique.

Objectif terminal 1.2

Résoudre des problèmes portant sur des situations où la relation entre les variables est linéaire

L'élève a déjà eu l'occasion, en deuxième secondaire, d'acquérir certaines habiletés permettant de traduire une situation par une équation du premier degré. L'apprentissage des concepts de rapport et de proportion ainsi que l'objectif 1.1 du présent programme lui ont permis d'explorer des situations de variation directe.

L'atteinte de l'objectif 1.2 du présent programme suppose que l'élève puisse résoudre des problèmes portant sur des situations de variation directe ou partielle. Dans une situation de variation directe, la variable dépendante s'exprime à l'aide d'un seul terme composé du produit de la variable indépendante par une constante. Dans une situation de variation partielle, la variable dépendante s'exprime par l'addition de deux termes : l'un étant le produit de la variable indépendante par une constante et l'autre une constante. Il ne s'agit pas ici d'engager un débat sémantique sur les termes «situation de variation directe» et «situation de variation partielle», mais d'offrir aux élèves des situations qui sont représentées par une droite. Afin de les analyser plus en profondeur, l'élève pourra associer à ces types de variations leur équation, décrire le rôle du taux de variation et déterminer l'effet d'un changement de paramètre sur la situation, le graphique et l'équation. L'élève devra prendre conscience qu'on utilise parfois des droites alors que la situation ne comporte que des nombres entiers, ou encore, que seulement une partie de la droite est significative. On pourra aussi présenter à l'élève des situations où le taux de variation est constant sur un intervalle donné, puis prend une autre valeur sur un autre intervalle, comme dans les diagrammes à ligne brisée. Il est recommandé de ne pas utiliser la notation fonctionnelle; en outre, il est important que l'élève observe et explore des situations sans se laisser distraire par un symbolisme trop complexe. Pour cet objectif, se reporter aux cases ombrées du tableau qui suit :

Transferts d'un mode de représentation à un autre

de	à	mots ou dessin	table de valeurs	graphique	règle ou équation
mots ou dessin					
table de valeurs					
graphique					
règle ou équation					

Les objectifs globaux, l'objectif général 1 ainsi que les principes directeurs favorisent des activités grâce auxquelles l'élève en viendra à interpréter les représentations graphiques et à comprendre les liens entre les représentations symboliques, graphiques et numériques de la même situation. Il serait utile de varier les moyens d'apprentissage : soit mentalement, par une approche du type «papier-crayon», soit l'emploi d'une calculatrice à affichage graphique ou d'un ordinateur.

1.2

Objectifs intermédiaires

- Traduire une relation de variation directe ou de variation partielle liée à une situation par une équation.
- Traduire une équation qui décrit une variation directe ou une variation partielle par un énoncé de problème.
- Déterminer le taux de variation d'une variation directe ou partielle à partir de son équation ou de son graphique.
- À partir de l'équation associée à une situation de variation directe ou partielle, décrire qualitativement l'effet sur le graphique de la modification d'un paramètre.

Objectif terminal

1.3

Transformer une expression arithmétique ou algébrique en une expression équivalente

Dans le programme de première secondaire, l'élève a peu à peu développé sa compréhension du sens des quatre opérations et son habileté à effectuer ces opérations en utilisant des nombres rationnels. En deuxième secondaire, il ou elle a calculé des sommes et des différences d'expressions contenant une variable et des constantes de même que certains produits et quotients d'expressions contenant une variable.

L'atteinte de l'objectif 1.3 du présent programme suppose que l'élève puisse passer d'une expression arithmétique ou algébrique à une expression équivalente. L'élève doit pouvoir effectuer des opérations portant sur des expressions tant numériques qu'algébriques contenant des exposants. Il ne s'agit pas seulement de rechercher systématiquement l'expression la plus simple, mais aussi de reconnaître et de produire d'autres expressions équivalentes. Un moyen concret peut être utile pour amorcer l'étude des manipulations algébriques.

Les objectifs globaux, l'objectif général 1 ainsi que les principes directeurs favorisent le recours à des activités grâce auxquelles l'élève accroîtra graduellement ses connaissances de la structure de l'algèbre tout en développant son habileté technique à effectuer certaines opérations. Il s'agit de mettre l'effort sur la compréhension plutôt que sur la mécanique. L'élève pourra aussi réutiliser les habiletés acquises ou développées sur le sens du nombre et des opérations. En établissant les propriétés des exposants, l'élève pourra de nouveau apprécier l'algèbre comme outil de généralisation.

1.3

Objectifs intermédiaires

- Appliquer les propriétés des exposants à la transformation d'expressions arithmétiques.
- Appliquer à la transformation d'expressions algébriques les propriétés suivantes :
- Calculer la somme et la différence de polynômes.
- Calculer le produit d'un monôme par un polynôme et d'un binôme par un binôme.
- Calculer le quotient d'un polynôme par un monôme.

$$n^a \cdot n^b = n^{a+b} \quad \text{où } a, b \in \mathbb{N}$$

$$\frac{n^a}{n^b} = n^{a-b} \quad \text{où } a, b \in \mathbb{N}$$

Objectif terminal 1.4

Résoudre des problèmes en utilisant la relation de Pythagore

En première et en deuxième secondaire, l'élève a appris à calculer la mesure d'une des dimensions d'un polygone à partir d'un nombre suffisant de données tout en assimilant le concept de racine carrée. Dans les objectifs 1.1, 1.2 et 1.3 du présent programme, il ou elle a utilisé l'algèbre comme outil de généralisation.

L'atteinte de l'objectif 1.4 du présent programme suppose que l'élève puisse résoudre des problèmes où on peut exploiter la relation de Pythagore. On s'assurera que l'élève peut énoncer la propriété par des mots et par des symboles algébriques. On utilisera également la réciproque de la relation de Pythagore pour vérifier qu'un triangle est rectangle. L'élève pourra également s'initier aux nombres irrationnels et les situer sur la droite numérique à l'aide de la règle et du compas.

Les objectifs globaux, l'objectif général 1 ainsi que les principes directeurs favorisent le recours à des activités de construction, d'exploration, d'observation et de discussion à partir desquelles l'élève pourra dégager la relation de Pythagore et l'appliquer à la résolution de problèmes variés. L'élève pourra de nouveau apprécier l'algèbre comme outil de généralisation. Il ou elle pourra aussi constater que cette relation observée dans le triangle rectangle est très utile dans différents domaines de l'activité humaine.

1.4

Objectifs intermédiaires

- Exprimer au moyen de variables une relation entre les mesures des côtés d'un triangle rectangle.
- Justifier une affirmation dans la résolution d'un problème utilisant la relation de Pythagore*.
- Situer des nombres irrationnels sur la droite numérique.

* Voir l'annexe.

Objectif général

2

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

La géométrie nous aide à représenter et à décrire le monde dans lequel nous vivons. En troisième secondaire, l'enseignement de la géométrie poursuit le développement d'une perception spatiale du monde réel.

Le développement de la pensée géométrique de l'élève s'effectue en passant par une hiérarchie d'échelons : l'élève apprend d'abord à reconnaître globalement les formes, puis à analyser les différentes propriétés relatives à ces formes, pour ensuite établir des relations entre les propriétés et faire des déductions simples. Grâce à de nombreuses activités d'exploration et d'observation active, l'élève s'est créé un réseau de relations autour des triangles, des quadrilatères, du cercle et des polygones réguliers. Dans le programme de troisième secondaire, on prévoit l'élargissement de ce réseau autour des solides.

L'élève vit dans un milieu tridimensionnel qu'il ou elle a apprivoisé au primaire par des activités d'orientation et d'observation. En troisième secondaire, il est essentiel de poursuivre le développement du sens spatial qui est une forme d'activité mentale permettant de créer et de manipuler des images d'objets. Ainsi, en recherchant la résultante d'une composition de transformations, l'élève doit faire appel à la représentation mentale qu'il ou elle a de la transformation unique recherchée. Il s'agit d'améliorer la perception qu'ont les élèves de l'espace à deux et trois dimensions, des objets qui s'y trouvent et de leurs représentations tantôt d'un point de vue qualitatif, tantôt d'un point de vue quantitatif.

Objectif terminal

2.1

Résoudre des problèmes portant sur des transformations isométriques ou homothétiques

En première et en deuxième secondaire, l'élève a construit des figures en utilisant des transformations isométriques ou homothétiques et exploré les propriétés de ces transformations. Il ou elle a aussi fait ces constructions dans le plan cartésien.

L'atteinte de l'objectif 2.1 du présent programme suppose que l'élève puisse utiliser sa connaissance des composées de transformations pour résoudre des problèmes. D'abord, l'élève construit des composées et assimile le concept de transformation réciproque. Par la suite, il ou elle fait l'analyse de la situation et cherche à nommer, si possible, la transformation unique qui produit la même image. Après avoir étudié un nombre suffisant de transformations, l'élève sera en mesure d'énoncer les principales propriétés de chaque type de transformations. Cette étude se fait dans le plan à l'aide d'instruments de géométrie ou avec le plan cartésien. Dans ce dernier cas, on respectera les mêmes limites qu'en deuxième secondaire : réflexions selon les axes ou les bissectrices des quadrants, rotations centrées à l'origine et dont l'angle de rotation est un multiple de 90° et homothéties centrées à l'origine.

Les objectifs globaux, l'objectif 2 et les principes directeurs favorisent des activités grâce auxquelles l'élève approfondira le concept de transformations du plan en les caractérisant de leurs propriétés. Après des activités d'observation et de construction, l'élève en viendra à employer le vocabulaire approprié pour énoncer ces propriétés. Le support visuel est très important en géométrie car il permet de soutenir le raisonnement. L'élève peut recourir à différents moyens (transparents (acétates), simulation sur ordinateur, etc.) afin d'analyser plusieurs situations et de rechercher en équipe un consensus.

2.1

Objectifs intermédiaires

- Construire l'image d'une figure par une composée de transformations.
- Décrire la réciproque des différentes transformations du plan.
- Nommer la transformation qui est équivalente à une composée de transformations.
- Énumérer les principales propriétés des transformations*.

* Voir l'annexe.

Objectif terminal 2.2

Résoudre des problèmes portant sur des objets à trois dimensions

Au primaire, l'élève a eu l'occasion d'établir des relations spatiales entre des objets en faisant du repérage, des réseaux, des frises ou des grilles.

L'atteinte de l'objectif terminal 2.2 du présent programme suppose que l'élève puisse percevoir des objets à trois dimensions et les représenter de différentes manières. À partir d'assemblages de cubes, l'élève devra décrire ce qu'il ou elle voit, verbalement ou par un dessin de face, de côté, de dessus ou par strates. Pour aider l'élève à faire de meilleures représentations d'objets à trois dimensions, on l'initiera à différentes techniques de base simples comme la perspective cavalière et à l'utilisation du papier pointé en diagonale. On lui demandera aussi de construire des objets à trois dimensions à partir de descriptions ou de représentations à deux dimensions.

Les objectifs globaux, l'objectif 2 et les principes directeurs favorisent le recours à des activités qui aideront les élèves à mieux appréhender les relations spatiales. Il faut utiliser des activités qui font alterner les manipulations, la lecture et la production de dessins, les expériences mentales, les abstractions et les déductions. Tout en favorisant l'évolution des concepts, l'enseignante ou l'enseignant doit apprendre aux élèves à voir dans l'espace et à représenter des solides. En encourageant le travail en équipe, on permettra aux élèves de confronter leurs points de vue lorsqu'ils ou elles posent des hypothèses et les vérifient.

2.2

Objectifs intermédiaires

- Décrire en mots ou en dessin des objets à trois dimensions.
- Représenter dans deux dimensions des objets à trois dimensions.
- Bâtir un objet à trois dimensions, à partir d'une description ou d'un dessin.

Objectif terminal 2.3

Résoudre des problèmes portant sur les solides

Au premier cycle du primaire, l'élève a dégagé certaines caractéristiques des solides. Au deuxième cycle, il ou elle a exploré comment certains arrangements de figures planes permettent de construire des solides et en a recherché les caractéristiques. En première secondaire, l'élève a créé des figures planes à l'aide de transformations isométriques.

L'atteinte de l'objectif terminal 2.3 du présent programme suppose que l'élève consolide ses connaissances sur les solides afin de résoudre différents problèmes. Il ou elle créera des solides à l'aide de rotations ou de translations de figures planes ou en sectionnant un cube. L'élève analysera les éléments des solides : arêtes, faces, sommets, diagonales, hauteurs, apothème, etc., qu'il ou elle utilisera pour les classer. De plus, l'élève devra être capable de déduire une mesure dans un solide ou dans une figure de sa création.

Les objectifs globaux, l'objectif général 2 et les principes directeurs favorisent des activités grâce auxquelles l'élève arrivera à assimiler le vocabulaire relatif aux solides, à acquérir l'habileté à les construire, à caractériser un solide par un ensemble de propriétés ainsi qu'à faire des liens qui lui permettront de résoudre des problèmes. Il faut donner aux élèves un outil de travail sur l'espace pour améliorer leur perception et pour assurer le développement d'images mentales qui puissent servir de soutien à un raisonnement. L'élève continuera d'appuyer son raisonnement sur des définitions et des propriétés pertinentes incluant celles qui ont déjà été acquises en première et en deuxième secondaire.

2.3

Objectifs intermédiaires

- Créer un cône, une sphère ou un cylindre par une rotation de 360° d'une figure autour d'un axe.
- Créer un prisme par une translation d'un polygone.
- Représenter des solides en deux ou trois dimensions.
- Classer les solides.
- Sectionner un cube de manière à obtenir un solide dont une des faces est un triangle ou un quadrilatère.
- Dédire la mesure d'un segment en s'appuyant sur un énoncé approprié*.
- Justifier une affirmation dans la résolution d'un problème portant sur les solides*.

* Voir l'annexe.

Objectif terminal 2.4

Résoudre des problèmes portant sur l'aire ou le volume de certains solides

Au primaire, l'élève a estimé et mesuré des volumes et même calculé le volume de certains solides simples. Au cours des deux premières années du secondaire, il ou elle a calculé le périmètre et l'aire d'un certain nombre de figures planes : triangles, quadrilatères, cercles et polygones.

L'atteinte de l'objectif terminal 2.4 du présent programme suppose que l'élève puisse établir des relations entre les dimensions d'un solide et son aire ou son volume pour résoudre des problèmes. Les activités proposées à l'élève permettront une synthèse des différents éléments de géométrie qui ont été présentés dans les autres parties du programme. Elles devront également lui permettre de consolider les concepts d'aire et de volume, de faire des liens entre les caractéristiques des solides et leurs mesures, d'utiliser les unités de mesure appropriées et d'appliquer ses connaissances aux solides décomposables.

Les objectifs globaux, l'objectif général 2 et les principes directeurs favorisent le recours à des activités grâce auxquelles l'élève en viendra à appliquer les propriétés des solides pour rechercher leur aire ou leur volume. En étudiant les solides sous l'aspect de leurs mesures, l'élève poursuit précisément l'analyse de ceux-ci. Elle ou il pourra à nouveau apprécier l'algèbre comme outil de généralisation, en établissant les formules de calcul du volume.

2.4

Objectifs intermédiaires

- Distinguer les situations où le calcul de l'aire est approprié de situations où le calcul du volume est approprié.
- Calculer l'aire de solides décomposables en solides droits ou en demi-sphères.
- Exprimer la relation entre le volume et certaines mesures d'un solide.
- Calculer le volume d'objets décomposables en solides droits ou en demi-sphères.
- Transformer une mesure de volume d'une unité à une autre.
- Établir la correspondance entre unité de volume et unité de capacité.
- Calculer une mesure d'un solide à partir de l'aire et d'un nombre suffisant de données.
- Calculer une mesure d'un solide à partir du volume et d'un nombre suffisant de données.
- Justifier une affirmation dans la résolution d'un problème portant sur les solides*.

* Voir l'annexe.

Objectif général

3

Accroître chez l'élève l'habileté à analyser des données statistiques

Nous vivons à l'ère de l'information et de la technologie. L'habileté à comprendre et à utiliser d'une façon rationnelle l'information sous toutes ses formes est devenue de plus en plus importante dans tous les genres d'entreprises industrielles, commerciales ou gouvernementales. L'élève est souvent aux prises avec des données présentées et interprétées de différentes façons. Une connaissance de la statistique descriptive peut l'aider en lui permettant de dégager les caractéristiques essentielles de la situation qui se dissimulent dans une masse de données. L'élève sera donc plus apte à comprendre des situations et à exercer un jugement critique.

En première secondaire, l'élève a appris à organiser les données recueillies sous forme de tableaux ou de diagrammes de manière à illustrer les différents aspects qu'il ou elle veut mettre en relief. Tout cela se prolonge en troisième secondaire alors que l'élève doit construire des histogrammes servant à illustrer une distribution de données quantitatives continues. La représentation graphique d'une distribution permet de la décrire sommairement. Pour donner à l'élève d'autres outils d'analyse, on l'initiera à dégager les renseignements fournis par les mesures de tendance centrale et l'étendue d'une distribution.

La statistique constitue un terrain propice à l'étude de situations simples et réelles illustrant le lien entre la mathématique et la réalité. Il faut amener l'élève à réfléchir aux différents aspects d'une situation, à structurer et organiser les données, à poser des hypothèses et à les vérifier. On développera ainsi l'aptitude à la démarche inductive tout en s'assurant d'une participation active des élèves à leur propre apprentissage. L'utilisation d'ordinateurs et de calculatrices permettra d'attirer leur attention sur l'interprétation des mesures plutôt que sur des techniques de calcul.

Objectif terminal 3.1

Résoudre des problèmes issus de situations fournissant une distribution statistique à un caractère

En première secondaire, l'élève a appris à présenter des éléments d'information sur une situation à l'aide de tableaux ou de diagrammes.

L'atteinte de l'objectif 3.1 du présent programme suppose que l'élève puisse utiliser certains outils d'analyse statistique et d'interprétation de données pour résoudre des problèmes. Tout en se familiarisant avec le vocabulaire pertinent, l'élève aura à organiser des données sous forme de tableaux ou d'histogrammes. Il ou elle se servira des mesures de tendance centrale pour analyser ou pour décrire une distribution.

Les objectifs globaux, l'objectif général 3 et les principes directeurs favorisent le recours à des activités basées sur des mises en situation plus globales, permettant d'exploiter les acquis de l'élève et favorisant un échange d'idées constructif. L'élève va ainsi acquérir une attitude propre au statisticien et à la statisticienne : développer un esprit critique, logique et analytique.

3.1

Objectifs intermédiaires

- Organiser des données sous forme de tableau.
- Organiser des données sous forme d'histogramme.
- Calculer la moyenne, la médiane, le mode et l'étendue d'une distribution de données non regroupées en classes.
- Dégager de l'information de nature qualitative concernant une distribution de données à l'aide de la moyenne, de la médiane, du mode ou de l'étendue.
- Décrire une distribution dont la moyenne, la médiane, le mode ou l'étendue sont donnés.

Annexe

Énoncés liés aux thèmes abordés dans le programme *Mathématique 314*

Au cours de ses apprentissages en géométrie, l'élève étudie la relation de Pythagore, les transformations géométriques et les solides. Par ses activités, il ou elle augmente sa compréhension de concepts et perfectionne plusieurs habiletés. L'élève doit aussi connaître les caractéristiques des figures étudiées (définitions), certaines de leurs propriétés et les propriétés des transformations géométriques (liste ci-dessous). Ce sont ces définitions et ces propriétés des figures que l'élève utilisera pour déduire des mesures et justifier une affirmation dans la résolution d'un problème portant sur les solides.

1. Dans un triangle rectangle, le carré de la mesure de l'hypoténuse égale la somme des carrés des mesures des autres côtés.
2. Si un triangle est tel que le carré de la mesure d'un côté soit égal à la somme des carrés des mesures des autres, il est rectangle.
3. Dans tout polyèdre convexe, la somme du nombre de sommets et du nombre de faces est égale au nombre d'arêtes plus deux.
4. Une transformation isométrique, ou homothétique, possède une ou plusieurs des propriétés suivantes :
 - elle permet de conserver la colinéarité;
 - elle permet de conserver le parallélisme;
 - elle permet de conserver l'ordre des points;
 - elle permet de conserver l'orientation du plan;
 - elle permet de conserver les distances et les mesures des angles.
5. Toute translation et toute homothétie transforment une droite en une droite parallèle.

Dans le programme de première et de deuxième secondaire, l'élève a commencé à bâtir graduellement un système axiomatique. Les énoncés ci-dessous doivent être intégrés à ceux de troisième secondaire pour permettre à l'élève de déduire certaines mesures et de justifier certaines étapes dans la résolution de problèmes.

Mathématique 116

1. Des angles adjacents qui ont leurs côtés extérieurs en ligne droite sont supplémentaires.
2. Les angles opposés par le sommet sont congrus.
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 complémentaires.
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.
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.

Mathématique 216

1. Dans un polygone, les diagonales issues d'un sommet divisent ce polygone en autant de triangles qu'il y a de côtés moins deux.
2. La somme des mesures des angles extérieurs d'un polygone convexe est égale à 360° .
3. La somme des mesures des angles intérieurs d'un polygone est égale à autant de fois 180° qu'il a de côtés moins deux.
4. Trois points non alignés déterminent un et un seul cercle.
5. Toutes les médiatrices des cordes d'un cercle se rencontrent au centre du cercle.
6. Tous les diamètres d'un cercle sont congrus.
7. Dans un cercle, la mesure d'un rayon est égale à la demi-mesure du diamètre.
8. Dans un cercle, les axes de symétrie passent par le centre.
9. Dans un cercle, le rapport d'une circonférence au diamètre est une constante que l'on note π .
10. Dans un cercle, l'angle au centre a pour mesure la mesure de l'arc compris entre ses côtés.
11. Dans un cercle, le rapport des mesures de deux angles au centre est égal au rapport des mesures des arcs interceptés entre leurs côtés.

Bibliographie

BARACS, Janos, et Richard PALLASCIO. «Le développement de la perception spatiale», *Bulletin de l'AMQ*, déc. 1981, p. 5-11.

BERGERON, Anne, et Jacques BORDIER. *Enseignement des probabilités et des statistiques au secondaire, PPM 5029*, Télé-université, 1982, 200 p.

BORDIER, Jacques, et autres. *La mathématique et l'activité humaine. Rencontre avec Pascal C.*, Télé-université, 1979, p. 57-75 et 200-238.

CLEMENTS, Douglas H., et Michael T. BATTISTA. «Geometry and Spatial Reasoning», dans Douglas A. Grouws (dir.). *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning, NCTM, Research Interpretation Project*, New York, Macmillan Publishing Company, 1992, p. 420-464.

GAULIN, Claude. «The Need for Emphasizing Various Graphical Representations of 3-dimensional Shapes and Relations», *Proceeding of the 9th PME Conference*, vol. II, Noordwijkerhout, Pays-Bas, 1985, p. 53-71.

GAULIN, Claude, et Eva PUCHALSKA. «Coded Graphical Representations : A Valuable but Neglected Means of Communicating Spatial Information in Geometry. Developments in School Mathematics Education Around the World», *Proceedings of the UCSMP International Conference of Mathematics Education*, Reston, VA., NCTM, 1987, p. 514-539.

JANVIER, Claude. «Le volume comme instrument de conceptualisation de l'espace», *Topologie structurale*, vol. 18, 1992, p. 63-75.

JANVIER, Claude, Catherine GIRARDON et Jean-Charles MORAND. «Mathematical Symbols and Representations», dans P.S. Wilson (dir.). *Research Ideas for the Classroom : High School Mathematics*, New York, Macmillan Publishing, 1993, p. 79-102.

KIERAN, Carolyn. «The Learning and Teaching of School Algebra», dans Douglas A. Grouws (dir.). *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning, NCTM, Research Interpretation Project*, New York, Macmillan Publishing Company, 1992, p. 390-419.

LAQUERRE, Justin, et Alain TAURISSON. *Manipulations géométriques et exemples de démonstrations. Activités géométriques, PMM 5017*, Télé-université, 1978, p. 35-56 et 173-192.

NCTM. *The Development of Spatial Thinking in Schoolchildren*, vol. 3, Soviet Studies in Mathematics Education, 1991, 239 p.

NCTM. «Algebra for the Twenty-first Century», *Proceedings of the August 1992 Conference*, 1992, 111 p.

PALLASCIO, Richard, Richard ALLAIRE et Pierre MONGEAU. «Représentation de l'espace et enseignement de la géométrie», *Topologie structurale*, vol. 19, 1992, p. 71-82.

PAPILLON, Vincent, Dominique DION et Richard PALLASCIO. «Activités d'entraînement à la perception structurale», *Bulletin de l'AMQ*, déc. 1985, p. 30-35.

PAPILLON, Vincent, Dominique DION et Richard PALLASCIO. «Activités d'entraînement à la perception structurale», *Bulletin de l'AMQ*, mars 1986, p. 29-33.

PAPILLON, Vincent, Dominique DION et Richard PALLASCIO. «Activités d'entraînement à la perception structurale», *Bulletin de l'AMQ*, mai 1986, p. 28-32.

WAGNER, Sigrid, et Sheila PARKER. «Advancing Algebra», dans P.S. Wilson (dir.), *Research Ideas for the Classroom : High School Mathematics*, New York, Macmillan Publishing, 1993, p. 119-139.



Gouvernement du Québec
Ministère
de l'Éducation

16-3301-08