UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

ANALYSE DE CONTENU ÉPISTÉMOLOGIQUE DE MANUELS DE MATHÉMATIQUES DESTINÉS AUX ÉLÈVES DU DEUXIÈME CYCLE DU PRIMAIRE

MÉMOIRE
PRÉSENTÉ
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN ÉDUCATION

PAR
ÉMILIE BOSSÉ

JANVIER 2012

REMERCIEMENTS

Au bout de ce parcours, je tiens à remercier ma directrice de recherche Nicole Carignan. Alors que j'étais étudiante au baccalauréat, elle m'a transmis son intérêt marqué pour l'éducation interculturelle. Tout au long de la maîtrise, elle a su prodiguer conseils et encouragements. Par son approche à la fois rigoureuse et chaleureuse, elle m'a aidée à poursuivre ma réflexion et m'a donné une autre vision de l'encadrement. Nos nombreuses rencontres ont été enrichissantes et fort agréables et sans son aide, je n'aurais pu réaliser ce grand projet.

Je voudrais aussi adresser un merci tout spécial à ma mère et à mon père, qui, durant toute ma vie n'ont cessé de m'encourager. Dès l'annonce de mon projet, ils ont manifesté leur enthousiasme et m'ont démontré leur confiance en mes capacités. Ils ont été mes partenaires les plus fidèles, par leur soutien indéfectible au quotidien. Ils n'ont pas ménagé leurs efforts afin de m'aider à corriger le texte ou clarifier une idée. Leur support moral et leur générosité me touchent et m'ont permis de relever ce défi de taille.

Également, je tiens à remercier toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont été témoins du chemin que j'ai eu à parcourir afin de savourer cet accomplissement. Merci à ma collègue Brigitte Villeneuve, avec qui j'ai partagé une classe avec bonheur pendant mes trois années d'étude. Merci à mes précieuses amies qui m'ont soutenue, spécialement à mes compagnes d'étude fidèles : Alexandra Rochon et Ève Massicotte. Merci à Jacinthe Piché qui m'a aidée, même à distance, et avec qui j'ai eu de longues et fructueuses discussions. Merci à Jonathan, mon copain, qui a accepté sans broncher mes retraites à la campagne, mes absences répétées à des soupers, ou autres occasions spéciales et qui m'a offert son soutien inconditionnel durant ce processus. Son support, son écoute et sa présence ont été pour moi une source d'apaisement incomparable.

Finalement, je tiens à remercier mon comité d'évaluation formé de Gérald Boutin et de Louise Julien. Ils m'ont soutenue dans ma démarche et m'ont conseillée, notamment lors de mon Séminaire de projet de recherche.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES

MELS = Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport

MEQ = Ministère de l'Éducation du Québec

EHDAA = Élève handicapé ou en difficulté d'adaptation ou d'apprentissage

UQAM = Université du Québec à Montréal

APC = Approche par compétences

FCSQ = Fédération des commissions scolaires du Québec

DES = Diplôme d'études secondaires

BDSOQ = Banque de données des statistiques officielles sur le Québec

ISGEM = International Study Group on Ethnomathematics

BAMB = Bureau d'approbation du matériel didactique

CERD = Comité d'évaluation des ressources didactiques

CSE = Conseil supérieur de l'Éducation

CSDM = Commission Scolaire de Montréal

RÉSUMÉ

Dans ce mémoire, nous avons analysé l'image des mathématiques proposée dans les manuels scolaires afin d'aider les jeunes à apprendre à mieux négocier dans un monde où les mathématiques sont omniprésentes. Nous avons mis en perspective une problématique qui s'intéresse aux enjeux liés à l'enseignement des mathématiques et au rôle d'autorité du manuel scolaire en classe, notamment dans le contexte de l'école primaire québécoise. Plus particulièrement, notre question de recherche est : D'un point de vue épistémologique, quelle est l'image des mathématiques dans les textes et les illustrations des manuels scolaires destinés aux élèves du deuxième cycle du primaire? Pour y répondre, nous avons établi un cadre de référence proposant les postures épistémologiques empiriste et socioconstructiviste (Fourez, Englebert-Lecomte et Mathy, 1997), et ethnomathématique (Vithal et Skovsmose, 1997; D'Ambrosio, 1999). Ces fondements nous ont permis de définir deux objectifs : identifier et catégoriser l'image des mathématiques véhiculée dans les manuels scolaires au moyen des textes présentant les faits mathématiques et la démarche des mathématiciens et, des illustrations suggérant la provenance des mathématiciens et leurs inventions mathématiques.

Afin de mener à bien notre recherche de type qualitative et exploratoire, nous avons procédé à une analyse de contenu selon le modèle de L'Écuyer (1990) /Rocque (1994). De plus, pour l'analyse des textes et des illustrations, nous nous sommes inspirée respectivement des grilles de Mathy (1997) et de Carignan (1993, 2004). La description et l'analyse des données ont alors fait l'objet d'une étude détaillée, appuyée sur de nombreux exemples tirés du corpus. En conclusion, il ressort de notre mémoire que les manuels présentent les quatre thèmes analysés dans les textes et les illustrations de manière empiriste. Ainsi, dans 85% des cas, les faits mathématiques sont universels, a-sociaux et a-culturels. Dans 81% des cas, la démarche des mathématiciens est solitaire et abstraite. Les manuels illustrent à 93% des mathématiciens hommes, à 60% originaires de l'Europe et de l'Antiquité. Quant aux aux inventions mathématiques, les manuels présentent à 50% des inventions dont l'origine et l'époque ne sont pas mentionnées, comme si ces inventions avaient toujours existées.

Mots-clés : éducation interculturelle, enseignement des mathématiques, enseignants du primaire, ethnomathématique, manuels scolaires.

INTRODUCTION

Considérées comme un bagage incontournable que tout élève se doit d'acquérir avant la fin du secondaire, les mathématiques représentent un axe disciplinaire fondamental de la culture scolaire (Gajardo et Dasen, 2006; Tate et D'Ambrosio, 1997). Mais quel doit être le contenu de cette « culture mathématique » dans le contexte de la diversité ethnoculturelle qui caractérise les classes d'aujourd'hui?

Dans ce projet de recherche, nous visons à analyser l'image des mathématiques véhiculée dans les manuels scolaires du primaire agréés par le Ministère de l'Éducation du Québec (MEQ). Le choix de cet objet d'études s'appuie sur de nombreuses recherches affirmant que le manuel scolaire constitue un moyen d'enseignement privilégié par les enseignants (Apple, 1991 ; Choppin, 1980 ; Johnsen, 1993). Cette analyse, à caractère épistémologique, vise les textes et les illustrations des manuels scolaires retenus.

Dans le premier chapitre de ce mémoire, nous dévoilons l'état de la situation et la problématique de notre recherche. D'abord, nous présentons le contexte qui façonne l'école québécoise (1.1), les défis de l'enseignement des mathématiques (1.2), le rôle d'autorité en classe du manuel scolaire (1.3), la pertinence de notre projet (1.4) et enfin nos questions de recherche (1.5).

Le second chapitre est consacré au cadre de références théorique. Comme nous désirons effectuer une analyse épistémologique de manuels de mathématiques, nous définissons en quoi comporte une telle analyse (2.1). Par la suite, nous faisons une comparaison entre les sciences et les mathématiques, de manière à expliquer comment notre analyse peut s'inspirer d'une recherche initialement menée en didactique des sciences (Mathy, 1997) (2.2). Nous présentons subséquemment les trois postures épistémologiques proposées dans cette étude, soit l'empirisme, le socioconstructivisme et l'ethnomathématique (2.3) qui permettront l'élaboration de notre cadre de références théorique (2.4). Pour terminer, nous dégageons les objectifs qui guideront notre recherche (2.5).

Pour sa part, le troisième chapitre expose les orientations méthodologiques. Nous décrivons d'abord le type de recherche (3.1), la démarche pour la collecte de données (3.2) et le processus de traitement des données (3.3). Enfin nous traiterons des limites de notre recherche (3.4).

Le quatrième chapitre propose la présentation, la synthèse ainsi que l'analyse et l'interprétation des textes du corpus de manuels à l'étude incluant les faits mathématiques (4.1) et la démarche des mathématiciens (4.2).

Enfin, le cinquième chapitre propose la présentation, la synthèse ainsi que l'analyse et l'interprétation des illustrations du corpus de manuels à l'étude incluant les caractéristiques socio-spaciales des mathématiciens (5.1) et les inventions mathématiques (5.2).

Comme nous le verrons, notre étude invite les acteurs scolaires à réfléchir sur les visions du monde transmises dans les cours de mathématiques. La plupart des enseignants sont persuadés de transmettre des savoirs mathématiques idéologiquement neutres à travers leur cours basés, entre autres, sur les manuels scolaires (Fourez, 1992) d'où l'importance de réfléchir aux questions touchant « l'éthique » de l'enseignement des mathématiques.

CHAPITRE I : ÉTAT DE LA SITUATION ET PROBLÉMATIQUE

Ce premier chapitre, qui comprend cinq parties, présente l'état de la situation et la problématique de notre recherche, soit le contexte de l'école québécoise (1.1), les défis de l'enseignement des mathématiques (1.2), le rôle d'autorité en classe du manuel scolaire (1.3), la pertinence de notre projet (1.4) et enfin, les questions soulevées par notre recherche (1.5).

1.1 Contexte de l'école québécoise

Afin de comprendre le contexte de l'école québécoise, nous proposons un bref portrait de l'élève du primaire (1.1.1) et de leurs enseignants (1.1.2).

1.1.1 Élèves du primaire

Pour comprendre le contexte dans lequel évoluent les élèves du primaire au Québec, nous présentons un aperçu des changements sociaux survenus dernièrement, tels l'arrivée des technologies de l'information ou la transformation du modèle familial. De plus, puisque cette recherche s'intéresse à l'éducation interculturelle, nous abordons de manière plus approfondie la question des flux migratoires et de leur impact sur les effectifs scolaires.

Changements sociaux. Les élèves du primaire sont influencés par les nombreux changements de la société québécoise, comme, par exemple, le développement des technologies de l'information et le problème des inégalités économiques (Gervais, 2009). Selon les plus récentes statistiques du Ministère de l'Éducation du Loisir et du Sport (MELS)[1] (2006), pour l'année scolaire 2004-2005, 529 860 élèves fréquentaient l'école primaire sur le territoire québécois. Dans un univers mondialisé,

---

[1] Lors du remaniement ministériel du 18 février 2005, le ministère de l'Éducation du Québec (MEQ) est devenu le ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (MELS).

ces élèves profitent de sources d'information beaucoup plus vastes et plus accessibles qu'auparavant, accompagnées d'une plus grande liberté d'expression (Gervais, 2009; Lavoie, 2006). Ainsi, les enfants sont très stimulés et ont accès à un nombre grandissant de savoirs et de données sur le monde.

En contrepartie, les faits démontrent que les élèves du primaire se retrouvent plus souvent en contact avec des réalités quotidiennes de violence, comme l'intimidation, la drogue, la sexualisation précoce ou le taxage (Lavoie, 2006). La transformation des structures familiales, le pluralisme culturel et l'appauvrissement des familles se répercutent aussi sur la population scolaire (Tardif et Lessard, 2004). Au cours des dernières décennies, la démocratisation de l'enseignement et l'intégration des élèves handicapés ou en difficulté d'adaptation ou d'apprentissage (EHDAA) ont aussi changé le portrait de la population scolaire (Gervais, 2009 ; Lavoie, 2006). Tous ces éléments expliquent, entre autres, le constat d'une population scolaire québécoise de plus en plus caractérisée par une hétérogénéité sociale, familiale et culturelle (Tardif et Lessard, 2004). Ce dernier point nous amène à aborder la question des flux migratoires et de leur impact sur les effectifs scolaires de manière plus approfondie.

Flux migratoire et effectifs scolaires. Un élève issu de l'immigration est « un élève qui est né à l'extérieur du Canada (première génération) ou qui est né au Canada (deuxième génération), dont l'un des parents est né à l'extérieur du Canada ou qui n'a comme langue maternelle ni le français ni l'anglais ». (MELS, 2006, p.26) Entre les années 1994 à 2004, la proportion d'élèves issus de l'immigration a augmenté considérablement et ce, peu importe l'ordre d'enseignement. En effet, leur nombre est passé de 158 210 en 1994-1995 à 201 314 en 2003-2004 (MELS, 2006). Désormais, sur l'île de Montréal, près de 50 % des élèves sont issus de l'immigration récente (première et deuxième génération) (MELS, 2006).

Dû aux politiques d'immigration et aux contextes politique et économique, l'origine géographique des immigrants se diversifie de plus en plus (Benes et Dyotte, 2005). Dans les classes, cela se traduit par une variété grandissante de la langue et de la culture d'origine des élèves. Face à la diversité ethnoculturelle, il est important que l'école se soucie d'éducation interculturelle, car elle est le lieu où se croisent différentes cultures, langues et valeurs (Benes et Dyotte, 2005). L'éducation interculturelle défend un enseignement qui cultive, entre autres, les capacités intellectuelles des élèves provenant des groupes socioculturellement marginalisés (Tate et D'Ambrosio, 1997). Dans la prochaine section, nous présentons un portrait des enseignants[2] du primaire du Québec.

1.1.2 Enseignants du primaire

Afin de saisir les défis qui incombent aux enseignants du primaire, nous décrirons les caractéristiques du corps enseignant, l'impact d'un nouveau programme sur les pratiques enseignantes, la place de l'éducation interculturelle ainsi que la formation à l'enseignement « interculturelle ».

Un corps enseignant féminin. Depuis son apparition dans les années 1960, l'ordre d'enseignement primaire est un univers majoritairement féminin, avec, encore aujourd'hui, une proportion d'hommes de 14,7 % de l'effectif contre 85,3 % de femmes (Fédération des commissions scolaires du Québec (FCSQ), 2004). Alors que la composition des élèves dans les classes se diversifie, le corps enseignant québécois pour le primaire est quasi monogenre et monoculturel (Gervais, 2009).

Impact d'un nouveau programme. Un autre fait à noter est qu'au Québec, les écoles primaires sont toutes régies par le Programme de formation de l'école québécoise

---

[2] Dans ce mémoire, le masculin est utilisé sans discrimination, dans le seul but d'alléger le texte.

(2001) établi par le MEQ. Avec l'implantation de la dernière réforme, en septembre 2000, un programme reposant sur l'approche par compétences (APC) combinée à des notions de constructivisme et de socioconstructivisme a été privilégié (Boutin, 2001; Lavoie, 2006). L'adoption de ces nouvelles idéologies a eu un impact sur la tâche de l'enseignant, créant un sentiment d'impuissance (Bélanger, 2008). Cela découle, entre autres, du fait que les enseignants doivent changer la représentation qu'ils ont de leur tâche (Gervais, 2009). Leur rôle est appelé à devenir un rôle de gestionnaire de l'apprentissage plutôt que de dépositaire du savoir (Conseil supérieur de l'éducation (CSE), 1995).

Éducation interculturelle. Les enseignants ont aussi un rôle à jouer auprès d'une population d'élèves pluriculturelle. Au Québec, déjà en 1973, les autorités scolaires étaient préoccupées par le manque d'outils et de formation des enseignants pour s'adresser à un tel public (Benes et Dyotte, 2005). Suite à la prise de conscience de cette situation insatisfaisante, le MEQ a publié et distribué périodiquement des trousses pédagogiques pour aider les enseignants à développer des compétences de communication interculturelles (Laguerre, 2000). Cependant, ces documents sont généralement adressés aux enseignants des milieux d'accueil et sont presque uniquement distribués dans les zones urbaines (Benes et Dyotte, 2005). Ainsi, le personnel enseignant œuvrant en classe régulière ou en région n'a pas facilement accès à ces outils. Qu'en est-il de la formation « interculturelle » des futurs enseignants? Seront-ils mieux outillés que leurs consœurs et confrères en termes de sensibilisation à la diversité ethnoculturelle?

Formation à l'enseignement « interculturelle ». Si nous regardons les curriculums officiels des principales universités québécoises, nous observons qu'au mieux un cours d'éducation interculturelle est offert dans le cadre du baccalauréat en enseignement préscolaire et enseignement primaire. Cela est le cas pour l'Université du Québec à Montréal (UQAM), qui forme 25 % des enseignants du Québec et 60 %

des enseignants de l'île de Montréal (UQAM, 2010), et pour l'Université McGill. Aux Universités de Sherbrooke et de Montréal, nous remarquons que le cours d'éducation interculturelle est optionnel, alors qu'à l'Université Laval, ce cours est tout simplement inexistant.

Ainsi, les enseignants sur le terrain sont peu outillés pour faire face à la réalité pluriculturelle de l'école québécoise. Cette tendance risque de se maintenir puisque l'éducation interculturelle n'est pas une priorité dans la formation universitaire des maîtres. Dans cette nouvelle configuration culturelle, quelles mathématiques les écoles doivent-elles enseigner ? Voilà l'un des thèmes que nous aborderons dans la prochaine section.

1.2 Mathématiques à l'école

Dans cette section, nous présentons le programme de formation et d'enseignement des mathématiques au primaire (1.2.1), la grille matières du primaire (1.2.2) et l'état de la situation dans l'enseignement des mathématiques (1.2.3).

1.2.1 Programme de formation et d'enseignement des mathématiques au primaire

Dans le programme de formation de l'école québécoise (2001), l'enseignement des mathématiques est structuré autour de trois compétences disciplinaires : 1) résoudre des situations problèmes, 2) raisonner à l'aide de concepts et de processus mathématiques et 3) communiquer à l'aide du langage mathématique. Les trois compétences du programme sont interreliées et se développent en relation étroite avec l'acquisition de savoirs relatifs à l'arithmétique, la géométrie, la mesure, la probabilité et la statistique (MEQ, 2001).

Sur un autre plan, le programme prévoit l'introduction d'une dimension historique dans l'enseignement des mathématiques. Selon les auteurs du programme (2001), l'histoire constitue une excellente façon de rehausser le niveau culturel dans l'enseignement. En plus de diffuser les lignes directrices pour l'enseignement, le MELS a le mandat de déterminer le temps consacré à l'enseignement de chaque matière scolaire. Voyons la place qui est accordée aux mathématiques à chacun des cycles du primaire.

1.2.2 Grille matières

Au Québec, le calendrier scolaire de l'enseignement primaire comprend 180 jours et une semaine régulière comprend un minimum de 25 heures consacrées aux services éducatifs (Québec, 2010). La répartition des heures d'enseignement hebdomadaire selon les matières est présentée au tableau 1.1. Ainsi, l'élève passera sept heures par semaine à travailler les mathématiques au premier cycle et cinq heures par semaine aux deuxième et troisième cycles.

Tableau 1.1 Répartition des matières à l'enseignement primaire (Québec, 2010)

Enseignement primaire			
1er cycle (1re et 2e années)		**2e et 3e cycles** (3e, 4e, 5e et 6e années)	
Matières obligatoires	Temps	Matières obligatoires	Temps
Langue d'enseignement	9h	Langue d'enseignement	7h
Mathématiques	7h	Mathématiques	5h
Éducation physique et à la santé	2h	Éducation physique et à la santé	2h
Total du temps prescrit	**18h**	**Total du temps prescrit**	**14h**
Langue seconde (français ou anglais)		Langue seconde (français ou anglais)	
Arts, 2 des 4 disciplines suivantes: Art dramatique, Arts plastiques, Musique, Danse		Arts: 2 des 4 disciplines prévues au 1er cycle, dont l'une enseignée à ce cycle	
Éthique et culture religieuse		Éthique et culture religieuse	
		Géographie, histoire, éducation à la citoyenneté	
		Science et technologie	
Temps non réparti	**7h**	**Temps non réparti**	**11h**

À tous les cycles du primaire, les mathématiques sont la deuxième matière en importance, tout de suite après la langue d'enseignement (tableau 1.1). Concrètement, cela représente au minimum une période d'enseignement des mathématiques chaque jour. Selon Gasquet (1997), l'importance prise par les mathématiques dans les programmes date de la fin des années 1960. À cette époque, le système scolaire, soucieux de démocratiser l'accès aux savoirs transmis par l'école, remplace le latin par les mathématiques. Trop lié au niveau socioculturel des familles, le latin apparaissait comme une matière trop élitiste. En contraste, les mathématiques étaient perçues comme une discipline moins perméable aux différentes classes sociales et culturelles. Depuis ce temps, les mathématiques se sont forgées une réputation d'apprentissage « essentiel » (MEQ, 2001) et la place prépondérante qu'elles occupent tout au long du primaire n'est plus remise en question (D'Ambrosio, 2001). Dans la prochaine section, nous mettrons en lumière le taux d'échec préoccupant dans cette discipline au Québec, les enjeux de l'enseignement des mathématiques en milieux multiculturels et la confusion dans la conception des mathématiques du MELS.

1.2.3 Enseignement des mathématiques requestionné

Selon Sfard (2001), l'omniprésente et parfois insurmontable difficulté éprouvée par ceux qui apprennent les mathématiques, est un fait incontestable et déroutant. En effet, le faible taux de réussite en mathématiques et les défis de l'enseignement de cette discipline sont des réalités.

Un taux de réussite préoccupant. Au Québec, entre 2006 et 2007, la proportion d'élèves de la cinquième secondaire ayant réussi le cours de mathématiques 514 était de 69,2 % (Banque de données des statistiques officielles sur le Québec (BDSOQ), 2009). Ce cours, obligatoire pour l'obtention du diplôme d'études secondaires (DES), représente le niveau de base simplifié de l'enseignement des mathématiques. Ce résultat est faible si nous le comparons aux taux de passation d'autres matières obligatoires à la même période, telles que le français (langue d'enseignement) ou l'histoire du Québec et du Canada, qui étaient respectivement de 78 % et 83 % (BDSOQ, 2009).

Subséquemment, les mathématiques seraient perçues comme une matière difficile et inaccessible (Traoré, 2006). En didactique des mathématiques, plusieurs recherches ont porté sur un sentiment d'anxiété relié à l'enseignement de cette matière (Blouin, 1985; Tobias, 1985). Par ailleurs, dans ses recherches, Bishop (1991) constate que les élèves admettent que les mathématiques sont indispensables, mais qu'une majorité d'entre eux rejettent et détestent cette discipline. Ceci amène le chercheur à conclure que les systèmes éducatifs ont créé un besoin en mathématiques, mais qu'ils n'arrivent pas à le combler par un enseignement adéquat (Bishop, 1991; Traoré, 2006). Gerdes (1995) constate que les mathématiques sont rarement liées en classe aux activités de la vie de tous les jours, ce qui donne l'impression aux jeunes qu'elles ne servent qu'à la sélection de l'élite sociale.

L'enseignement des mathématiques en contexte scolaire multiculturel. Avec le désir du MELS de favoriser l'intégration de *tous* les élèves (Gervais, 2009), les enjeux reliés à l'enseignement des mathématiques en contexte scolaire multiculturel sont réels. En effet, il y aurait un constat d'éloignement entre les mathématiques enseignées à l'école et la réalité sociale des élèves, surtout en milieu multiethnique (Mc Andrew et Gagnon, 2000; D'Ambrosio, 2001; Traoré, 2006). Sur le terrain, Carignan, Feza et Pourdavood (2008) ont mené, parallèlement aux États-Unis et en Afrique du Sud, une étude auprès d'enseignants du primaire. Ces derniers reconnaissent qu'il faut que l'école déploie tous les efforts nécessaires pour « valoriser la diversité ethnoculturelle et le bagage socioculturel des élèves ayant été traditionnellement marginalisés, tant dans les contenus de savoirs en mathématiques que dans les interactions en classe ». (p. 136) Selon Mc Andrew et Gagnon (2000), un vecteur social efficace pour opérer un tel changement, est le manuel scolaire. Comme le contenu des livres scolaires doit suivre les orientations du programme officiel, voyons plus en détail ce qu'il en est.

Clarification de la définition des mathématiques du programme du MELS. Dans le programme de formation de l'école québécoise (2001), la définition des mathématiques qui est proposée, véhicule surtout des valeurs d'ordre intellectuel comme l'abstraction et la rationalité (Bélanger, 2008).

> La pratique des mathématiques fait appel à l'abstraction. Bien que leur enseignement gagne toujours à prendre appui sur des situations et des objets concrets, il doit néanmoins se donner comme objectif de traiter dans l'abstrait des relations entre les objets ou entre les éléments d'une situation (p. 124).

À cela s'ajoute une certaine portée culturelle, à laquelle des valeurs comme le patrimoine culturel, l'évolution, le sens et la création sont associées (Bélanger, 2008).

> [...] l'introduction d'une dimension historique dans l'enseignement des mathématiques constitue une excellente façon d'en rehausser le niveau culturel. C'est l'occasion pour les élèves de percevoir l'évolution, le sens et l'utilité de cette discipline et de découvrir que cette évolution et la création de certains instruments tels que la règle, le boulier, le rapporteur, la calculatrice sont directement ou indirectement liées à des besoins pratiques apparus dans les sociétés (p.125).

Dans ces extraits du programme, on y valorise une méthodologie logico-déductive, tout en reconnaissant un lien entre les mathématiques et la vie quotidienne. On mentionne la portée culturelle des mathématiques, leur rôle comme agent intégrateur et la pertinence d'introduire une dimension historique dans leur enseignement. Cependant, il semble y avoir une certaine confusion, car, comme nous le verrons plus loin, le programme associe une vision empiriste des mathématiques à des visions socioconstructiviste et ethnomathématique, alors que ces conceptions sont en rupture épistémologique[3]. De l'avis de Fourez, Englebert-Lecomte et Mathy (1997), ces notions appartiennent à des paradigmes différents et il est difficile de les utiliser sans tenir compte de leurs caractéristiques particulières. Peut-on arriver à une synthèse entre ces différents courants? Peut-être, mais cela demande de clarifier la façon de le faire. Pour l'instant, l'aspect logico-mathématique prédomine dans les orientations du programme scolaire québécois (Bélanger, 2008). La définition des mathématiques proposée dans le programme officiel (2001) nous amène maintenant à aborder l'objet d'étude de notre recherche : le manuel scolaire.

1.3 Manuel scolaire

Malgré l'explosion des supports à l'apprentissage dans les écoles (tableau interactif, laboratoires informatiques, matériel de manipulation, etc.), le manuel scolaire reste très répandu et efficace (Gerard et Roegiers, 2003). Par manuel scolaire, nous entendons ici « tout livre ou tout cahier d'exercices servant à comprendre et à mémoriser les connaissances telles qu'explicitées dans les programmes rédigés par les autorités compétentes et destinés aux élèves des différents niveaux préuniversitaires ». (Aubin, 2006)

Historiquement, plusieurs facteurs ont été déterminants et ont contribué à façonner le marché du livre scolaire québécois. Suite à la parution du rapport Parent en 1964, trois mesures et réformes viendront particulièrement stimuler le marché du livre scolaire : 1) la prolongation de la scolarisation obligatoire; 2) la démocratisation de l'enseignement; et 3) la multiplication des programmes et des cours (Doré, 2006). En contrepartie, certaines forces viendront freiner le développement de ce marché au cours des années qui suivront, comme les critiques dirigées vers le manuel traditionnel, les coûts élevés de la production et les réformes pédagogiques

[3] La notion de rupture épistémologique tend à fonder la distinction entre le discours de la vie quotidienne et le discours scientifique (Fourez, 1992, pp.29-30).

successives rendant rapidement caduc le matériel didactique (Aubin, 2006). Dans l'énoncé de politique éducative de 1997 du Gouvernement du Québec, qui a précédé la réforme scolaire de 2001, le MEQ réaffirme sa position de 1979, confirmant que le manuel scolaire sert toujours d'outil pédagogique pour les enfants, de lien avec les contenus enseignés pour les parents et d'instrument de référence pour les enseignants (Spallanzani, Biron, Larose, Lebrun, Lenoir, Masselter et Roy, 2001). Aujourd'hui, à l'échelle mondiale, le marché du manuel scolaire absorberait non loin de 85 % des dépenses de matériel pédagogique (Blumberg, 2008). Cet outil didactique remplit des fonctions pratique, idéologique et curriculaire (Spallanzani et *coll*, 2001).

La fonction pratique du manuel scolaire. Traditionnellement, le manuel sert à transmettre des connaissances et à constituer un réservoir d'exercices (Gerard et Roegiers, 2003). Selon plusieurs auteurs (Gerard et Roegiers, 2003; Johnsen, 1993; Lenoir, Rey, Roy et Lebrun (dir.), 2001; Spallanzani *et coll.*, 2001; Tessa, 2005), le manuel scolaire est un outil qui influence les pratiques enseignantes au primaire parce qu'il occupe une part importante du temps d'enseignement et qu'il est au centre de plusieurs interventions des enseignants. Au Québec, Lenoir, Spellanzani, Lebrun, Biron, Roy, Larose et Masselter (2001) ont mené une série de recherches qui ont révélé que le manuel scolaire est l'outil didactique le plus utilisé en classe. Tant en français qu'en mathématiques ou en sciences humaines, les enseignants s'y réfèrent pour la planification d'activités et d'interactions avec les élèves (Morin, 2005). De plus, Lenoir *et coll.* (2001) soulignent que « les enseignants ont tendance à reconnaître les contenus des manuels scolaires comme vrais et objectifs ». (p.97)

La fonction idéologique du manuel scolaire. Les recherches ont démontré que l'idéologie et les valeurs sociales teintent le travail des auteurs de manuels scolaires. Selon Chervel (1988), Mc Andrew et Conseil des communautés culturelles et de l'immigration du Québec (1987) et Young (1971), le vocabulaire employé par les auteurs, les illustrations appuyant leurs propos, la valorisation ou l'omission de certains groupes sociaux sont tant de choix, conscients ou non, reflétant des valeurs et conceptions idéologiques (MEQ, 1992). Ce procédé est si important, que deux agences gouvernementales[4] sont chargées de vérifier et approuver les contenus, tant pédagogiques qu'idéologiques, des manuels scolaires. Ainsi, pour reprendre les propos de Mc Andrew (1986), « la façon dont les manuels traitent de divers sujets reflète des conceptions largement répandues dans la société, en plus de former les perceptions et les mentalités des futurs citoyens ». (p.27) Cela permet de dire que le programme prescrit par le ministère est transitoire et que la sélection des savoirs inclus ou passés sous silence dans les manuels scolaires est influencée par l'idéologie et les valeurs préconisées à ce moment dans le temps (Lebrun, 2007).

La fonction curriculaire du manuel scolaire. Les manuels scolaires sont devenus des alliés incontestables de l'enseignant québécois, allant même jusqu'à le substituer au programme prescrit dans leur pratique (Spallanzani *et coll.*, 2001). Martineau et Soulière (1991) abondent dans le même sens, en affirmant qu'en enseignement des sciences humaines, les enseignants du primaire confondent programme et manuel. Cet exemple vient appuyer les conclusions du CSE (1988) qui stipulent que « les textes des programmes sont parfois mis de côté par les enseignants au seul profit des manuels scolaires ». (p.19)

Ainsi, nous remarquons que le manuel est un objet d'étude pertinent. Il est une source de renseignements sur des phénomènes liés à l'éducation que l'on ne peut pas étudier autrement. Allant parfois jusqu'à se substituer au programme scolaire du MELS, le manuel est un maillon indispensable du processus de transposition didactique, en plus

---

[4] Au Québec, l'approbation des manuels scolaires se fait par le Bureau d'approbation du matériel didactique (BAMP) à partir de critères élaborés par le Comité d'évaluation des ressources didactiques (CERD).

d'être un vecteur social et idéologique. Dans les prochains paragraphes, nous dégagerons la pertinence de notre projet de recherche.

1.4 Pertinence de la recherche

Nous établissons la pertinence de notre recherche selon trois enjeux : scientifique, pédagogique et social.

Enjeu scientifique. Premièrement, sur le plan scientifique, notre revue de la littérature a dévoilé que peu de recherches au Québec portent sur l'image des mathématiques véhiculée au primaire ou sur le discours épistémologique présent dans les manuels scolaires approuvés. Parmi les travaux qui font référence à l'un ou l'autre de ces deux aspects, Lemoyne (1996), Bednarz (2002, 2007) et Lavoie (2004) se sont penchés sur l'évolution de l'enseignement des mathématiques au Québec dans une perspective historique, ainsi que sur les ancrages de la didactique des mathématiques au Québec. Noël et Mura (1999) ont, quant à elles, étudié la perception que des futurs maîtres du primaire et du secondaire ont des mathématiques. Dans la même lignée, Pallascio (2002) a abordé l'intervention d'enseignants de mathématiques sur le plan épistémologique.

En ce qui a trait aux recherches abordant spécifiquement le manuel scolaire de mathématiques, nous recensons les travaux de Ducharme-Rivard (2007) portant un regard historique sur les manuels d'arithmétique au secondaire et ceux de Lafortune et Massé (2006) abordant la confection et la rédaction de manuels de mathématiques. Ainsi, bien que le manuel scolaire soit considéré comme un acteur important dans la situation éducative au primaire, peu de recherches québécoises en didactique des mathématiques ne le mettent en scène. Afin de répondre à ce besoin, notre étude vise le développement d'assises théoriques relativement à l'image des mathématiques proposée dans les manuels scolaires de mathématiques du primaire.

Enjeu pédagogique. En second lieu, les enjeux d'ordre pédagogique s'avèrent tout particulièrement importants. Il est généralement reconnu que les cours de religion ou de morale transmettent aux élèves des valeurs et des visions du monde particulières (Mathy, 1997). Beaucoup admettent volontiers qu'il en va de même pour les cours de français, d'histoire ou de géographie (El-Hélou, 2006; Laville, 1993; Martineau et Soulière, 1991; Mc Andrew, 1986; Racine, 2001; Vincent, 1978). Cependant, il semble plus difficile de justifier un débat éthique sur la manière dont on enseigne les mathématiques (Fourez, 1992; Mathy, 1997). En classe, on s'entend généralement pour considérer les mathématiques comme un langage universel et neutre sur le plan idéologique, composé de faits et de théorèmes objectifs et incontestables (Mathy, 1997). Pourtant, de manière intentionnelle ou non, les cours de mathématiques transmettent aux élèves de multiples représentations, à propos, entres autres, des mathématiciens, du statut des discours mathématiques par rapport à d'autres discours ou des relations mathématiques-sociétés (Barton, 1996 ; Bishop, 1991 ; Mathy, 1997 ; Traoré, 2006).

Ainsi, une de nos préoccupations est de reconnaitre qu'il n'existe pas d'enseignement idéologiquement neutre puisque les manuels scolaires véhiculent des valeurs et des idéologies. Les cours de mathématiques n'y échappent pas. Ces éléments, combinés au fait que les cours de mathématiques représentent une charge horaire importante du cours primaire, rendent cette recherche pertinente sur le plan pédagogique.

Enjeu social. En troisième lieu, sur le plan social, nous croyons que notre projet de mémoire peut encourager le vivre-ensemble harmonieux chez les élèves et aider à développer leur jugement critique, tout comme le prévoit le Programme de formation de l'école québécoise du primaire (2001). Cette recherche pourra aider les enseignants à clarifier les conceptions implicites qu'ils transmettent dans leurs cours, et l'effet de ces conceptions sur la mentalité et la réussite des élèves. De plus, questionner l'épistémologie des manuels scolaires est un pas vers le développement d'une vision critique de l'activité mathématique dans ses rapports avec le reste de la société, allant de pair avec les enjeux associés à l'éducation interculturelle.

1.5 Questions de recherche

Notre problématique, qui fait état de l'enseignement des mathématiques et du rôle d'autorité des manuels scolaires, nous amène à poser la question de recherche suivante :

> D'un point de vue épistémologique, quelle est l'image des mathématiques véhiculée dans les manuels scolaires destinés aux élèves du deuxième cycle du primaire et agréés dans le cadre du programme de formation de l'école québécoise (2001)?

Cette question centrale, qui guidera notre mémoire, se décline en deux questions sous-jacentes :

- Comment les **textes** proposés dans les manuels scolaires de mathématiques du deuxième cycle du primaire présentent-ils, selon les postures empiriste, socioconstructiviste ou ethnomathématique,

. **les faits mathématiques**?

. **la démarche des mathématiciens?**

- Comment les **illustrations** proposées dans ces manuels présentent-elles en termes de dimension spatiale (régions du globe) et de dimension temporelle (époques)

. **la provenance des mathématiciens?**

. **les inventions mathématiques?**

Afin de répondre à ces questions, nous présentons, dans le chapitre suivant, notre cadre de références théorique.

En résumé, l'état de la situation et la problématique ont servi à mettre en perspective les changements sociaux qui ont contribué à façonner le contexte de l'école québécoise, de plus en plus caractérisée par la diversité ethnoculturelle. Ce chapitre a aussi porté un regard sur les mathématiques à l'école et sur le manuel scolaire. La prise en compte de ces éléments a permis d'établir la pertinence de notre démarche ainsi que les questions de recherche. Sorte d'état des lieux, la proposition de problématique ouvre la voie aux cadres de références théorique et méthodologique.

CHAPITRE II : CADRE DE RÉFÉRENCES THÉORIQUE

Alors que dans le premier chapitre nous avons présenté la problématique, le deuxième, qui comprend cinq parties, sera consacré au cadre de références théorique. Dans la première partie, nous décrivons l'analyse épistémologique de manuels de mathématiques (2.1). Puis, nous faisons un parallèle entre sciences et mathématiques de manière à expliquer comment notre analyse peut s'inspirer d'une recherche initialement menée en didactique des sciences par Mathy (1997) (2.2). Dans la troisième partie, nous présentons les trois postures épistémologiques à l'étude : empiriste, socioconstructiviste et ethnomathématique (2.3). En quatrième lieu, nous dévoilons le modèle que nous avons développé pour servir de cadre de références (2.4). Finalement, nous dégageons les objectifs qui guideront notre recherche (2.5).

2.1 Analyse épistémologique

L'épistémologie est la discipline qui étudie la manière dont les savoirs se construisent (Fourez *et coll.*, 1997). Étymologiquement, épistémologie signifie discours (logos) sur la science (epistèmè) (Legendre, 2005). Selon Fourez (1997), Mathy (1997) et D'Ambrosio (2001), enseigner, ce n'est pas seulement transmettre des savoirs et aider les élèves à les assimiler : un enseignant a aussi la responsabilité d'expliquer ce que sont ces savoirs, comment on les établit, ou comment on les rejette du curriculum.

Comme nous l'avons vu précédemment, les manuels scolaires suggèrent une vision pédagogique et didactique particulière en regard d'un domaine d'apprentissage (Mc Andrew, 1987). Ils véhiculent également certains types de rapports aux savoirs, auxquels se rattachent différentes postures épistémologiques (Jonnaert, Therriault et

Harvey, 2007). À l'évidence, on ne peut définir ici la multitude des postures[5] épistémologiques qui existent dans la littérature sur la nature des mathématiques. Notre analyse s'effectue à partir de trois postures distinctes, soit l'empirisme, le socioconstructivisme et l'ethnomathématique. En examinant le discours épistémologique de manuels de mathématiques, nous soulevons les interrogations suivantes : Qu'est-ce que le savoir ? Est-ce un donné préexistant (posture empiriste), une construction humaine et sociale (socioconstructivisme) ou plutôt un processus culturel lié à un besoin ou une activité du quotidien (ethnomathématique)?

Tant sur le fond que sur la forme, notre recherche s'apparente au travail de Mathy (1997), qui s'est intéressé à l'orientation épistémologique de manuels de sciences en Belgique. Ses travaux ont démontré que les manuels scolaires belges ont une façon empiriste de parler des sciences « comme si elles venaient de nulle part et échappaient aux idées ambiantes ». (Mathy, 1997, p.27) Au Québec, après avoir soumis un manuel de sciences au même exercice, Morin (2005) est arrivé au même constat. Puisque notre analyse s'inspire d'une recherche initialement menée en didactique des sciences, dans la prochaine section, nous proposons de comparer des contenus en sciences et en mathématiques.

2.2 Comparaison entre les mathématiques et les sciences

Les ressemblances entre les mathématiques et les sciences semblent être plus nombreuses que leurs différences (Sfard, 2001). Tout comme les physiciens ou les biologistes, les mathématiciens réfèrent à un univers particulier, gouverné par des lois

---

[5] Le vocabulaire disponible pour désigner ce que les chercheurs pensent ou expriment au sujet des mathématiques est riche et nuancé (philosophie, conception, images, idées, etc.) (Noel et Mura, 1999). Nous privilégions le terme « posture » parce qu'il convient bien à des « conceptions » composées d'ensemble d'idées, tant philosophiques qu'épistémologiques, sur la nature des mathématiques.

bien définies. Ces deux domaines sont appelés à travailler avec des objets d'études souvent inaccessibles pour nos sens et ne pouvant être vus et compris « que par les yeux de l'esprit ». (Sfard, 2001, p.10) Cela a un écho dans l'enseignement de ces deux matières. En fait, lorsqu'un enseignant de mathématiques dessine une fonction au tableau, ou lorsqu'un enseignant de sciences réfère à un symbole scientifique, le signe en question est une représentation d'entités abstraites.

Selon Fourez (1992), les liens entre les sciences et les mathématiques n'ont cessé de se resserrer avec le temps. La majorité des objets techniques que nous utilisons, même les plus usuels, exigent l'application de principes qui relèvent de la logique mathématique et sont le fruit de nombreuses recherches scientifiques (MEQ, 2001). Ces liens intrinsèques ont même influencé les auteurs du programme de formation de l'école québécoise (2001), qui ont jugé bon de combiner ces deux disciplines scolaires en créant le domaine de *la mathématique, de la science et de la technologie*. Dans la prochaine section, nous présentons les postures empiriste, socioconstructiviste et ethnomathématique l'égard des mathématiques qui sont au cœur de notre recherche.

2.3 Trois postures épistémologiques à l'égard des mathématiques

Depuis longtemps, la réflexion sur la nature des connaissances mathématiques occupe une place importante dans les travaux des philosophes et historiens (Traoré, 2006).

> Si nous définissons l'activité mathématique comme reconnaissable à la préoccupation de résoudre un certain type de problèmes arithmétique ou géométrique, nous trouverons des mathématiques chez les Égyptiens, les Babyloniens, les Mayas, les Chinois, pour ne citer que les représentants des grandes civilisations. En revanche, si nous nous attachons au caractère démonstratif et rigoureux des mathématiques, nous aurons tendance à situer leur origine essentiellement dans les mathématiques grecques (Charnay, 1995).

Dans cette lignée, plusieurs recherches ont porté sur les différentes conceptions des mathématiques (Noël et Mura, 1999). Nous avons choisi de nous appuyer sur le travail de Fourez, *et coll.* (1997) pour définir l'empirisme et le socioconstructivisme. Pour ce qui est de la perspective ethnomathématique, nous utiliserons la description donnée par Vithal et Skovsmose (1997) et D'Ambrosio (1999).

2.3.1 Empirisme

L'empirisme représente un courant important de l'histoire (Fourez *et coll.*, 1997). Selon cette philosophie, les scientifiques, incluant les mathématiciens, découvrent des lois, des théories ou des modèles qui ne sont pas influencés par le contexte ou les besoins qui ont mené à leur découverte. En d'autres termes, les mathématiques ne seraient que le reflet du monde en soi, leur garantissant une certaine rationalité. Selon Fourez *et coll.* (1997), trois caractéristiques sont propres à cette vision empiriste : une idéologie de l'immédiateté, une idéologie de l'universalité neutre ainsi qu'une idéologie de la vérité, reflet du monde réel tel qu'il est.

Idéologie de l'immédiateté. Ceci est la croyance en la possibilité « d'un contact direct avec *le réel*, sans qu'aucune interprétation ne soit faite ». (p.10) Comme le soulignent Fourez *et coll.*, il s'agit d'« une croyance en une immédiateté de la perception sensorielle qui serait la seule base légitime des constructions théoriques ». (p.10) Selon cette perspective, les travaux des mathématiciens grecs sont valorisés, puisqu'ils emploient une méthodologie logico-déductive.

Idéologie de l'universalité neutre. La deuxième de ces caractéristiques « repose sur la croyance en une science objective et neutre, qui, quand elle est pratiquée correctement, serait universelle et indépendante de tout point de vue particulier ». (Fourez *et coll.*,1997, p.10) Ainsi, un être intelligent et rationnel pourrait, peu importe sa condition sociale ou culturelle, découvrir les lois ou modèles mathématiques. Dans cette perspective, l'objectivité scientifique constitue un idéal qui serait plus facilement accessible aux sciences dites « pures » et « conduit à croire qu'on devrait se dégager le plus possible de tout type de subjectivité ». (Fourez *et coll.*, 1997, p.11) Cette idéologie de l'universalité neutre rend assez rigide la distinction entre ce qui est « mathématique » et ce qui ne l'est pas, en supposant que les mathématiques dites « pures » arrivent à lire « LA » réalité, ce que ne permettent pas les sciences sociales ou les sciences humaines.

Idéologie de la vérité, reflet du monde réel, tel qu'il est. La dernière caractéristique de l'empirisme énoncée par Fourez *et coll.* concerne le sens que l'on accorde à la vérité. Selon cette conception, l'humain découvre les mathématiques qui sont préexistantes dans la nature, évoluant en dehors de toute culture (Traoré, 2006). Dans cette perspective, la vérité est envisagée sous un mode essentialiste, comme correspondant à l'essence du monde : elle existe en soi et peut être « découverte ».

En définitive, l'empirisme, selon Fourez *et coll.*, est « caractérisé par la croyance en la possibilité d'un contact direct avec le réel, en une science objective, neutre, universelle et indépendante de tout point de vue ». (Morin, 2005, p.28) Le but des mathématiques serait alors de découvrir la vérité et, ainsi, de « dire le monde tel qu'il est. » (Fourez *et coll.*, 1997, p.11) Selon cette logique, une leçon s'adressant à des élèves indiens, chinois ou français aurait exactement le même contenu.

2.3.2 Socioconstructivisme

Le constructivisme est un courant qui remonte au début du XX^{e} siècle et qui « s'appuie sur le principe qu'il n'existe pas de réalité autre que celle que nous construisons à partir de nos représentations ». (Boutin, 2001, p.3) Ce courant soutient que le savoir est une construction de l'être humain, en vue de s'adapter et de s'organiser face à son monde (Boutin, 2001). Le constructivisme[6] est issu notamment des travaux du psychologue suisse Piaget (1896-1980) et du psychologue russe Vygotski (1896-1934). Pour désigner l'héritage de ce dernier, on parle aussi de « socioconstructivisme », puisqu'il ajoute une dimension sociale et interpersonnelle à la conception d'apprentissage (Vygotsky, 1978). Il existe deux portées au mot socioconstructivisme, l'une est pédagogique et l'autre est épistémologique. Dans le cadre de notre recherche, nous nous concentrons sur le volet épistémologique tel que décrit par Fourez *et coll.* (1997). Cependant, nous trouvons important de rappeler les retombées concrètes du socioconstructivisme en classe, puisque ce courant est toujours d'actualité dans le monde de l'éducation.

Socioconstructivisme en pédagogie. Apposé au monde de l'éducation, le socioconstructivisme suppose que l'élève doit être encouragé à apprendre par lui-même. Techniquement, à l'aide d'une démarche hypothético-déductive, l'enfant passe par un processus de construction des savoirs (Lafortune et Deaudelin, 2001). Par ses tâtonnements, ses hypothèses et ses erreurs, l'élève participe au processus de construction du savoir. Il s'agit en quelque sorte d'amener l'élève à parcourir à son tour un processus identique ou similaire à celui qui a vu éclore le savoir qu'il étudie (Raynal et Rieunier, 2009). De plus, l'aspect interactionnel est important, et le travail d'équipe ou les retours en grand groupe sont préconisés (Lafortune et Deaudelin, 2001).

Socioconstructivisme en épistémologie. Sur le plan épistémologique, le socioconstructivisme affirme que toutes les connaissances élaborées par l'humanité sont des constructions. Seul l'être humain est responsable de sa pensée, de sa

---

[6] Dans les prochaines pages, nous expliquerons les nuances qui distinguent les courants constructiviste et socioconstructiviste. Dans notre projet de mémoire, nous emploierons le terme socioconstructivisme en intégrant le constructivisme dans cette appellation.

connaissance, et de ce qu'il fait (Glasersfeld, 1988 cité dans Fourez *et coll.* 1997). Ainsi, en se basant sur l'idée que personne ne peut se détacher de son expérience pour percevoir le monde réel, le socioconstructivisme renonce à l'existence d'une réalité objective (Morin, 2005). Aussi, dans le socioconstructivisme, il y a un intérêt pour les dimensions historiques et sociales de la construction des savoirs mathématiques. Trois caractéristiques, que nous détaillons ci-dessous, permettent de définir la posture socioconstructiviste : « tout discours est interprétation », « la sous-détermination des sciences » et « la notion de vérité ». (Fourez *et coll.*, 1997)

Tout discours est interprétation. Comme le précisent Fourez *et coll.* (1997) dans ce qui suit, toutes les informations sont organisées par nos structures conceptuelles.

> Dans cette perspective, il n'existe plus d'information « pure », car toute information est déjà organisée par notre connaissance : nous produisons, dans le cadre de nos actions et de nos projets, des informations. (p.12)

Selon ce point de vue, ce serait les structures conceptuelles d'une personne qui détermineraient ce qu'elle voit, entend ou sent et ce à quoi une expérience va être rattachée.

Sous-détermination des sciences. Une deuxième caractéristique du socioconstructivisme est que les modèles ne sont pas absolus. Ainsi, plusieurs modèles peuvent rendre compte d'un « même » phénomène. Le modèle rattaché aux mathématiques dites « pures » n'est pas le seul à détenir la vérité. Les modèles varient en fonction des projets poursuivis et leur pertinence devrait être évaluée en fonction des paramètres de recherche.

Notion de vérité. En socioconstructivisme, il n'y a pas nécessairement qu'une seule vérité scientifique. En fait, les modèles doivent être évalués en fonction des buts pour lesquels ils ont été construits et non pas en fonction de leur présumée correspondance avec « LA » réalité. En ce sens, plutôt que du caractère véridique d'un fait mathématique, on parlera, dans la perspective socioconstructiviste, de sa viabilité. En somme, un manuel scolaire qui s'inspire de la posture socioconstructiviste présente les mathématiques comme des interprétations, liées à des projets poursuivis. Les savoirs sont perçus comme des constructions sociales, marquées par les idées et les contradictions propres à l'époque qui les a vu naître.

2.3.3 Ethnomathématique

Le concept d'ethnomathématique a été élaboré dans les années 1980 par Ubiratan D'Ambrosio, que l'on surnomme aussi le Père de l'ethnomathématique. Les fondements théoriques de ce courant se lient aux domaines de l'éducation informelle (Dasen, 2004) en sciences de l'éducation et des « savoirs quotidiens » (everyday cognition) en anthropologie cognitive (Segall, Dasen, Berry et Poortinga, 1999). Comme champ de recherche,

> [The field of ethnomathematic] invites us to look into how knowledge was built throughout history in different cultural environments. It is a comparative of the techniques, modes, arts, and styles of explaining, understanding, learning about, and coping with reality in different natural and cultural environments. (D'Ambrosio, 1999, p.4).

Une publication de l'*International Study Group on Ethnomathematics* (ISGEM), fondé en 1985, expliquait qu'il existe deux angles aux recherches en ethnomathématique (Gerdes, 1995). Le premier aborde l'ethnomathématique dans les pays du tiers monde pour combler l'écart entre la culture mathématique locale et les sciences modernes (Gerbes, 1995). Le second aborde l'ethnomathématique dans les pays occidentaux pour introduire le monde à l'intérieur de la classe et avoir une appréciation des savoirs mathématiques des autres cultures (Gerbes, 1995; D'Ambrosio, 1999). Dans le cadre de notre recherche, comme nous nous arrêtons aux manuels scolaires utilisés dans les classes du Québec, c'est ce deuxième angle qui nous intéresse. Plus précisément, nous nous interrogeons sur l'intégration d'une approche ethnomathématique dans une école québécoise marquée par l'hétérogénéité sociale et culturelle.

Parmi les nombreuses définitions de la littérature consacrée à ce domaine, nous retiendrons celle de Vithal et Skovsmose (1997) inspirée D'Ambrosio (1987; 1991) qui défend que l'ethnomathématique s'appuie sur trois caractéristiques principales : 1) l'intégration d'un volet historique dans l'enseignement des mathématiques, 2) la présentation des savoirs mathématiques des cultures « autres » dans les curriculums, et 3) l'enseignement des savoirs mathématiques en lien avec des activités de la vie quotidienne.

Aspects historiques dans l'enseignement des mathématiques. Selon D'Ambrosio (2001), l'ethnomathématique se penche sur l'histoire des mathématiques, à travers le temps et l'espace pour pouvoir en comprendre la nature et bien les enseigner. Les savoirs sont perçus comme une compilation de continuelles découvertes et d'inventions. Ils sont ancrés dans différentes cultures, dans différents lieux et dans des moments historiques variés puisque les mathématiques ne sont ni innées, ni objectives, et ne correspondent pas à une vérité absolue « out there » à être découverte. « Et ... l'histoire continue ... puisque c'est tous les jours que les mathématiques continuent de se développer. » (Carignan, Feza et Pourdavood, 2008, p.140) Dans « la grande marche de l'histoire », il s'agit plutôt d'individus qui ont tenté « de percer les mystères de l'univers des mathématiques en tentant d'échafauder les composantes et/ou phénomènes de modèles qui ont progressivement émergé, sont devenus stables, consistants et universellement acceptés en traversant les cultures ». (Carignan, Feza et Pourdavood, 2008, p.139)

Prise en compte des savoirs mathématiques dans les cultures « autres » La littérature met en lumière l'importance de constituer un bagage mathématique pluriel (Banks, 1998; D'Ambrosio, 1999; Girodet, 1996; Sleeter, 1997). À l'instar de ces auteurs, D'Ambrosio (2001) stipule que les objectifs éducatifs poursuivis à travers le curriculum sont d'ordre politique. Selon les tenants de l'ethnomathématique, les savoirs de larges secteurs de la population ont été exclus et ce mode de pensée colonialiste continue de prévaloir dans la société moderne (D'Ambrosio, 2001). Historiquement, la période nommée *siècle colonial*, se déroule de 1850 à 1945 et correspond à 100 ans d'expansion européenne, en Afrique, en Asie, et en Amérique Centrale et du Sud. En s'implantant sur ces territoires, les puissances colonisatrices européennes britannique, française, belge, espagnole ou néerlandaise ont clamé la supériorité de leurs modèles par rapport aux modèles indigènes. Même en enseignement des mathématiques, cet héritage est toujours vivant dans les curriculums (D'Ambrosio, 2001).

Ainsi, des groupes « oubliés de l'histoire » seraient sous-représentés dans la diffusion des savoirs mathématiques, au profit des contributions du berceau occidental. La posture ethnomathématique souhaite la revalorisation des savoirs informels et/ou traditionnels, et ainsi permettre une meilleure compréhension des dynamiques culturelles qui génèrent la connaissance (Vithal et Skovsmose, 1997). Au fil des siècles, le même travail de domination a mis à l'écart les travaux mathématiques des femmes par rapport à celui des hommes (Vithal et Skovsmose, 1997). Dans notre recherche, lorsque nous référons aux « oubliés de l'histoire », nous renvoyons aux populations indigènes, aux minorités socioculturelles et aux femmes (D'Ambrosio, 1999).

Savoirs mathématiques en lien avec des activités de la vie quotidienne. L'ethnomathématique se réfère également aux mathématiques implicites utilisées dans la pratique des charpentiers ou des tailleurs (Lave, 1988). En ethnomathématique, le manuel scolaire réfère à des pratiques quotidiennes pour créer un lien entre la classe et la maison. Girodet (1996) donne quelques exemples comme les systèmes monétaires, mesures « traditionnelles » comparées au système métrique, taille de chaussures ou de vêtements, ou encore la lecture de tickets de caisse. Bien entendu, l'idée est d'utiliser des activités que les élèves voient ou effectuent réellement. En somme, la description des postures empiriste, socioconstructiviste et ethnomathématique servira d'assise à notre cadre de références.

2.4 Cadre de références théorique

Ces trois conceptions de savoirs mathématiques, l'empirisme, le socioconstructivisme et l'ethnomathématique (voir figure 2.1), serviront de cadre de références lors de notre analyse de contenu.

Ces trois pôles sont placés de gauche à droite dans une optique chronologique. Le courant empiriste (pôle 1) a des fondements qui remontent aussi loin que dans l'Antiquité (Fourez, 1992, Charnay, 1995). Ce courant propose une vision objective des savoirs mathématiques qui sont découverts et non construits, rationnels et libres de toute interprétation. Une flèche lie ce pôle au socioconstructivisme (pôle 2) qui remonte au début du XX^{e} siècle. Ce courant accorde de l'importance à la construction des savoirs mathématiques par les individus. Dans cette optique, les mathématiciens collaborent, s'influencent et opposent leur point de vue. Une autre flèche relie le socioconstructivisme au pôle 3, soit l'ethnomathématique. Ce concept, élaboré dans les années 1980, est le plus récent des trois courants présentés. Ce courant propose une vision encore plus élargie quant à l'origine des savoirs mathématiques. Au cœur de ce courant, il y a la critique de la non-reconnaissance des savoirs et des pratiques mathématiques des populations traditionnelles, des minorités ethniques et socioculturelles et des femmes. De plus, en ethnomathématique, l'émergence des savoirs est liée à un problème ou un besoin de la vie quotidienne.

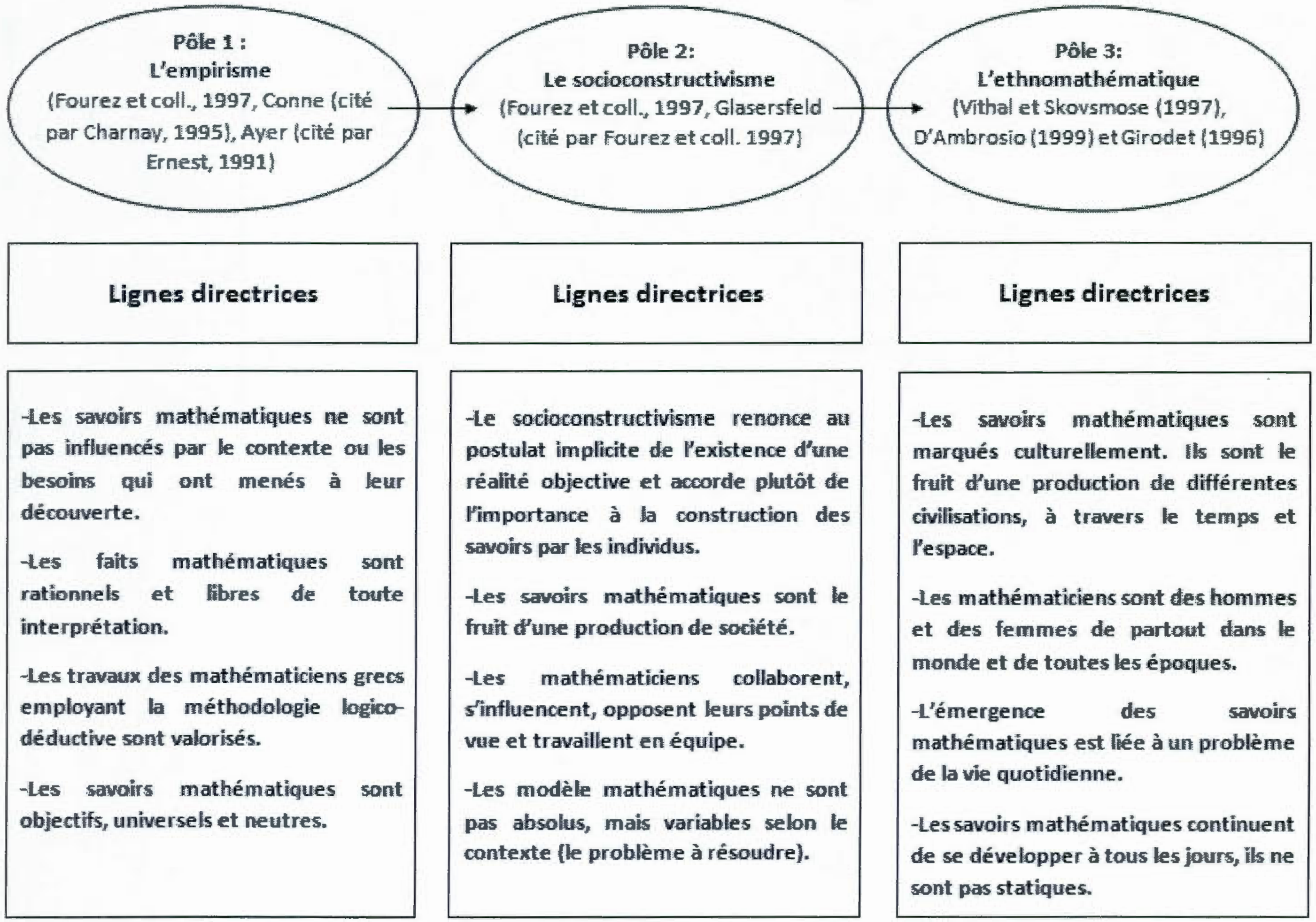


Figure 2.1 : L'empirisme, le socioconstructivisme et l'ethnomathématique : Lignes directrices

Ainsi, nous venons d'expliquer et d'illustrer notre cadre d'analyse (figure 2.1), ce qui nous amène à présenter les objectifs de notre recherche.

2.5 Objectifs de recherche

Les deux objectifs qui guident notre projet de recherche sont les suivants :

D'un point de vue épistémologique selon les postures empiriste, socioconstructiviste ou ethnomathématique, **identifier et catégoriser** l'image des mathématiques véhiculée dans les manuels scolaires au moyen :

Objectif 1 :

. des **textes** proposant **les faits mathématiques et la démarche des mathématiciens**

Objectif 2 :

. des **illustrations** proposant des dimensions spatiales (**régions du globe**) et des dimensions temporelles (**époques**) en lien avec la provenance des mathématiciens et les inventions mathématiques.

En résumé, les postures empiriste et socioconstructiviste (Fourez *et coll.*, 1997), et ethnomathématique (Vithal et Skovsmose,1997; D'Ambrosio, 1991) soutiennent notre cadre de références théorique. Ce sont sur ces fondements que nous appuierons l'élaboration du cadre méthodologique de notre recherche.

CHAPITRE III : CADRE MÉTHODOLOGIQUE

Suite à l'élaboration de notre problématique de recherche et de notre cadre de références théorique, le présent travail consiste à examiner l'épistémologie de manuels de mathématiques pour le primaire, approuvés dans le cadre du programme de formation de l'école québécoise (2001). Dans le présent chapitre, nous définirons la méthodologie de recherche utilisée. Nous préciserons le type de recherche (3.1) dans lequel nous comptons nous engager, en abordant les questions de l'orientation méthodologique et des paradigmes de recherche. Puis, nous proposerons les outils pour la collecte de données (3.2) et le traitement des données (3.3). Enfin, nous terminerons par exposer les limites d'une telle recherche (3.4).

3.1 Type de recherche

Le type de recherche et le choix méthodologique sont directement influencés par les questions et les objectifs de recherche. Puisque nous visons à identifier et à catégoriser l'image des mathématiques dans les manuels scolaires, sous un angle épistémologique, nous pourrons analyser le contenu de documents (textes et illustrations), dont la finalité est « d'arriver à produire des inférences valides et reproductibles à partir de textes analysés. » (Gauthier et Beaud, 2009, p.136)

Pour mener cette analyse, nous optons pour le paradigme qualitatif et exploratoire. Deslauriers (1991) affirme que la recherche qualitative « s'intéresse surtout à des cas et à des échantillons plus restreints, mais étudiés en profondeur. » (p. 6) Il apparaît donc que les données que nous désirons collecter, c'est-à-dire l'image des faits mathématiques et de la démarche des mathématiciens dans un échantillon de manuels scolaires, s'inscrivent dans la logique du type de recherche qualitative. Par ailleurs, Savoie-Zajc (2000) définit la recherche qualitative en opposant deux paradigmes; 1) le positiviste associé à la recherche quantitative; et 2) l'interprétatif, relié à la recherche qualitative. Alors que la recherche quantitative vise à produire de façon empirique des résultats dans le but de comprendre le monde à travers des lois universelles généralisables, la recherche qualitative tente, de par son analyse de faits sociaux, d'en dégager la ou les significations dans leur contexte (Lessard-Hébert, Goyette et Boutin, 1997). En outre, le paradigme interprétatif, associé à la recherche qualitative, met l'accent davantage sur l'interaction entre les individus, ou entre le chercheur et son objet d'étude, comme le mentionnait Savoie-Zajc (2000) dans sa définition.

Subdivision de la recherche qualitative, la recherche exploratoire, considérée comme la phase initiale d'un processus de recherche, se caractérise par sa souplesse (Gervais, 2009). Notre revue de la littérature a dévoilé que peu de recherches au Québec portent sur l'image des mathématiques véhiculée dans les manuels scolaires. Favorisant la découverte de nouvelles connaissances sur des domaines peu étudiés, la recherche exploratoire permet « d'obtenir une meilleure connaissance d'un phénomène ainsi que la clarification de concepts comme préalable à des recherches ultérieures ». (Legendre, 2005, p. 1150)

3.2 Collecte de données

La collecte des données est divisée en deux parties : la sélection du corpus de manuels à l'étude (3.2.1) et les critères de scientificité (3.2.2).

3.2.1 Sélection et présentation des documents du corpus

Le choix des ensembles didactiques se révèle une étape importante du processus méthodologique. Ces derniers déterminent la matière première que nous analyserons en vue de dégager l'image des mathématiques projetée par les manuels du primaire. Pour être approuvé, un manuel doit faire partie de ce que le MELS appelle un ensemble didactique. Un tel ensemble doit s'adresser à un cycle particulier et comprendre au moins un manuel de l'élève et un guide d'enseignement (MEQ, 2002).

Le matériel didactique approuvé en enseignement des mathématiques pour le primaire est très vaste (MEQ, 2002). L'analyse de celui-ci dans sa totalité exigerait un travail volumineux et de longue haleine. Il est donc approprié, pour répondre aux objectifs de notre recherche et éviter d'alourdir la présentation des données, de cibler adéquatement le corpus à analyser. Pour ces raisons, nous avons choisi de cibler uniquement les manuels de l'élève destinés au deuxième cycle du primaire. Le choix du deuxième cycle nous apparaît le plus pertinent pour deux raisons. Tout d'abord, ce cycle est situé au cœur du parcours scolaire de l'élève du primaire, entre le premier et le troisième cycle. De plus, ce cycle est celui où le nombre de nouveaux contenus à enseigner est le plus imposant (MELS, 2001). Au total, au deuxième cycle, cinq collections ont été approuvées par le MELS et sont utilisées à l'heure actuelle dans les écoles de la province (tableau 3.1).

Tableau 3.1 : Ensembles didactiques mathématiques approuvés par le MELS pour le deuxième cycle du primaire (Québec, 2011)

Ensembles didactiques approuvés	Auteur(s)	Collection	Éditions	Éléments approuvés	Date d'approbation
Adagio © 2002	Lacasse, C.	Collection Nouvelle collection Concerto	Éditions CEC inc.	Manuels de l'élève (4) Guides d'enseignement (2), Audiocassettes (2) CD audio (2)	13 mars 2003 (676 pages)
Clicmaths © 2002	Guay, S. et autres	Collection Clicmaths	Éditions Grand Duc – HRW	Manuels de l'élève (4) Guides d'enseignement (6)	15 avril 2003 (560 pages)
Défi mathémati-que © 2003	Lyons, M., Lyons, R.	Collection Défi mathématique	Éditions de la Chenelière inc.	Manuels de l'élève (2) Guides d'enseignement (2)	3 septembre 2003 (356 pages)
Mes ateliers de mathématique © 2003	Caron, R., Roberge, A.	Collection Mes ateliers de mathé-matique	Graficor	Manuels de l'élève (2) Guides d'enseignement (2)	11 février 2004 (312 pages)
Tangram © 2004	Laurence, L. et autres	Collection Math-science	Éditions du Renouveau pédagogique	Manuels de l'élève (4) Guides d'enseignement (3)	22 juin 2004 (719 pages)

Au tableau 3.1, nous voyons que les cinq collections approuvées pour le deuxième cycle sont : 1) Adagio (Lacasse, 2002), 2) Clicmaths (Guay et Lemay, 2002), 3) Défi mathématique (Lyons et Lyons, 2003), 4) Mes ateliers de mathématiques (Caron et Roberge, 2003) et 5) Tangram (Bettinger *et coll.*, 2004).

Ces cinq collections comprennent un total de 16 manuels de l'élève pouvant potentiellement être analysés (tableau 3.1). À la suite d'une pré-analyse, nous avons constaté que, dans le cadre de notre mémoire, ce nombre restait trop imposant et nous avons réduit à nouveau le corpus. Nous nous sommes donc résolue à sélectionner les deux collections les plus utilisées au deuxième cycle à la Commission scolaire de Montréal (CSDM), soit *Adagio* et *Clicmaths* (Éditeur Guérin, données pour l'année 2008-2009). Nous avons choisi la CSDM, car au 30 septembre 2008, elle comptait 69 148 élèves pour le secteur de la formation générale des jeunes (CSDM, 2011), ce qui en fait la plus importante, en terme de population, sur le territoire québécois. De plus, près de 50 % des effectifs scolaires de la CSDM sont issus de l'immigration récente (MEQ, 2006), ce qui va de pair avec notre problématique de recherche.

La première collection, *Adagio* (Lacasse, 2002) comporte quatre manuels de l'élève, soit les manuels A et B pour la 3e année et les manuels C et D pour la 4e année. Les auteurs d'*Adagio* proposent à l'élève de découvrir les mathématiques par le biais de leçons en trois étapes : la mise en situation, la réalisation et l'intégration. La deuxième collection se nomme *Clicmaths* (Guay et Lemay, 2002) et comprend quatre manuels de l'élève, soit les manuels A et B pour la 3e année et les manuels A et B pour la 4e année. Tout comme dans *Adagio*, les manuels de *Clicmaths* sont construits autour de situations d'apprentissage en trois temps. Cependant, les auteurs de cette collection ont ajouté : un labo du hasard permettant l'expérimentation d'activités liées au hasard, des situations de réinvestissement des connaissances et une rubrique sur l'histoire des mathématiques. Maintenant que la sélection et la description de notre corpus sont complétées, nous pouvons passer au deuxième point lié à la collecte des données et qui concerne les critères de scientificité.

3.2.2 Critères de scientificité : validité et fidélité

La validité et la fidélité sont deux éléments importants à considérer, puisque sur eux repose le caractère scientifique d'une recherche. Selon Lessard-Hébert *et coll.* (1997), cette définition de normes permet de porter un jugement sur la valeur des connaissances obtenues au moyen d'une recherche qualitative et de convaincre de la pertinence et de la rigueur du devis de recherche.

Critères de validité. Tel que le définit Legendre (2005), la validité d'une recherche constitue la « capacité d'un instrument à mesurer réellement ce qu'il doit mesurer, selon l'utilisation que l'on veut en faire ». (p.1436) Dans le cas qui nous concerne, les critères de nos grilles d'analyse de contenu ont pour but d'élaborer des réponses aux questions de recherche exposées dans la problématique. Il importe donc de s'assurer que les critères choisis et élaborés lors de la création de nos grilles d'analyse fassent émerger l'image des mathématiques véhiculée, d'un point de vue épistémologique, à travers les textes et les illustrations des manuels scolaires de mathématiques sélectionnés. De plus, dans le cadre de cette recherche, nous souhaitons combiner différents outils méthodologiques pour assurer une meilleure validité de nos résultats. Plusieurs auteurs nomment triangulation « la procédure de « validation instrumentale » faite au moyen d'une confrontation de données recueillies à partir d'une variété de techniques (convergent multiple-methods approach, Wenbb, 1970) ». (Lessard-Hébert *et coll.*, 1997, p.50) Cette stratégie de mise en comparaison de données obtenues à l'aide de deux ou plusieurs démarches d'observation distinctes, et poursuivies de façon indépendante dans une même étude, permet d'augmenter la profondeur des analyses (Henri et Peraya, 2007).

En consultant différentes études portant sur l'analyse de contenu de documents pédagogiques (Carignan, 1993 ; El-Hélou, 2006 ; Mc Andrew, 1986), nous constatons qu'une analyse de contenu qualitative peut être bonifiée par une analyse quantitative (dans le sens de dénombrement) des unités d'analyse du même corpus. De fait, l'analyste quantitatif s'intéresse aux contenus manifestes, alors que l'analyste qualitatif se penche sur les contenus latents. Les contenus manifestes ou explicites désignent le matériel brut faisant l'objet de l'analyse, laquelle porte alors directement et exclusivement sur ce qui a été ouvertement dit ou écrit. D'un autre côté, les contenus latents ou implicites renvoient aux éléments symboliques du matériel analysé. Selon Deslauriers (1987), les contenus manifestes constituent une réalité toute aussi importante à connaître que les contenus latents. Ainsi, en plus d'offrir un portrait global du contenu analysé, le fait de transcender les paradigmes contribuera à étoffer notre analyse et à fournir un éclairage nouveau sur les énoncés.

Critères de fidélité. En comparaison avec le critère de validité, la fidélité ne porte pas directement sur les données recueillies, mais bien sur les techniques et instruments de mesure ou d'observation (Lessard-Hébert *et coll.,* 1997). Selon Legendre (2005), le critère de fidélité réside dans la « qualité qu'a un instrument de mesurer avec la même exactitude chaque fois qu'il est administré ». (p. 669) La validité suppose donc la fidélité mais non l'inverse (Lessard-Hébert *et coll.,* 1997). En fait, puisque nous appliquerons de façon identique le protocole de recherche établi à chaque manuel scolaire, les variations émanant des analyses seront imputables dans ce cas, à l'apport propre de chacun d'entre eux.

3.3 Traitement des données

Dans la section 3.3, nous présentons les grilles d'analyse de contenu que nous utiliserons pour l'analyse des textes (3.3.1) et des illustrations (3.3.2) en lien avec notre cadre de références. De plus, nous présentons la technique d'analyse de contenu des textes et des illustrations (3.3.3) ainsi que la justification du choix méthodologique (3.3.4).

3.3.1 Grilles d'analyse : les textes

L'élaboration de nos grilles pour l'analyse des textes s'inspire des travaux de Mathy (1997). En vue d'améliorer la formation éthique et épistémologique des enseignants de sciences du secondaire, cet auteur belge a construit un instrument qui permet de débusquer les *a priori* épistémologiques dans les manuels scolaires. Les grilles d'analyse de Mathy (1997) servent à repérer des thèmes récurrents dans les manuels scolaires. Dans notre recherche, nous avons choisi de référer à ces thèmes en employant l'expression « critère ». Dans ses grilles, Mathy (1997) définit comment se manifeste chaque critère, selon deux pôles épistémologiques contrastés : l'empiriste et le socioconstructiviste. En lien avec la proposition de notre cadre de références, nous ajoutons au pôle empiriste et socioconstructiviste, l'ethnomathématique. En lien avec notre question de recherche présentée au chapitre 1, les deux critères[7] retenus concernent les faits mathématiques (critère 1) et la démarche des mathématiciens (critère 2).

Critère 1 : Les faits mathématiques. Le premier critère de l'analyse de contenu concerne les faits mathématiques. Ces derniers peuvent être envisagés de manières très différentes selon le point de vue à partir duquel on en parle (Fourez, 1992). De fait, chacune des polarités empiriste, socioconstructiviste et ethnomathématique en lien avec ce critère se décline en différentes optiques.

Suivant la polarité empiriste, les faits mathématiques correspondent à « LA » réalité objective. Pour les découvrir, il suffit pour les mathématiciens d'user adéquatement du raisonnement logico-déductif (Fourez, 1992). Par ailleurs, comme ces faits font partie du grand livre de la nature, ils pourraient être découverts par d'autres personnes si celles-ci savaient « faire fi de leur subjectivité ». (Morin, 2005, p.49). En d'autres termes, les faits mathématiques seraient universels, neutres et indépendants de tous points de vue particuliers. Dans les manuels, les faits mathématiques sont présentés de manière empiriste lorsqu'ils dépeignent la découverte mathématique comme allant

---

[7] Les descriptions des couples critère-polarité inspirées des grilles de Mathy (1997) et de Morin (2005) ont été en partie reformulées en fonction du corpus à l'étude.

de soi et lorsqu'ils sont dévoilés sans explication, parfois avec l'appui d'une illustration.

D'un autre côté, selon une polarité socioconstructiviste, tous les faits mathématiques sont des constructions élaborées par les humains. À travers l'histoire, les faits mathématiques évoluent et sont remis en question. Ainsi, selon les tenants de cette approche, ces savoirs ne peuvent pas prétendre au statut de « vérité objective », puisqu'ils sont produits par quelqu'un dans un but et un contexte donnés. Pour les tenants du socioconstructivisme, la valeur des faits mathématiques est donc relative. Ces faits seraient considérés comme des points de repère ou des standards élaborés par une communauté de chercheurs, après de longs débats et efforts. Une fois considérés comme tels, ces standards ne seraient momentanément plus remis en question (Morin, 2005). Dans les manuels, un fait mathématique est identifié au socioconstructivisme quand il est présenté comme perfectible et évoluant à travers le temps. Aussi, un fait mathématique peut être illustré de diverses façons. Par exemple, une page de manuel peut exposer à l'élève trois manières différentes de réaliser une addition.

Troisièmement, suivant une polarité ethnomathématique, les savoirs mathématiques sont perçus comme une compilation continuelle de découvertes et d'inventions des différents peuples de la planète. De plus, la thématique de revalorisation des savoirs mathématiques informels et/ou traditionnels est une part importante de l'ethnomathématique. Les tenants de ce courant veillent à ce que les contributions mathématiques des « grands oubliés de l'histoire » soient restaurées. Tel que présenté dans notre cadre théorique (chapitre 2), D'Ambrosio (1999) rappelle qu'entre autres, les populations indigènes, les minorités socioculturelles et les femmes, sont sous-représentés dans la diffusion des savoirs mathématiques. En contrepartie, il y aurait une reconnaissance importante des contributions mathématiques personnifiées par les peuples grecs et romains de l'Antiquité provenant du berceau occidental. Finalement, cette posture souligne que les faits mathématiques sont au service des humains et non l'inverse. Dans les manuels, les faits sont dits ethnomathématiques lorsque le texte exprime clairement leur utilité dans le quotidien ou qu'il leur reconnait une filiation ou provenance extraoccidentale. Voici la grille d'analyse pour le premier critère concernant les faits mathématiques (tableau 3.2).

Tableau 3.2 : Grille d'analyse pour le critère 1: Les faits mathématiques

Critère 1	Pôle Empiriste	Pôle Socioconstructiviste	Pôle Ethnomathématique
Les faits mathématiques	Les faits mathématiques sont objectifs. Une fois découverts, ils sont irréfutables. De toutes les étapes menant à leur élaboration, celle qui est considérée comme la plus importante est l'exposé des résultats. Les faits correspondent à « LA» réalité et les savoirs mathématiques à découvrir sont « out there », préexistants dans la nature et évoluant en dehors de toute culture. Dans les manuels : On présente les faits mathématiques comme allant de soi. Ils sont dévoilés sans explication, parfois avec l'appui d'une illustration. Les faits mathématiques sont présentés comme étant objectifs.	Les faits mathématiques sont des interprétations construites socialement en divers moments d'un processus de recherche. Ils sont subjectifs. Les faits sont envisagés comme des points de repère de la communauté mathématique : il y a plusieurs façons de les entrevoir. À travers les époques, les faits évoluent et sont remis en question par les humains. Dans les manuels : Les faits mathématiques sont expliqués et entrevus de diverses façons. Les faits sont présentés comme étant perfectibles et le manuel expose leur évolution à travers le temps.	Les faits mathématiques sont associés à tous les humains de la planète et la contribution mathématique des « grands oubliés de l'histoire » (populations indigènes, minorités socioculturelles, femmes, etc.) est revalorisée. Les faits mathématiques renvoient à des réalisations utiles dans la vie quotidienne des humains. Dans les manuels : Le manuel revalorise les contributions mathématiques des grands oubliés de l'histoire. Le manuel exprime clairement le lien entre un fait mathématique et son utilité dans le quotidien.

Ainsi, nous avons défini sous quels angles les postures empiriste, socioconstructiviste et ethnomathématique renvoient aux faits mathématiques (critère 1). La grille du tableau 3.2 va permettre d'analyser l'image des faits mathématiques dans les textes des manuels scolaires intitulée « Critère 1 : Les faits mathématiques ». En plus de la description des faits mathématiques selon chaque pôle épistémologique, nous avons ajouté à notre grille ce que nous cherchons précisément dans les manuels du corpus. La présentation de la grille (tableau 3.2) complète la description des faits mathématiques (critère 1). Maintenant, passons à la description du second et dernier critère pour l'analyse des textes : la démarche des mathématiciens.

Critère 2 : La démarche des mathématiciens. Le second critère de l'analyse de contenu concerne la démarche des mathématiciens. Ce critère a pour objectif de savoir quelle est l'image reçue par l'élève de ce qu'est « faire des mathématiques ». Est-ce une chasse gardée des savants de l'Antiquité? Est-ce que tous peuvent devenir mathématiciens à un moment ou un autre de leur vie?

Dans la perspective empiriste, la démarche des mathématiciens semble unique et se déroule selon un algorithme fixe. De toutes les étapes supposées caractériser cette démarche, celle qui est considérée comme la plus importante est l'exposé des résultats (Morin, 2005). Puisque la mise en œuvre de cette démarche conduit à la production de connaissances qui correspond à « LA » réalité, l'exposé des résultats est la lecture unique de cette réalité et, ainsi, l'aboutissement d'un travail objectif de découverte (Morin, 2005). Dans les manuels, les mathématiciens sont généralement dévoilés comme des héros, présentés seuls, sans leurs collègues (Mathy, 1997). De plus, leur date de naissance et de décès, une effigie, leur photo et quelques anecdotes peuvent figurer dans leur présentation (Morin, 2005).

Par contre, dans la posture socioconstructiviste, la démarche des mathématiciens est associée à du travail de « collaborations, négociations et débats avec d'autres chercheurs ou institutions ». (Fourez *et coll.*, 1997, p.79). Ces pistes, qui impliquent l'utilisation d'outils et de techniques propres à une époque donnée, sont influencées par des aspects financiers et politiques (Morin, 2005). Dans les manuels, on présente des communautés mathématiques dont les participants augmentent en nombre avec le temps (Mathy, 1997). À l'intérieur de ces communautés, des mathématiciens travaillent dans des contextes épistémologiques qui donnent un sens aux questions qu'ils se posent ou aux théories qu'ils formulent (Morin, 2005). On suggère également l'idée que ces mathématiciens interagissent, s'influencent et opposent leurs points de vue (Fourez, 1992; Morin, 2005).

Enfin, l'optique ethnomathématique expose les savoirs mathématiques selon leur mode de production et les contextes social et historique qui teintent la démarche des mathématiciens. Ces derniers inventent des modèles pour répondre à des besoins liés à leur réalité et à leur quotidien. La démarche des mathématiciens est vécue en divers moments d'un processus de recherche, de manière consciente ou inconsciente, car parfois, nous faisons des mathématiques sans le savoir (mathématiques implicites / *every day mathematics*), comme, par exemple, lorsqu'on pense aux mathématiques utilisées dans la pratique des charpentiers ou des marchands (Vithal et Skovsmose, 1997). Dans la posture ethnomathématique, le mathématicien n'est pas nécessairement un universitaire qui travaille avec des équations complexes ou des outils à la fine pointe de la technologie.

Ainsi, nous venons de définir sous quels angles les postures empiriste, socioconstructiviste et ethnomathématique décrivent la démarche des mathématiciens (critère 2). Tout comme pour l'analyse des « faits mathématiques » (critère 1), nous référons à une grille inspirée du travail de Mathy (1997) pour recueillir les données en lien avec le présent critère. Cette grille est présentée au tableau 3.3 ci-dessous.

Tableau 3.3 : Grille d'analyse pour le critère 2: La démarche des mathématiciens

Critère 2	Pôle Empiriste	Pôle Socioconstructiviste	Pôle Ethnomathématique
La démarche des mathématiciens	On présente la découverte comme allant de soi et seul le résultat du travail du mathématicien est exposé. On valorise le travail d'un savant utilisant une démarche logico-déductive et objective, traits caractéristiques des mathématiciens grecs et romains. <u>Dans les manuels :</u> Le manuel expose une «découverte» faite par tel savant à une date précise, sans référence au contexte intellectuel qui donne «son» sens à cette «découverte». Le manuel fait l'éloge des savants cités. Ces derniers sont considérés isolément et identifiés par leur date de naissance et de décès, l'effigie ou la photo : leur unicité est primée.	Exposé du savoir mathématique en relation avec ses aspects méthodologiques. Les savoirs sont construits par des mathématiciens en divers moments d'un processus de recherche. Les mathématiciens inventent des modèles interprétatifs et choisissent de relire le monde en testant la fécondité de ces modèles. <u>Dans les manuels :</u> Le manuel permet de dégager le sentiment d'une communauté mathématique nombreuse, influencée par des contextes intellectuels d'époque, plutôt en lien avec l'histoire de l'Europe. Les mathématiciens sont des savants qui interagissent, collaborent, s'influencent, font des erreurs, opposent leurs points de vue et travaillent en équipe.	Les mathématiciens inventent des modèles pour répondre à des besoins liés à leur réalité. Leur démarche est influencée par un contexte social et culturel. Il y a un aspect historique lié au travail des mathématiciens, à travers le temps et l'espace. On mentionne les erreurs commises et les efforts qui ont mené aux grandes découvertes de l'humanité. <u>Dans les manuels :</u> Le manuel présente les mathématiques implicites utilisées par un groupe culturel, comme des mathématiques dans la pratique des charpentiers ou des marchands. Les mathématiciens ne sont pas nécessairement des universitaires travaillant avec des outils à la fine pointe de la technologie.

En résumé, nous avons présenté de quelle manière les faits mathématiques (critère 1) et la démarche des mathématiciens (critère 2) sont respectivement définis selon les postures empiriste, socioconstructiviste et ethnomathématique. Ensuite, nous avons présenté les grilles, en lien avec ces deux critères, qui nous serviront lors de l'analyse des textes des manuels scolaires à l'étude (tableaux 3.2 et 3.3). La présentation de notre démarche pour l'analyse des textes étant complétée, cela nous amène à présenter les grilles d'analyse pour les illustrations.

3.3.2 Grilles d'analyse : les illustrations

Dans les manuels scolaires, l'image occupe un espace non négligeable. Les illustrations peuvent concrétiser de nombreuses données qui se trouvent dans le texte et donner de l'information très rapidement (Selander, 1991). Ainsi, la deuxième portion de notre recherche s'intéresse aux illustrations des manuels scolaires sélectionnés. Précisément, notre problématique de recherche et les propos des auteurs cités dans notre cadre conceptuel nous amènent à interroger comment les illustrations proposées dans les manuels scolaires de mathématiques des collections *Clicmaths* et *Adagio* présentent les mathématiciens et les objets mathématiques, en termes de dimension spatiale (régions du globe) et de dimension temporelle (époques).

La première grille (tableau 3.4) est conçue pour identifier et dénombrer le lieu de provenance et l'époque des mathématiciens et des mathématiciennes illustrés dans les manuels du corpus. Les différentes époques sont la Préhistoire (- 4 500 000 à - 3000), l'Antiquité (-3000 à 416), le Moyen-Âge (416 à 1492), les temps modernes (1492 à 1789) et l'époque contemporaine (1789 à 2010). Nous avons choisi ces périodes spécifiques puisque ce sont celles enseignées dans le programme d'histoire et d'éducation à la citoyenneté (MELS, 2001). Nous avons également ciblé six aires géographiques distinctes ou continents, qui sont, par ordre alphabétique, l'Arctique, l'Afrique, l'Amérique du Nord et du Sud, l'Asie, l'Europe et l'Océanie. Nous avons aussi ajouté une catégorie qui s'intitule « origine non mentionnée ».

Tableau 3.4 : Grille d'analyse pour les illustrations :
Les mathématiciens et les mathématiciennes illustrés et nommés selon le continent d'origine, et l'époque

Époques → / Régions du monde	La Préhistoire (-4500000 à -3000)		L'Antiquité (-3000 à 416)		Le Moyen-Âge (416 à 1492)		Les temps modernes (1492 à 1789)		L'époque contemporaine (1789 à aujourd'hui)		**Somme totale**		
	Homme	Femme	Homme	Femme	Homme	Femme	Homme	Femme	Homme	Femme	**Homme**	**Femme**	**Total**
Arctique													
Afrique													
Amérique du Nord et du Sud													
Asie													
Europe													
Océanie													
Origine non mentionnée													
Somme totale													

Les informations recueillies par cette grille (tableau 3.4) pourront nous aider à identifier si les manuels présentent une image des mathématiciens plutôt empiriste, socioconstructiviste ou ethnomathématique. En effet, rappelons que les tenants de l'empirisme présentent généralement le savant seul employant une méthode logico-déductive associée aux mathématiciens grecs de l'Antiquité (Fourez, et coll., 1997). Les défenseurs du socioconstructivisme perçoivent les mathématiciens comme des experts travaillant en équipe et confrontant leurs points de vue (Fourez, *et coll.*, 1997). De leur côté, les tenants de l'ethnomathématique insistent pour que les mathématiciens soient illustrés comme des hommes et des femmes provenant de toutes les cultures et de toutes les époques (Vithal et Skovsmose, 1997).

La deuxième grille (tableau 3.5) est conçue pour dénombrer de quels continents et de quelles époques proviennent les inventions mathématiques illustrées dans les manuels scolaires. Cette grille reprend les mêmes catégories que celles décrites au tableau 3.4.

Tableau 3.5 : Grille d'analyse pour les illustrations :
Les inventions mathématiques illustrées et nommées selon le continent d'origine et l'époque

Époques → / Régions du monde	La Préhistoire (-4 500 000 à -3000)	L'Antiquité (-3 000 à 416)	Le Moyen-âge (416 à 1492)	Les temps modernes (1492 à 1789)	L'époque contemporaine (1789 à aujourd'hui)	Époque non-mentionnée
Arctique						
Afrique						
Amérique du Nord						
Amérique du Sud						
Asie						
Europe						
Océanie						
Origine non mentionnée						
Somme totale (24 illustrations)						

La présentation de nos grilles d'analyse pour les textes et pour les illustrations est complétée, ce qui nous amène à expliquer la façon dont nous entendons mener l'analyse de contenu.

3.3.3 Analyse de contenu des extraits de textes et d'illustrations

La méthode d'analyse choisie pour réaliser ce projet de recherche est l'analyse de contenu. Dans le cas présent, nous nous baserons sur le modèle de L'Écuyer (1990), adapté par Rocque (1994) (figure 3.1).

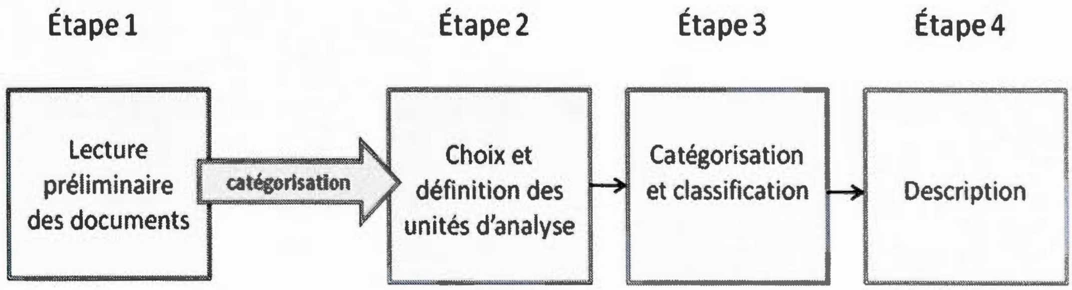


Figure 3.1 : Le modèle d'analyse de contenu proposé par L'Écuyer (1990) et adapté par Rocque (1994)

Cette marche à suivre comporte dans l'ordre, une lecture préliminaire des documents, le choix et la définition des unités d'analyse, la catégorisation et la classification, ainsi que la description des données recueillies. De plus, à l'instar de L'Écuyer (1990), nous choisissons une méthode de catégorisation et de classification ouverte, ce qui nous permettra, en cours d'analyse, d'enlever certaines catégories s'avérant sans importance ou d'en créer de nouvelles (Bélanger, 2008).

Analyse de contenu des textes. Concrètement, ce choix méthodologique implique que nous devons explorer notre corpus de manuels scolaires et le lire très attentivement à plusieurs reprises. Cette lecture répétée nous permet de nous familiariser avec le contenu et avec les différents thèmes discernables possibles, les différentes tendances, positions, attitudes, opinions exprimées ou sous-entendues (Aktouf, 1987).

Par la suite, vient le choix des unités d'analyse appropriées. Notre démarche analytique se veut une méthode capable de traiter le contenu de manière objective, en analysant, décortiquant et découpant, de toutes les façons utiles, les données en lien avec nos critères de recherche. En conséquence, pour « mesurer » un point particulier, l'analyse de contenu doit nécessairement découper le contenu en « tranches » pour ensuite effectuer toutes les opérations requises (Mucchielli, 2006). Selon les cas, l'unité d'analyse peut être, par exemple, un mot, un groupe de mots, une phrase ou une page entière (L'Écuyer, 1990). Dans le cadre de notre recherche, pour les textes, nous avons choisi de les découper en énoncés, puisque cette unité d'analyse nous permet les quantifications prévues et convient à tous les contenus à comparer (Mucchielli, 2006). Précisément, un énoncé est une phrase ou un ensemble de phrases portant sur un même thème et ayant un sens commun (L'Écuyer, 1990).

Une fois l'unité d'analyse définie, la phase suivante, selon le modèle d'analyse de L'Écuyer (1990) et Rocque (1994), est la catégorisation et la classification. Cette étape est déterminante, puisqu'une analyse de contenu « vaut ce que valent ses catégories ». (Berelson, 1952, cité dans Mucchielli, 2006, p.32) Ainsi, pour chaque critère à l'étude, nous avons constitué des catégories qui sont des classes rassemblant un groupe d'éléments (unités d'analyse dans le cas de l'analyse de contenu) aux caractères communs (Bardin, 2001).

Rappelons que pour être rigoureuses, les catégories doivent détenir quatre qualités classiques (L'Écuyer, 1990; Mucchielli, 2006; Van der Maren, 1996). Tout d'abord, elles doivent être exhaustives, c'est-à-dire que toutes les unités d'analyse sont distribuées dans les catégories. De plus, les catégories doivent être objectives, et donc compréhensibles pour divers codeurs. Troisièmement, elles doivent être pertinentes par rapport aux objectifs visés par l'analyse. Les catégories doivent être assez précises pour être mutuellement exclusives, c'est-à-dire qu'un même élément ne peut appartenir à deux catégories à la fois. Finalement, nous pourrons examiner l'ensemble des données en fonction des critères de notre grille, avant d'en faire une description et une analyse de nos résultats.

Analyse de contenu des illustrations. Les procédés de classification employés dans cette portion de notre recherche nous entraînent vers une analyse quantitative des illustrations. Cependant, nous devons ici apporter une nuance, car une analyse quantitative peut prendre plusieurs formes. Parfois, elle sous-entend l'emploi poussé de statistiques, comme lorsque le chercheur souhaite procéder à une analyse factorielle ou avoir recours à des corrélations ou des régressions. Dans le cas qui nous intéresse, nous pensons à quantitatif dans le sens de dénombrement. Il s'agit d'observer un contenu pour dégager des faits éducatifs en lien avec des aspects sociaux ou culturels, pour ensuite les analyser et les expliquer (Le thanh khoi, 1981). Ainsi, pour dénombrer la fréquence et la nature de l'apparition des mathématiciens et des inventions mathématiques dans les illustrations, nous avons créé des grilles d'analyse en nous inspirant de celles élaborées par Carignan dans une analyse de contenu du matériel didactique en pédagogie musicale (1993) et en didactique des mathématiques (2004), dans une perspective d'éducation interculturelle.

Concrètement, nous explorons notre corpus en scrutant les illustrations. Comme nous nous intéressons à l'image des mathématiciens et des inventions mathématiques selon leur époque et leur région d'origine, nous devons repérer les images comportant l'un ou l'autre de ces éléments. Par la suite, nous pourrons procéder à la catégorisation et à la classification en utilisant les grilles d'analyse présentées plus haut (section 3.3.2), inspirées des travaux de Carignan (1993; 2004).

3.3.4 Justification du choix méthodologique

À travers les chapitres précédents, nous croyons avoir démontré la pertinence du manuel scolaire comme sujet d'étude. Ce choix étant fait, l'objet de recherche est clairement identifié comme étant un corpus de documents écrits. L'analyse de contenu s'impose ainsi d'elle-même, étant la technique par excellence pour procéder à l'étude détaillée des contenus de documents (Deslauriers, 1987). Même si elle est en principe reconnue comme une méthode de recherche avec ses qualités spécifiques, l'analyse de contenu « occupe dans les faits une place de parent pauvre au sein de la hiérarchie de méthodes de recherche ». (Deslauriers, 1987, p.49) Cela peut paraître étonnant si on considère que l'analyse de contenu a contribué à l'essor de plus d'un champ de connaissance. En effet, cette méthode aurait entre autres participé à l'avancement de la psychologie, l'anthropologie, la science politique, la sociologie et l'éducation (Mayer, 2000).

Plus spécifiquement, dans une perspective de recherche en éducation, tous ne sont pas convaincus que l'analyse de contenu soit la méthode à privilégier. Certains auteurs considèrent que les études menées à l'intérieur de projets éducatifs concrets sont beaucoup plus efficaces que des analyses de matériels didactiques (Laferrière, 1981, cité dans Mathy, 1997). En contrepartie, depuis la fin des années 1960, des analyses de contenus ont de nombreuses fois permis de démontrer que les supports d'enseignement, tel que le matériel didactique, dispensent aux élèves un curriculum caché ou implicite (hidden or implicit curriculum) (Beauchesne, 1983; Bloom, 1972; Eisner, 1979; Jackson, 1968; Overley, 1970; Vachon et Das, 1985).

Pour plusieurs de ces auteurs, l'enseignement des mathématiques n'échappe pas à ce phénomène. Ils estiment que les enseignants, par le biais de supports éducatifs comme les programmes officiels ou les manuels scolaires, « diffusent dans les cours, et ce de manière peu analysée, une nébuleuse de représentations, d'idéologies implicites et de valeurs non intentionnelles, qui influencent les élèves ». (Mathy, 1997, p.50) Si tel est le cas, il est d'autant plus recommandable de procéder à une analyse de contenu de manuels du primaire, afin de cerner l'image des mathématiques qui y est présentée. Cela permettra d'assurer un meilleur contrôle réflexif des contenus et des effets de ce curriculum.

3.4 Limites de la recherche

Comme toute analyse, l'analyse de contenu est une analyse située et contingente (Bélanger, 2008). Lorsqu'un chercheur procède à une telle analyse, il fait des choix en fonction de son cadre de références théorique et de la perspective dans laquelle il s'inscrit. Ainsi, il faut être prudent quand vient le temps de faire ces choix, puisque ces derniers déterminent la façon dont est menée l'analyse et les résultats qui en ressortent (Morin, 2005). De plus, une approche d'analyse de contenu comme celle de L'Écuyer (1990) peut être perçue comme une série d'opérations linéaires, qui fait peu appel à l'esprit et à la créativité du chercheur (Blais et Martineau, 2007). C'est entre autres ce que Paillé et Mucchielli (2003, cité dans Blais et Martineau, 2007) appellent « le piège de la technicisation », soit lorsque le chercheur réduit l'acte d'analyser à des questions de méthodes ou à une opération essentiellement logico-pratique. Pour éviter ce piège, il est conseillé de faire émerger un sens explicatif global des données collectées, en utilisant les étapes d'analyse de contenu d'une façon cyclique plutôt que linéaire (Blais et Martineau, 2007).

L'utilisation d'une grille d'analyse comporte aussi certains effets pervers. En effet, une grille peut causer un certain enfermement si elle est utilisée de manière non réflexive. De plus, « elle peut empêcher le chercheur de voir des aspects intéressants parce qu'elle n'en permet pas l'éclairage ». (Morin, 2005, p.62) Pour tenter de minimiser ces effets, notons que faire usage de deux techniques d'analyse, soient les analyses de contenu qualitative et quantitative permet de « circuler » de manière différente dans le corpus à l'étude. Ainsi, l'analyse quantitative par dénombrement des illustrations des manuels scolaires qui suit l'analyse de contenu qualitative des textes contribue à étoffer cette dernière et, éventuellement, à fournir un éclairage nouveau sur les énoncés.

CHAPITRE IV : PRÉSENTATION, SYNTHÈSE, ANALYSE ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS POUR LES TEXTES

Rappelons que la présente étude examine l'image des mathématiques véhiculée par les auteurs de manuels de l'élève de deux collections destinées à l'enseignement primaire, soit *Clicmaths* et *Adagio*. Dans le premier chapitre, nous avons exposé les éléments composant la problématique de notre recherche. Dans le deuxième chapitre, nous avons présenté notre cadre de références théorique incluant trois visions différenciées des mathématiques, soit l'empirisme, le socioconstructivisme et l'ethnomathématique. Le troisième chapitre arborait notre cadre méthodologique. L'analyse de contenu est la technique que nous avons retenue pour réaliser l'examen des manuels scolaires. Pour l'analyse des textes, nous nous sommes inspirée des grilles d'analyse de Mathy (1997). Le modèle d'analyse retenu est celui de L'Écuyer (1990) /Rocque (1994).

Ainsi, à la suite de lectures répétées des documents à l'étude, nous avons identifié et catégorisé les énoncés répertoriés, synthétisé ces derniers sous forme de tableaux, et analysé et interprété les données recueillies. Pour rendre compte de toutes ces étapes, le quatrième chapitre propose plus spécifiquement la présentation, la synthèse et, l'analyse et l'interprétation des résultats obtenus pour les textes. Ce chapitre est subdivisé en deux sections principales qui, en lien avec nos objectifs de recherche, visent la compréhension des faits mathématiques (4.1) et de la démarche des mathématiciens (4.2).

4.1 Les faits mathématiques

Les sections qui suivent correspondent à la présentation, à la synthèse et, à l'analyse et l'interprétation des résultats obtenus pour les faits mathématiques. D'abord, nous présentons les données recueillies en identifiant et en classifiant les énoncés. Nous expliquons aussi, à l'aide d'exemples tirés du corpus, comment les énoncés peuvent se manifester concrètement dans les manuels (4.1.1). Les résultats sont ensuite commentés dans une section intitulée « synthèse des données » laquelle permet de comparer les données entre elles et d'établir les liens entre chaque catégorie et les postures épistémologiques empiriste, socioconstructiviste et ethnomathématique

(4.1.2). Une troisième et dernière section présente l'analyse et l'interprétation des résultats (4.1.3).

4.1.1 Présentation des données

Avant de présenter les données recueillies et de décrire les catégories utilisées pour classifier les énoncés liés au faits mathématiques, rappelons la grille qui servira à l'analyse des énoncés en lien avec ce critère (tableau 4.1).

Tableau 4.1 : Grille d'analyse pour le critère 1: Les faits mathématiques

Critère 1	Pôle Empiriste	Pôle Socioconstructiviste	Pôle Ethnomathématique
Les faits mathématiques	Les faits mathématiques sont objectifs. Une fois découverts, ils sont irréfutables. De toutes les étapes menant à leur élaboration, celle qui est considérée comme la plus importante est l'exposé des résultats. Les faits correspondent à « LA» réalité et les savoirs mathématiques à découvrir sont « out there », préexistants dans la nature et évoluant en dehors de toute culture. <u>Dans les manuels :</u> On présente les faits mathématiques comme allant de soi. Ils sont dévoilés sans explication, parfois avec l'appui d'une illustration. Les faits mathématiques sont présentés comme étant objectifs.	Les faits mathématiques sont des interprétations construites socialement en divers moments d'un processus de recherche. Ils sont subjectifs. Les faits sont envisagés comme des points de repère de la communauté mathématique : il y a plusieurs façons de les entrevoir. À travers les époques, les faits évoluent et sont remis en question par les humains. <u>Dans les manuels :</u> Les faits mathématiques sont expliqués et entrevus de diverses façons. Les faits sont présentés comme étant perfectibles et le manuel expose leur évolution à travers le temps.	Les faits mathématiques sont associés à tous les humains de la planète et la contribution mathématique des « grands oubliés de l'histoire » (populations indigènes, minorités socioculturelles, femmes, etc.) est revalorisée. Les faits mathématiques renvoient à des réalisations utiles dans la vie quotidienne des humains. <u>Dans les manuels :</u> Le manuel revalorise les contributions mathématiques des grands oubliés de l'histoire. Le manuel exprime clairement le lien entre un fait mathématique et son utilité dans le quotidien.

Le tableau 4.1 rappelle comment les postures empiriste, socioconstructiviste et ethnomathématique définissent les faits mathématiques tel que présenté par les auteurs des manuels scolaires à l'étude. Avant de procéder à la présentation de ces données, prenons le temps de décrire ce que nous prévoyons découvrir dans les manuels du corpus.

Anticipation des résultats. Dans les manuels scolaires, nous nous attendons à trouver une majorité d'énoncés reliés à une image empiriste des faits mathématiques. Cette vision, dont les fondements remontent à l'Antiquité (Fourez, 1992, Charnay, 1995) serait, encore à ce jour, la plus répandue chez bon nombre de mathématiciens (Arsac, 1989 cité par Charnay, 1995 et Traoré, 2006). Plus précisément, après avoir examiné l'opinion de plusieurs mathématiciens, Arsac (1989) décrit l'existence d'une philosophie empiriste spontanée chez le mathématicien contemporain. Ainsi, une majorité d'entre eux verraient les mathématiques comme quelque chose de découvert et non de construit, ce qui fait croire en leur universalité (Traoré, 2006). Selon nous, si cette vision est la plus répandue parmi les mathématiciens de notre ère, elle devrait sans doute être la plus répandue parmi les auteurs de manuels scolaires qui « traduisent docilement l'esprit dominant d'une époque ». (Bissonnette, 2006, p.9) De plus, comme nous l'avons vu dans la problématique du chapitre 1, la définition des mathématiques donnée dans le programme de formation de l'école québécoise (2001) véhicule surtout des valeurs liées à l'empirisme, telles que l'abstraction et la rationalité (Bélanger, 2008). Cela pourrait avoir une incidence sur le contenu des manuels scolaires du corpus.

Ensuite, nous anticipons que les énoncés de type socioconstructivistes seront les deuxièmes plus fréquents dans les manuels. Ce courant, qui remonte au début du XX^{e} siècle, a été valorisé dans la dernière réforme scolaire québécoise (2001). Puisque les contenus des manuels scolaires doivent suivre le programme scolaire officiel pour être approuvés, nous pensons que cela va encourager la présence d'énoncés de cette nature à travers les documents du corpus.

En dernier lieu, nous pensons que les énoncés de type ethnomathématique seront les moins souvent présentés. Ce concept, élaboré dans les années 1980, est le plus récent si on le compare à l'empirisme et au socioconstructivisme. Au cœur de ce courant, la non-reconnaissance des savoirs et des pratiques mathématiques des populations traditionnelles, des minorités ethniques et socioculturelles et, des femmes est critiquée. Au Québec, cette approche est encore relativement peu connue. En contrepoint, le programme de formation de l'école québécoise (2001) aborde la portée culturelle des mathématiques, leur rôle comme agent intégrateur, la pertinence d'introduire une dimension historique dans leur enseignement et la reconnaissance d'un lien entre les mathématiques et la vie quotidienne. Le fait que ces notions soient mentionnées dans le curriculum pourrait inspirer la vision ethnomathématique du contenu des manuels scolaires. Dans les prochaines pages, nous présentons les catégories employées pour l'analyse épistémologique des « faits mathématiques ».

Les catégories pour les faits mathématiques. Nous avons élaboré huit catégories pour réaliser le classement des énoncés correspondant aux faits mathématiques. Les quatre premières, soit « faits parachutés », « immédiateté », « présomption d'évidence » et « expérimentation qui mène aux faits », s'inspirent de celles employées dans l'étude de Morin (2005)[8]. Nous avons pu induire du contenu les quatre autres catégories : « pluralisme », « complémentarité », « oubliés de l'histoire » et « vie quotidienne ».

---

[8] Dans l'étude de Morin (2005), la catégorie « faits parachutés » se nomme « livre de la nature » car en sciences, c'est la nature elle-même qui mène à une connaissance vraie (Thuiller, 1987). En enseignement des mathématiques, l'aspect « observation de la nature » est moins présent. Voilà pourquoi nous optons pour l'expression « faits parachutés » provenant des travaux de Fourez (1992) en épistémologie des mathématiques.

Ces catégories portent un nom évocateur en lien avec leurs caractéristiques propres, et la présentation des données permettra d'expliquer ce lien.

Le tableau-synthèse 4.2 présente une vue d'ensemble des catégories employées pour analyser les énoncés se rapportant aux faits mathématiques. Ainsi, sur la première ligne horizontale, nous pouvons lire le titre de chacune des huit catégories. Les colonnes situées sous chacune de ces catégories sont toutes divisées de la même façon, en deux sections : « freq. » et « % ». La première section intitulée « freq. » correspond à l'abréviation que nous employons pour le terme « fréquence ». Les données inscrites dans ces colonnes renvoient donc à la fréquence d'apparition des énoncés pour une catégorie donnée dans un manuel scolaire donné. La deuxième section, qui présente le symbole « % », exprime en pourcentage la fréquence d'apparition des énoncés répertoriés. Pour ce qui est des cases formant la colonne de gauche, nous avons inscrit le titre des huit manuels à l'étude. Tel que définie dans la méthodologie au chapitre 3, l'unité d'analyse que nous employons est l'énoncé. Ainsi, le nombre d'énoncés répertoriés dans chaque manuel a aussi été inscrit sous chacun.

Au tableau 4.2, *Freq.* est l'abréviation que nous employons pour le mot « fréquence ». Cela renvoie à la fréquence d'apparition des énoncés pour une catégorie donnée dans un manuel scolaire donné. Nous remarquons que le manuel contenant le moins d'énoncés en compte 108 et appartient à la collection *Clicmaths*, et celui qui en renferme le plus en a 203 et vient de la collection *Adagio*. Il est à noter que les résultats de ce tableau-synthèse seront présentés à la fin de cette section, une fois que nous aurons expliqué à quoi chacune des catégories correspond, et révélé les données recueillies pour chacune d'entre elles. Par la même occasion, nous expliquerons comment lire les données chiffrées de ce tableau. Au cours des prochaines pages, nous présenterons, à l'aide d'exemples, la teneur des énoncés recueillis pour chacune des huit catégories employées pour l'analyse des faits mathématiques dans les manuels du corpus à l'étude.

Tableau 4.2 : Matrice[9] du tableau-synthèse de la classification pour les faits mathématiques

Catégories →	Faits Parachutés		Immédiateté		Présomption d'évidence		Expéri-mentation		Pluralisme		Complé-mentarité		Oubliés de l'histoire		Vie quotidienne	
Manuels ↓	Fréq.	%	Fréq	%	Fréq.	%	Fréq.	%	Fréq.	%	Fréq.	%	Freq	%	Fréq.	%
Clicmaths 3A 124 énoncés																
Clicmaths 3B 128 énoncés																
Clicmaths 4A 111 énoncés																
Clicmaths 4B 108 énoncés																
Adagio A 165 énoncés																
Adagio B 162 énoncés																
Adagio C 174 énoncés																
Adagio D 203 énoncés																

[9] Le terme matrice désigne le tableau-synthèse avant la compilation des résultats.

Catégorie 1 : « faits parachutés ». Les énoncés classés dans cette catégorie présentent les faits mathématiques comme étant donnés et définitifs. Ces faits ne semblent pas pouvoir être remis en cause ou requestionnés (Morin, 2005). Essentiellement, les énoncés de cette catégorie se rapportent à des théorèmes ou à des notions mathématiques fondamentales que l'élève doit apprendre par cœur (Morin, 2005). Les savoirs sont présentés comme étant objectifs et irréfutables (Mathy, 1997; Morin, 2005). Dans les manuels, ces énoncés se retrouvent souvent dans un encadré de couleur ou sous forme de rubrique spéciale nommée, par exemple, « boîte à outils » ou « coffre aux trésors ». Généralement, ils sont rédigés au présent, à la troisième personne du singulier et n'interpellent pas l'élève. Nous avons titré cette catégorie « faits parachutés » parce que les énoncés ne s'adressent à personne en particulier et que leur origine n'est pas mentionnée, comme si les faits mathématiques étaient « parachutés » (Fourez, 1992), tombant du ciel dans le contenu des manuels scolaires. Voici un exemple d'énoncé de type « faits parachutés », abordant la notion de périmètre (figure 4.1).

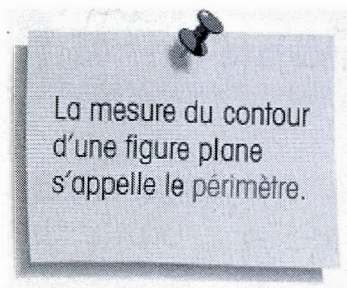


Figure 4.1 : Le périmètre (*Clicmaths,* 3e année, manuel B, p.4)

Cet énoncé, illustré à la manière d'une note qu'on épingle sur un babillard, est rédigé à la troisième personne du singulier et semble indiquer qu'une simple lecture permet de comprendre la notion fondamentale de périmètre. On ne mentionne pas le contexte dans lequel ce fait a été créé, ni dans quel contexte il peut être utilisé. Ainsi, cet énoncé, qui ne s'adresse pas directement à l'élève, est un « fait parachuté ». Le tableau 4.3 montre comment les énoncés « faits parachutés » se répartissent à travers les manuels du corpus.

Tableau 4.3 : Énoncés de la catégorie 1 : « faits parachutés »

	Nombre d'énoncés de la catégorie « faits parachutés »
Clicmaths, manuel 3A	43 sur 121 (36%)*
Clicmaths, manuel 3B	40 sur 125 (32%)
Clicmaths, manuel 4A	32 sur 107 (30%)
Clicmaths, manuel 4B	31 sur 104 (30%)
Adagio, manuel A	53 sur 164 (32%)
Adagio, manuel B	61 sur 160 (38%)
Adagio, manuel C	57 sur 170 (33%)
Adagio, manuel D	75 sur 200 (38%)

*Pour tous les tableaux de cette section, les pourcentages ont été arrondis au centième près.

Plus précisément, le tableau 4.3 montre que les documents à l'étude comportent entre 30% et 38% d'énoncés de type « faits parachutés ».

Catégorie 2 : « immédiateté ». Les énoncés présentent les faits mathématiques comme correspondant à « LA » réalité objective. Les énoncés de type « immédiateté » impliquent systématiquement l'association du texte avec une illustration. Présenter les illustrations ou schémas comme si ces derniers étaient les copies d'un fait est un procédé rhétorique qui peut mener l'élève à penser que s'il ne comprend pas le fait présenté, c'est qu'il n'a pas bien lu et ni regardé la page du manuel (Mathy, 1997; Morin, 2005). Concrètement, pour être considéré de type « immédiateté », un énoncé doit présenter un contenu nouveau pour l'élève à l'aide d'une illustration. Dans les manuels, ces énoncés sont identifiés par les expressions suivantes : « l'illustration montre que ... », « voici ... » ou « l'exemple illustre bien que ... ». De plus, un dessin, un schéma ou un diagramme peut accompagner le texte. L'élève doit observer l'image, comprendre et ensuite répondre à des questions en lien avec ces notions nouvelles. Ainsi, dans cette catégorie, la compréhension des faits doit être « immédiate » chez l'élève, d'où son nom de « immédiateté » (Morin, 2005). Voici un exemple d'énoncé de type « immédiateté » (figure 4.2). Un schéma présente à l'élève ce qu'est un diagramme à bandes.

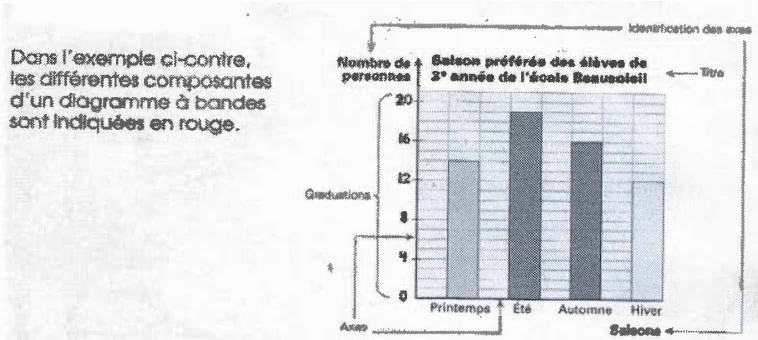


Figure 4.2: Le diagramme à bandes (*Adagio*, 3e année, Manuel A, p.61)

Cet exemple de type immédiateté introduit l'élève aux notions d'axes, de graduations, de titre et d'identification des axes au moyen d'une illustration. Il doit induire que les bandes de couleurs réfèrent au nombre d'élèves de 3e année de l'école Beausoleil préférant le printemps, l'été, l'automne ou l'hiver. Après avoir lu et observé, l'élève devra produire un diagramme à bandes. Voici la répartition des énoncés de type « immédiateté » (tableau 4.4).

Tableau 4.4 : Énoncés de la catégorie 2 : « immédiateté »

	Nombre d'énoncés de la catégorie « immédiateté »
Clicmaths, manuel 3A	22 sur 121 (18%)
Clicmaths, manuel 3B	23 sur 125 (19%)
Clicmaths, manuel 4A	23 sur 107 (22%)
Clicmaths, manuel 4B	23 sur 104 (22%)
Adagio, manuel A	31 sur 164 (19%)
Adagio, manuel B	33 sur 160 (21%)
Adagio, manuel C	32 sur 170 (19%)
Adagio, manuel D	36 sur 200 (18%)

Comme l'illustre le tableau 4.4 ci-dessus, chacun des documents à l'étude comporte entre 18% et 22% d'énoncés de cette catégorie.

Catégorie 3 : « présomption d'évidence ». Les énoncés classés dans cette catégorie présentent les faits mathématiques comme quelque chose qui va de soi et qui n'a pas besoin d'être expliqué. Ces énoncés font directement appel aux perceptions sensorielles de l'élève, par la manipulation de matériel, l'observation ou la mise en pratique instantanée d'un fait. Puisque ces énoncés présentent les notions nouvelles sans explication, comme si ces dernières étaient « évidentes », cette catégorie porte le nom de « présomption d'évidence » (Morin, 2005). Cela rappelle un peu l'esprit de la catégorie « immédiateté », mais ici, les énoncés s'adressent directement à l'élève. Dans les manuels, ces énoncés interpellent un écolier toujours apte à comprendre les faits mathématiques à l'aide d'expressions telles que « comme tu sais », « comme tu as pu constater » ou « tu réalises que ». Ici, la figure 4.3 introduit les notions de lignes parallèles, de lignes perpendiculaires et de rectangle.

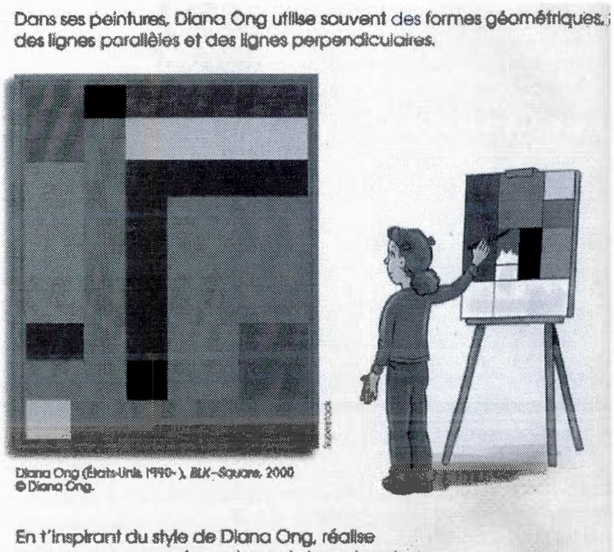


Figure 4.3: Les types de lignes (*Clicmaths*, 4e année, volume B, p.2)

Le contenu de cet énoncé est « présumé évident ». Avant d'être en contact avec les notions de lignes parallèles et perpendiculaires, l'élève n'a eu aucune explication préalable. En lisant le texte et en observant l'illustration, ce dernier doit comprendre les notions nouvelles et les mettre en application dans un exercice. Le tableau 4.5 présente la répartition des énoncés de type « présomption d'évidence ».

Tableau 4.5: Énoncés de la catégorie 3 : « présomption d'évidence »

	Nombre d'énoncés de la catégorie « présomption d'évidence »
Clicmaths, manuel 3A	22 sur 121 (18%)
Clicmaths, manuel 3B	33 sur 125 (26%)
Clicmaths, manuel 4A	26 sur 107 (24%)
Clicmaths, manuel 4B	33 sur 104 (32%)
Adagio, manuel A	50 sur 164 (31%)
Adagio, manuel B	35 sur 160 (22%)
Adagio, manuel C	51 sur 170 (30%)
Adagio, manuel D	64 sur 200 (32%)

Comme l'illustre le tableau 4.5, chacun des documents à l'étude comporte entre 18% et 32% d'énoncés de cette catégorie.

Catégorie 4 : « expérimentation qui mène aux faits ». Dans cette catégorie, une expérimentation réalisée par l'élève doit être présentée afin de le mener directement à un fait (Morin, 2005). Ces énoncés suggèrent que la participation de l'élève au processus le mènera aux faits avant que la réponse ne lui soit fournie. Bien que l'élève soit impliqué dans la démonstration du fait, ces expérimentations ne sont pas exploratoires, car elles sont directives menant à une proposition de solution unique. Ainsi, comme tous les élèves de la classe arriveront au même résultat, l'expérimentation laisse sous-entendre que le fait mathématique « découvert » est universel et objectif.

Dans les manuels, ces énoncés s'adressent directement à l'élève. Généralement, le matériel proposé à l'élève pour la démonstration est décrit et un pictogramme montre qu'une feuille spécialement conçue pour recueillir ses résultats lui sera remise par son enseignant. Par exemple, dans l'énoncé de la figure 4.4, un manuel de la collection *Adagio* aborde la relation entre les unités de mesure conventionnelles sous la forme d'une expérimentation.

A Découpe 5 illustrations dans un catalogue, une revue ou des dépliants publicitaires. Chacune de ces illustrations doit avoir une longueur comprise entre 5 cm et 12 cm.

B Mesure la longueur en millimètres de chacune de ces illustrations.

C Colle les illustrations sur le tableau de la feuille qu'on te remettra. Indique les résultats de mesure obtenus.

Figure 4.4 : Choix de l'unité de mesure (*Adagio*, 4^e année, Manuel C, p.36)

En réalisant l'expérience décrite à la figure 4.4, l'élève devrait constater que le choix des unités de mesure est établi par convention. L'expérimentation le mène directement à un fait mathématique nouveau, et le guide vers une seule solution unique sans alternative. De plus, nous remarquons que le premier pictogramme représente une main tenant une feuille de papier, signifiant « utilise la feuille qu'on te remettra ». (Lacasse, 2002, p.3), tandis que le deuxième illustre un dé, un domino et un jeton, signifiant « utilise du matériel de manipulation ». (Lacasse, 2002, p.3) La signification de ces icônes est expliquée au début de tous les manuels de la collection *Adagio*. Nous remarquons au tableau 4.6 que la catégorie « expérimentation qui mène aux faits » représente entre 3% et 8% du nombre total d'énoncés dans les huit manuels à l'étude.

Tableau 4.6 : Énoncés de la catégorie 4 : « expérimentation qui mène aux faits »

	Énoncés de la catégorie « expérimentation qui mène aux faits »
Clicmaths, manuel 3A	7 sur 121 (6%)
Clicmaths, manuel 3B	10 sur 125 (8%)
Clicmaths, manuel 4A	6 sur 107 (6%)
Clicmaths, manuel 4B	6 sur 104 (6%)
Adagio, manuel A	5 sur 164 (3%)
Adagio, manuel B	7 sur 160 (4%)
Adagio, manuel C	3 sur 170 (2%)
Adagio, manuel D	6 sur 200 (3%)

Catégorie 5 : « pluralisme ». Les énoncés classés dans cette catégorie présentent des faits mathématiques multivoques parce qu'une notion mathématique peut être expliquée à l'élève à travers des modèles différents. De ce fait, l'élève entre en contact avec une réalité mathématique qui est relative et non « absolue » comme dans les catégories précédentes. Dans les manuels, ces énoncés emploient généralement des formules comme « il existe plusieurs façons de … » ou « ces deux modèles montrent que … ». De façon générale, les énoncés ne s'adressent à personne en particulier. Dans la figure 4.5, les auteurs proposent d'enseigner à l'élève plusieurs techniques pour additionner des nombres.

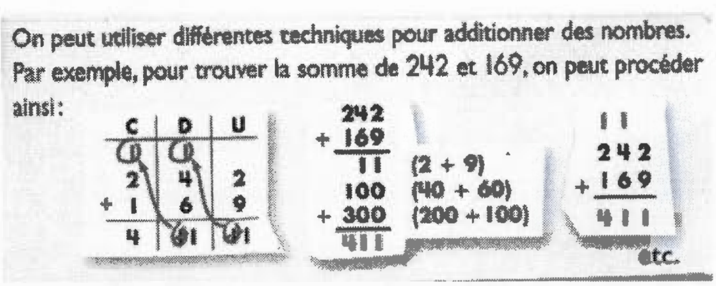


Figure 4.5 : Des techniques pour additionner (*Adagio*, 3e année, Manuel B, p.40)

Cet énoncé est de type « pluraliste », puisqu'il expose trois façons différentes de faire la somme des nombres 242 et 169. En plus, la présence de l'abréviation *etc.* dans le coin inférieur droit indique à l'élève qu'il existe encore d'autres moyens de réaliser cette addition. Le tableau 4.7 propose la répartition des énoncés de type « pluralisme ».

Tableau 4.7 : Énoncés de la catégorie 5 : « pluralisme »

	Nombre d'énoncés de la catégorie « pluralisme »
Clicmaths, manuel 3A	9 sur 121 (7%)
Clicmaths, manuel 3B	4 sur 125 (3%)
Clicmaths, manuel 4A	7 sur 107 (6%)
Clicmaths, manuel 4B	1 sur 104 (1%)
Adagio, manuel A	13 sur 164 (8%)
Adagio, manuel B	11 sur 160 (7%)
Adagio, manuel C	12 sur 170 (8%)
Adagio, manuel D	8 sur 200 (4%)

Sur le total des énoncés dénombrés dans les huit manuels à l'étude, le pourcentage d'énoncés de ce type est entre 1% à 10%.

Catégorie 6 : « complémentarité des idées et des époques ». Dans cette catégorie, les énoncés présentent des faits mathématiques qui se complètent, évoluent et se complexifient à travers le temps, parce que des éléments s'ajoutent à une théorie ou parce que la technologie et les outils mathématiques évoluent. Ainsi, le manuel indique que les faits mathématiques sont perfectibles, construits par l'humain et évoluent à travers le temps. À la manière d'un manuel d'histoire, les énoncés de la catégorie « complémentarité » peuvent être introduits par des expressions comme « au fil des siècles », « il y a bien longtemps », ou « aujourd'hui ». Dans cette catégorie, les énoncés peuvent s'adresser à l'élève ou employer un ton impersonnel.

Par exemple, dans un des manuels de la collection *Adagio* (figure 4.6), un encadré laisse sous-entendre que la notion de division n'a pas toujours existé.

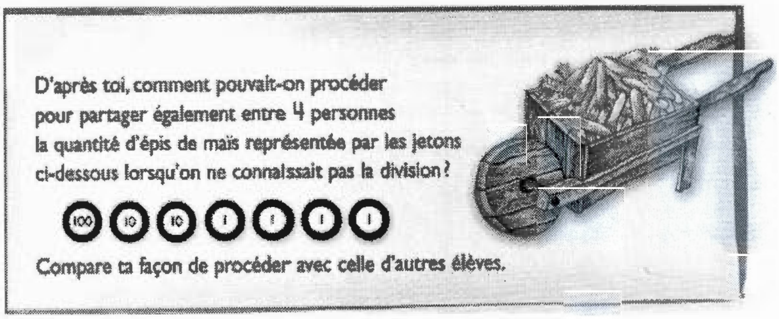


Figure 4.6 : Avant la division… (*Adagio*, 3e année, Manuel B, p.49)

L'énoncé de la figure 4.6 fait réfléchir l'élève sur le fait que la division n'a pas toujours été un procédé connu des humains. On lui demande d'imaginer la façon dont les objets pouvaient être partagés en parts égales avant l'apparition de la division. Au total, il y a entre 2% et 5% d'énoncés de ce type par manuel (tableau 4.8).

Tableau 4.8 : Énoncés de la catégorie 6 : « complémentarité »

	Nombre d'énoncés de la catégorie « complémentarité »
Clicmaths, manuel 3A	5 sur 121 (5%)
Clicmaths, manuel 3B	4 sur 125 (3%)
Clicmaths, manuel 4A	4 sur 107 (4%)
Clicmaths, manuel 4B	2 sur 104 (2%)
Adagio, manuel A	7 sur 164 (4%)
Adagio, manuel B	8 sur 160 (5%)
Adagio, manuel C	7 sur 170 (4%)
Adagio, manuel D	6 sur 200 (3%)

Le tableau 4.8 permet de remarquer que des énoncés de type complémentarité sont saupoudrés dans les tous les manuels du corpus, mais que leur nombre est toutefois restreint.

Catégorie 7 : « contribution des oubliés de l'histoire ». Tel qu'évoqué dans le deuxième chapitre, certains auteurs (Ascher, 2008 ; D'Ambrosio, 2001 ; Gerdes, 2005) considèrent que les civilisations extra occidentales, les populations indigènes et les femmes ont été « oubliées » dans le parcours de l'histoire des mathématiques. Cette section rappelle les nouvelles avancées qui ont démontré le rôle et la contribution de ces « oubliés de l'histoire » dans la construction des savoirs mathématiques.

Dans les manuels, ces énoncés ne s'adressent pas toujours directement à l'élève. De plus, les faits mathématiques qu'ils présentent peuvent être associés à une personne ayant œuvré de manière isolée, ou à une nation entière. Par exemple, à la figure 4.7, un énoncé propose à l'élève la mesure du temps chez les Égyptiens.

Figure 4.7 : Le temps chez les Égyptiens (*Clicmaths*, 3^e^ année, volume A p.140)

Cet énoncé est de type « oubliés de l'histoire » parce que l'élève est exposé au savoir-faire mathématique d'une civilisation extra occidentale, en l'occurrence celle du peuple égyptien. Bien que les Égyptiens soient souvent cités, par exemple dans les livres d'histoire, nous relevons quand même leurs contributions dans cette catégorie, puisque ce pays est extra occidental. Le tableau ci-dessous présente la répartition des énoncés de type « oubliés de l'histoire ».

Tableau 4.9 : Énoncés de la catégorie 7 : « oubliés de l'histoire »

	Nombre d'énoncés de la catégorie « oubliés de l'histoire »
Clicmaths, manuel 3A	4 sur 121 (3%)
Clicmaths, manuel 3B	2 sur 125 (2%)
Clicmaths, manuel 4A	2 sur 107 (2%)
Clicmaths, manuel 4B	1 sur 104 (1%)
Adagio, manuel A	2 sur 164 (1%)
Adagio, manuel B	2 sur 160 (1%)
Adagio, manuel C	5 sur 170 (3%)
Adagio, manuel D	1 sur 200 (0,5%)

Ainsi, il y a entre 0.5% et 3% d'énoncés de type « oubliés de l'histoire » par manuel (tableau 4.9).

Catégorie 8 : « vie quotidienne ». Dans cette catégorie, le lien entre l'apprentissage d'un fait mathématique et son emploi dans la vie quotidienne est représenté par des situations familières pour un élève vivant au Québec. Ces énoncés arrivent souvent à la fin d'un thème, une fois que les notions théoriques ont été apprises par l'élève. La rubrique « Dans ma vie » ou encore l'encadré intitulé « Le savais-tu? », illustrent, pour une meilleure compréhension de l'élève, comment les connaissances mathématiques acquises pourront lui être utiles au quotidien. Par exemple, à la figure 4.8, l'énoncé « Dans ma vie » aborde les notions mathématiques utiles dans les métiers telles que lignes parallèles, lignes perpendiculaires et angles surlignées en bleu. Cette illustration montre une personne pratiquant un métier lié à la construction d'une charpente de maison. Les notions mathématiques peuvent être mises en évidence en étant écrites d'une autre couleur ou en caractère « gras ».

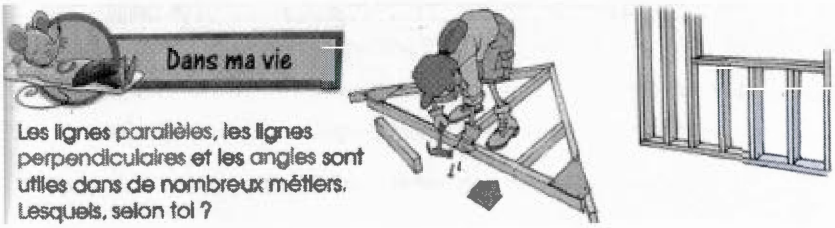


Figure 4.8 : Les angles et les métiers (*Clicmaths*, 3^{e} année, Volume A, p.51)

Dans cet énoncé de type « vie quotidienne », le lien entre les métiers de la construction et l'apprentissage des lignes parallèles, des lignes perpendiculaires et des angles est mis en lumière. La répartition des énoncés de type « vie quotidienne » est représentée dans le tableau qui suit.

Tableau 4.10 : Compilation des énoncés de la catégorie 8 : « vie quotidienne »

	Nombre d'énoncés de la catégorie « vie quotidienne »
Clicmaths, manuel 3A	9 sur 121 (7%)
Clicmaths, manuel 3B	9 sur 125 (7%)
Clicmaths, manuel 4A	7 sur 107 (6%)
Clicmaths, manuel 4B	7 sur 104 (6%)
Adagio, manuel A	3 sur 164 (2%)
Adagio, manuel B	3 sur 160 (2%)
Adagio, manuel C	3 sur 170 (2%)
Adagio, manuel D	4 sur 200 (2%)

Ce tableau démontre que 2% et 7% des énoncés évoquent la vie quotidienne. Ceci met fin à la présentation des huit catégories employées pour l'analyse épistémologique des faits mathématiques contenus dans les manuels *Clicmaths* et *Adagio*. Dans la section qui suit, nous ferons la synthèse des données collectées.

4.1.2 Synthèse des données

Dans la section précédente, les caractéristiques des huit catégories ont été présentées qualitativement et quantitativement. Nous proposons maintenant la synthèse des données recueillies. Tout d'abord, le tableau 4.11 ci-dessous présente la classification des énoncés par catégorie et par document et offre une vue d'ensemble de la répartition des résultats. Nous y dévoilons le nombre d'énoncés correspondant à chacune des catégories pour les huit manuels analysés, ainsi que le nombre total d'énoncés répertoriés dans chaque document. De plus, ce tableau indique le pourcentage d'énoncés d'une catégorie par rapport au nombre total d'énoncés d'un document. Par exemple, pour le manuel 3A de *Clicmaths*, 43/121 énoncés se rapportent à la catégorie « faits parachutés », ce qui correspond à 37% du nombre total d'énoncés contenus dans ce manuel.

Un autre élément important présenté dans ce tableau est le lien qui unit les différentes catégories aux postures empiriste, socioconstructiviste et ethnomathématique. Ainsi, nous constatons que les quatre catégories « faits parachutés », « immédiateté », « présomption d'évidence » et « expérimentation qui mène aux faits » comportent des énoncés dont la teneur est empiriste. D'autre part, les catégories « pluralisme » et « complémentarité » se rattachent plutôt à une vision socioconstructiviste des faits, alors que les catégories « oubliés de l'histoire » et « vie quotidienne » vont regrouper des énoncés associés à l'ethnomathématique.

Tableau 4.11 : Compilation des résultats pour les faits mathématiques

Catégories →	Faits Parachutés		Immédiateté		Présomption D'évidence		Expéri-mentation		Pluralisme		Complé-mentarité		Oubliés de l'histoire		Vie quotidienne	
Manuels ↓	Fréq.	%	Fréq.	%	Fréq.	%	Fréq.	%	Fréq.	%	Fréq.	%	Freq	%	Fréq.	%
Clicmaths 3A (121 énoncés)	43	36	22	18	22	18	7	6	9	7	5	5	4	3	9	7
Clicmaths 3B (125 énoncés)	40	32	23	19	33	26	10	8	4	3	4	3	2	2	9	7
Clicmaths 4A (107 énoncés)	32	30	23	22	26	24	6	6	7	6	4	4	2	2	7	6
Clicmaths 4B (104 énoncés)	31	30	23	22	33	32	6	6	1	1	2	2	1	1	7	6
Adagio A (164 énoncés)	53	32	31	19	50	31	5	3	13	8	7	4	2	1	3	2
Adagio B (160 énoncés)	61	38	33	21	35	22	7	4	11	7	8	5	2	1	3	2
Adagio C (170 énoncés)	57	33	32	19	51	30	3	2	12	8	7	4	5	3	3	2
Adagio D (200 énoncés)	75	37.5	36	18	64	32	6	3	8	4	6	3	1	0.5	4	2
Somme totale (1151énoncés)	392	34.1	223	19.6	314	27.2	50	4.3	65	5.6	43	3.7	19	1.6	45	3.9

Pôle empiriste
(85,2 % des énoncés)

Pôle socioconstructiviste
(9,3 % des énoncés)

Pôle ethnomathématique
(5,5% des énoncés)

Ainsi, nous constatons qu'une grande majorité des énoncés renvoie à une présentation empiriste des faits mathématiques. Pour preuve, quatre catégories sur huit, soit « faits parachutés » (34%), « immédiateté » (20,3%), « présomption d'évidence » (28%) et « expérimentation qui mène aux faits » (5%), se rapportent à une rhétorique empiriste. Lorsque nous additionnons la part d'énoncés que ces dernières englobent, nous obtenons une représentation totale de **85,3%** des énoncés concernant les faits mathématiques (34% + 20,3% + 28% + 5% = 85,3%). Par ailleurs, les résultats obtenus pour les catégories « pluralisme » (5,6%) additionnés à ceux de la catégorie « complémentarité » (3,7%) représentent **9,3%** des énoncés à une vision socioconstructiviste des faits mathématiques (3,7% + 5,6% = 9,3%). En dernier lieu, pour obtenir la part d'énoncés liés à la perspective ethnomathématique, nous combinons les pourcentages des données recueillies pour les catégories « oubliés de l'histoire » (1,6%) et « vie quotidienne » (3,9%), ce qui donne un total de **5,5%** (1,6% + 3,9% = 5,5%).

Les catégories liées à l'empirisme. Au tableau 4.11, quatre catégories sur huit se rapportent à une rhétorique empiriste (« faits parachutés », « immédiateté », « présomption d'évidence » et « expérimentation qui mène aux faits »), représentant au total 85,3% des énoncés.

La catégorie « faits parachutés » est celle qui renferme le plus grand nombre d'énoncés pour les faits mathématiques, représentant en moyenne 34% des énoncés. Dans cette catégorie, les faits ne sont pas influencés par le contexte ou les besoins qui ont mené à leur découverte, dès lors, ils sont abordés de manière irréfutable. Cela correspond à une vision empiriste, qui « repose sur la croyance en une science mathématique objective et neutre, qui, quand elle est pratiquée correctement, serait universelle ». Fourez *et coll.,* 1997, p.10) Dans cette optique, il y a une distinction entre ce qui est mathématique et ce qui ne l'est pas.

De son côté, la catégorie « immédiateté », qui comprend 20,3% des énoncés, correspond à une autre des caractéristiques empiristes qui suppose que, dans l'élaboration des savoirs mathématiques, un contact direct avec le réel est possible sans aucune interprétation (Fourez, 1992). Ici, le manuel a recours à l'illustration, au schéma ou à l'exercice, comme si les faits représentaient « LA » réalité.

En troisième lieu, il y a la catégorie « présomption d'évidence », qui comprend en moyenne 28% des énoncés. Ces énoncés exposent des procédés d'accès aux savoirs mathématiques objectifs et logico-déductifs. Les faits mathématiques évoluent en dehors de toute culture et correspondent à la vérité absolue. Pour ces raisons, les énoncés de la catégorie « présomption d'évidence » envisagent les faits mathématiques d'un point de vue empiriste.

En ce qui concerne la catégorie « expérimentation qui mène aux faits », elle touche 5% des énoncés. Cette catégorie liée à l'empirisme fait vivre à l'élève le processus d'expérimentation logico-déductif des mathématiques « pures », soit un procédé où l'expérience mène à un résultat objectif et unique.

Catégories liées au socioconstructivisme. Les deux catégories liées au socioconstructivisme sont « pluralisme » et « complémentarité ». La plus souvent rencontrée est la catégorie « pluralisme », touchant en moyenne 5,6% des énoncés. Ceux-ci réfèrent à une manière socioconstructiviste de considérer les faits mathématiques, puisqu'ils les présentent comme envisageables de plusieurs façons. Par exemple, rappelons-nous de l'énoncé présentant à l'élève trois différentes techniques pour additionner des nombres (figure 4.8). Précisément, sur le plan épistémologique, le socioconstructivisme affirme que toutes les connaissances élaborées par l'humain ont différentes interprétations (Fourez, 1992).

La deuxième catégorie socioconstructiviste est « complémentarité » et a été répertoriée en moyenne dans 3,7% des énoncés. Ces derniers présentent le fait mathématique comme une construction perfectible de l'être humain, ce qui renvoie à la posture socioconstructiviste qui affirme « l'évolution et la complexification des modèles mathématiques à travers le temps ».(Morin, 2005, p.119)

Catégories liées à l'ethnomathématique. La première catégorie, soit « oubliés de l'histoire », est présente dans en moyenne 1,6% des énoncés liés aux faits mathématiques. Comme déjà mentionné, en ethnomathématique, les oubliés de l'histoire sont : les civilisations autres qu'occidentales, les populations indigènes et les femmes (D'Ambrosio, 1999). Dans le corpus, 19 énoncés ont été répertoriés pour la catégorie « oubliés de l'histoire ». Précisément, 17 énoncés font référence à l'Égypte ancienne et un énoncé à la civilisation chinoise. Aucun énoncé en lien avec les pratiques mathématiques des populations indigènes n'a été trouvé. En ce qui concerne le travail des femmes, un seul énoncé présente la contribution de la mathématicienne Hypatie (*Clicmaths*, 4e année, Volume B, p.137).

Puis, la catégorie « vie quotidienne », qui propose 3,9% des énoncés, réfère à des pratiques quotidiennes en établissant un lien entre la vie de la classe et celle de la maison. En ethnomathématique, l'idée est d'utiliser des activités que les élèves voient ou effectuent réellement, en vue de rapprocher les mathématiques enseignées à l'école de la réalité vécue par l'enfant (D'Ambrosio, 2001). Cela sert de tremplin pour amener l'élève à entrer dans l'univers des mathématiques plus complexe, en plus de lui permettre de démystifier cette matière[10].

Ainsi, la synthèse des données présentée ci-haut montre que le poids relatif des énoncés liés aux faits mathématiques varie beaucoup selon qu'ils se rattachent à une posture empiriste (85,2%), socioconstructiviste (9,3%) ou ethnomathématique

---

[10] Cette notion de partir du quotidien de l'élève est aussi présente dans le socioconstructivisme pédagogique (chapitre 1). Cependant, dans une perspective épistémologique, les énoncés de la catégorie « vie quotidienne » ne se rattachent pas au socioconstructivisme, car ils ne sollicitent pas la participation de l'élève et ne l'amènent pas à construire ses nouvelles connaissances.

(5,5%). Ce portrait nous invite à revenir sur l'anticipation des résultats que nous avons formulée plus haut à la section 4.1.1. Nous avions anticipé que la posture empiriste serait la plus valorisée dans les manuels à l'étude, suivie de la vision socioconstructiviste et, en dernière place, de l'ethnomathématique. À la lumière des résultats obtenus, notre anticipation se confirme. Cette synthèse des résultats nous mène à la section suivante, qui s'intéresse à l'analyse et à l'interprétation des données.

4.1.3 Analyse et interprétation des résultats

Dans cette section, nous allons porter un regard global sur la répartition des énoncés de types empiriste, socioconstructiviste et ethnomathématique dans les manuels, et tenter de déterminer la portée de ces résultats dans l'enseignement/apprentissage des mathématiques.

La perspective empiriste. Le pourcentage très élevé de faits empiristes dans les manuels, soit 85,3%, permet de conclure que les manuels scolaires du corpus renvoient à l'élève l'idée que les connaissances mathématiques sont neutres, universelles et fondamentales (Astolfi, 2005, 2006). Dès lors, les manuels des collections *Clicmaths* et *Adagio* projettent l'image de mathématiques qui sont objectives. Par ailleurs, dans ces énoncés, on ne fait généralement pas participer l'élève qui semble être un récepteur des savoirs (Morin, 2005). Ainsi, on ne lui donne pas l'occasion de devenir un interlocuteur valable et de comprendre que les faits mathématiques sont fonctionnels dans certains contextes, et que leur standardisation a impliqué une foule d'actions (Fourez, 1992; Mathy, 1997; Morin, 2005).

En outre, nous souhaitons relever la faible proportion d'énoncés (4,3%) sous la rubrique empiriste « expérimentation qui mène aux faits ». Pourtant, l'expérimentation peut être une bonne stratégie pédagogique pour varier l'enseignement/apprentissage des mathématiques en classe puisque l'enseignement et l'apprentissage sont indissociables. Par exemple, une expérimentation pourrait replonger l'élève dans des situations où l'humain a dû découvrir un fait pour se sortir d'une impasse liée aux défis quotidiens. Aussi, au lieu de faire vivre à l'élève une expérience aux paramètres clairement définis, l'expérimentation pourrait lui faire connaître le processus d'essais et d'erreurs indissociable de la découverte d'un fait mathématique qui a pris des siècles à être converti en équation ou en théorème (Sleeter, 1997). Selon nous, ces possibilités liées aux énoncés de type « expérimentation qui mène aux faits » seraient à explorer pour le bénéfice des jeunes aux prises avec la peur des mathématiques.

En somme, la perspective empiriste considère la diversité comme un problème et non comme une ressource à exploiter. Cette perspective présente les faits mathématiques à comprendre, à mémoriser, à concevoir et à maîtriser d'une façon déterminée d'avance. Cette image des faits mathématiques soit disant « purs », découverte par des procédés logico-déductifs poussés et exempts de toute interprétations humaines et culturelles, est celle qui prévaut dans les manuels du corpus. Les énoncés se rapportant à la posture empiriste, qui sont autant de façons différentes de dire à l'élève que les faits mathématiques sont universels et intemporels, deviennent en quelque sorte des arguments d'autorité (Morin, 2005). Ainsi, en plus de se frotter à l'autorité de l'écrit scolaire, l'élève a à faire face, lorsqu'il consulte son manuel, à l'autorité des faits mathématiques (Mathy, 1997; Morin, 2005). Dans les prochaines pages, nous abordons certaines pistes qui permettraient de « revisiter » le contenu des manuels des collections *Clicmaths* et *Adagio*.

La perspective socioconstructiviste. Les énoncés qualifiés de socioconstructivisme représentent 9,3% du corpus. Ces rares énoncés renvoient rarement à l'élève l'image que les mathématiques sont des interprétations perfectibles et multiples évoluant à travers le temps. Concrètement, des énoncés socioconstructivistes permettent à l'élève de percevoir les mathématiques comme une science en reconstruction perpétuelle et ouverte à diverses façons de faire (Morin, 2005). Cela peut l'encourager à prendre plus de risques et à être plus créatif lorsqu'il cherche à solutionner une situation mathématique. Tout compte fait, il y a plusieurs bonnes réponses pour résoudre un problème, soit dans la classe, soit dans la vie (Carignan, 2004).

De plus, au lieu de valoriser une approche où l'écolier doit apprendre par cœur un mode d'application, une démarche socioconstructiviste l'encourage à comprendre différentes méthodes et choisir celle qui convient le mieux (Mathy, 1997). Dans le contexte de la mondialisation et de la communication qui caractérise l'univers des élèves, cette approche offre une vision moderne et contemporaine des faits mathématiques (Lerman, 1990).

Pour terminer, proposer une image socioconstructiviste des faits mathématiques dans les manuels scolaires vient remettre en question le rapport de pouvoir empiriste qui détermine la supériorité des savoirs mathématiques « purs » et l'infériorité des savoirs subjectifs construits par l'humain (Morin, 2005). L'approche socioconstructiviste vise à promouvoir l'adaptation des contenus du curriculum, en introduisant l'idée que la diversité n'est pas un problème mais est plutôt une richesse (Armaline, 1995 ; Bennett, 1999 ; Carignan, Feza et Pourdavood, 2008).

La perspective ethnomathématique. La compilation des données pour les faits mathématiques a révélé que seulement 5,5% des énoncés recueillis vont dans le sens d'une perspective ethnomathématique. D'abord et avant tout, cette posture vise une meilleure compréhension des dynamiques multiples qui génèrent la connaissance (Vithal et Skovsmose, 1997) et une vision élargie des mathématiques, reliées au monde réel et ancrées dans l'histoire, à travers le temps et l'espace.

Force est de constater que les seules civilisations autres qu'occidentales représentées dans le corpus sont l'Égypte et la Chine anciennes et lointaines. Pourtant, l'histoire mondiale des systèmes numériques, qui se conjugue au pluriel, est impressionnante (Ifrah, 1994). Il faudrait se demander pourquoi l'histoire mouvementée et méconnue des mathématiques n'est pas reflétée dans les manuels scolaires (Dasen, 2005). Par exemple, la plupart des systèmes de numération qui existent actuellement sont de base dix, puisque tout le monde a commencé à compter sur ses dix doigts (Ifrah, 1994). Pourtant, les Mayas, les Aztèques, les Celtes et les Basques s'étaient rendu compte qu'en se penchant, ils pouvaient compter aussi sur leurs orteils. Pour cette raison, ils avaient adopté la base vingt (Girodet, 1996). Pour les Sumériens et les Babyloniens, ils comptaient en base soixante (Ifrah, 1994). D'ailleurs, ce sont « eux » qui « nous ont légué ces fameux problèmes de division du temps en heures, minutes et secondes, que tous nos écoliers connaissent et redoutent à la fois ».(Ifrah, 1994, p.9)

De plus, aucun énoncé se rapportant aux pratiques mathématiques des indigènes n'a été retrouvé. Pourtant, que ce soit le système de comptage des Yupno (Dasen, 2004), des Oksapmin (Saxe, 1981) et des Inuit[11] (Poirier, 2000) ou les pratiques géométriques des Malekula (Ascher, 1998), des peuplades mozambiques (Gerdes, 1995) ou des Incas (Ascher, 1998), des raisonnements mathématiques poussés ont été répertoriés dans toutes les populations traditionnelles. Dans les manuels, par exemple, les notions de géométrie pourraient être enseignées en partant des motifs de ceintures fabriquées avec des perles par les Amérindiens au XIXe siècle (Barkely, 1999; Nishimoto, 1998), qui comportent l'ensemble des sept groupes de symétrie identifiés en géométrie, comme la translation, la réflexion et la rotation. Aussi, l'addition et la

[11] En inuktitut, langue des Inuit, le mot *Inuit* est le pluriel d'*Inuk*. Bien que l'office de la langue française propose d'écrire au féminin « Inuite » et au pluriel « Inuits », nous avons opté pour la racine étymologique du mot.

soustraction pourraient être abordées en présentant le comptage sur les parties du corps, fréquent en Papouasie-Nouvelle-Guinée chez les sociétés Yupno (Dasen et coll., 2005) ou Oksapmin (Saxe, 1981). Dans ces exemples, les idées mathématiques sont implicites et distribuées dans les activités de la vie de tous les jours. En intégrant ce type de savoirs au curriculum, les mathématiques deviennent « an important aspect of what it means to be human ». (Ascher, 1998, p.187)

Par ailleurs, les manuels du corpus occultent la contribution des mathématiciennes. Combien d'élèves, voire d'enseignants, connaissent les noms ou les contributions d'Hypathie, d'Agnesi, de la Marquise du Chatelet, de Sophie Germain ou de Sonya Kovalevsky? Malgré la longue tradition d'élitisme masculin qui a entouré les mathématiques, « a galaxi of brilliant women have made very substantial creative contributions to its development ». (Osen, 1997, p.122). Tant pour encourager les jeunes filles à persévérer en mathématiques, que pour rendre justice aux contributions des savantes de tous lieux et de toutes époques, il importe de reconnaitre les réalisations et la contribution des mathématiciennes. (D'Ambrosio, 2001; Gerdes, 1995; Osen, 1997).

Il en va de même d'établir des liens entre les mathématiques enseignées à l'école et la vie quotidienne des élèves (D'Ambrosio, 2001; Girodet, 1996; Lave, 1988). Cette approche, préconisée dans le programme de mathématiques, promeut l'importance de « concevoir les connaissances comme des outils à utiliser dans la vie de tous les jours ». (MEQ, 2001, p.122) Dans la collection *Clicmaths*, les auteurs ont même pris la peine de créer une section intitulée « Dans ma vie » pour mettre en valeur les énoncés de ce type. Toutefois, ces énoncés, qui restent faiblement représentés dans le corpus (3,9%), tissent peu de liens avec la vie quotidienne des élèves, sont peu stimulants pour eux, en plus d'être souvent tirés par les cheveux.

En résumé, un survol a permis de réaliser à quel point les manuels sont pauvres sur le plan de l'histoire « véritablement » universelle des mathématiques (Carignan, 2004). Ce qui est universel dans cette discipline, est le fait que toutes les sociétés ont produit une pensée mathématique dans différentes manières de compter, mesurer, se situer dans l'espace, dessiner et bâtir, jouer et expliquer (Bishop, 1991). Raconter aux élèves l'épopée millénaire de l'histoire des numérations a le pouvoir de rendre les mathématiques une matière passionnante (Ifrah, 1994; Carignan, 2004).

Après avoir présenté, synthétisé, analysé et interprété les faits mathématiques, dans les prochaines pages, nous suivrons le même parcours pour la démarche des mathématiciens.

4.2 La démarche des mathématiciens

Dans cette section, nous proposons la présentation, la synthèse et, l'analyse et l'interprétation des résultats obtenus pour la démarche des mathématiciens. D'abord, nous allons identifier et classifier les énoncés. Puis, à l'aide d'exemples extraits du corpus, nous expliquons comment les énoncés peuvent se manifester dans les manuels (4.2.1). Les résultats sont ensuite commentés dans la « synthèse des données » (4.2.2). Une troisième et dernière section présente l'analyse et l'interprétation des résultats (4.2.3).

4.2.1 Présentation des données

Avant de présenter les données utilisées pour la démarche des mathématiciens, rappelons la grille d'analyse (tableau 4.12) présentant les postures empiriste, socioconstructiviste et ethnomathématique.

Tableau 4.12 : Grille d'analyse pour le critère 2 : La démarche des mathématiciens

Critère 2	Pôle Empiriste	Pôle Socioconstructiviste	Pôle Ethnomathématique
La démarche des mathématiciens	On présente la découverte comme allant de soi et seul le résultat du travail du mathématicien est exposé. On valorise le travail d'un savant utilisant une démarche logico-déductive et objective, traits caractéristiques des mathématiciens grecs et romains. Dans les manuels : Le manuel expose une «découverte» faite par tel savant à une date précise, sans référence au contexte intellectuel qui donne «son» sens à cette «découverte». Le manuel fait l'éloge des savants cités. Ces derniers sont considérés isolément et identifiés par leur date de naissance et de décès, l'effigie ou la photo : leur unicité est primée.	Exposé du savoir mathématique en relation avec ses aspects méthodologiques. Les savoirs sont construits par des mathématiciens en divers moments d'un processus de recherche. Les mathématiciens inventent des modèles interprétatifs et choisissent de relire le monde en testant la fécondité de ces modèles. Dans les manuels : Le manuel permet de dégager le sentiment d'une communauté mathématique nombreuse, influencée par des contextes intellectuels d'époque, plutôt en lien avec l'histoire de l'Europe. Les mathématiciens sont des savants qui interagissent, collaborent, s'influencent, font des erreurs, opposent leurs points de vue et travaillent en équipe.	Les mathématiciens inventent des modèles pour répondre à des besoins liés à leur réalité. Leur démarche est influencée par un contexte social et culturel. Il y a un aspect historique lié au travail des mathématiciens, à travers le temps et l'espace. On mentionne les erreurs commises et les efforts qui ont mené aux grandes découvertes de l'humanité. Dans les manuels : Le manuel présente les mathématiques implicites utilisées par un groupe culturel, comme des mathématiques dans la pratique des charpentiers ou des marchands. Les mathématiciens ne sont pas nécessairement des universitaires travaillant avec des outils à la fine pointe de la technologie.

Avant de présenter les données, nous expliquerons ce que nous prévoyons découvrir dans les manuels du corpus en lien avec la « démarche des mathématiciens ».

Anticipation des résultats. Nous pensons répertorier une forte majorité d'énoncés empiristes en lien avec la « démarche des mathématiciens », et peu d'énoncés de type socioconstructiviste et ethnomathématique. L'analyse des faits mathématiques présentée à 4.1 démontre que la perspective empiriste domine dans les manuels à l'étude. Nous croyons que la même tendance se manifestera pour la démarche des mathématiciens. Concrètement, nous anticipons que les mathématiciens soient généralement présentés comme travaillant seuls et employant une démarche se voulant objective. Selon nous, les manuels présenteront la « découverte » des mathématiciens en mentionnant rarement la démarche qui y a mené. Dans les prochaines pages, nous présentons les catégories utilisées pour l'analyse de la démarche des mathématiciens.

Les catégories. Lors de la lecture répétée des manuels des collections *Clicmaths* et *Adagio*, trois catégories ont émergé. Elles portent chacune un nom évocateur en lien avec leurs caractéristiques propres : « démarche cumulative et individuelle », « communautés mathématiques » et « mathématiques spontanées ». Le tableau 4.13 présente le tableau-synthèse où seront compilées les données.

Tableau 4.13 : Matrice du tableau-synthèse : La démarche des mathématiciens

Catégories →	Démarche cumulative et individuelle		Communauté mathématique		Mathématiques Spontanées	
Manuels ↓	Fréq.*	%	Fréq.	%	Fréq.	%
Clicmaths 3A (3 énoncés)						
Clicmaths 3B (3 énoncés)						
Clicmaths 4A (4 énoncés)						
Clicmaths 4B (4 énoncés)						
Adagio A (1 énoncés)						
*Adagio*B (2 énoncés)						
Adagio C (3 énoncés)						
Adagio D (3 énoncés)						

*Freq. est l'abréviation que nous employons pour le mot « fréquence ».

Catégorie 1 : « démarche cumulative et individuelle ». Cette catégorie présente le savant travaillant seul, sans être influencé par le point de vue de ses confrères (Morin, 2005). Les énoncés qui y sont classés insistent sur la « découverte » faite par « un » savant (Morin, 2005). La démarche qui a mené à ses découvertes mathématiques ou les raisons ayant poussé un mathématicien à chercher dans cette voie n'est pas mentionnée, puisque l'emphase est mise sur les résultats. Lorsque évoquée, la démarche valorisée est logico-déductive (Fourez, 1992).

Dans les manuels, les mathématiciens sont dépeints comme travaillant seuls, sans collègue pour inspirer, réviser ou remettre en question leur démarche. De plus, une photo ou un dessin des mathématiciens les met souvent en vedette. La date de naissance et de décès de ces derniers, une effigie et quelques anecdotes peuvent aussi figurer dans leur présentation (Morin, 2005). Des adjectifs comme « grand », « important », « révolutionnaire » ou « astucieux » sont employés pour décrire les mathématiciens ou leur démarche. Voici un premier exemple puisé dans un des manuels *Adagio* (figure 4.9). L'énoncé présente à l'élève une régularité mathématique « découverte » par le mathématicien Carl Frédéric Gauss.

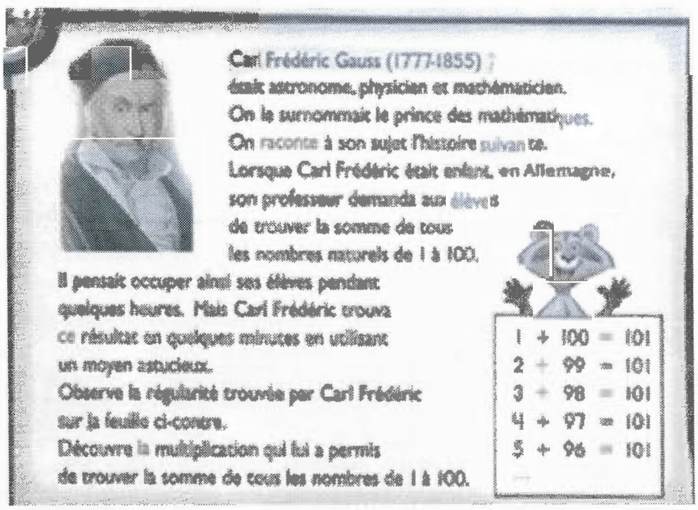


Figure 4.9 : Carl Frédéric Gauss (*Adagio*, 4e année, Manuel D, p.95)

Cet énoncé est classé dans la catégorie « démarche cumulative et individuelle » puisque Carl Frédéric Gauss y est décrit comme un astronome, un physicien et un mathématicien que les gens de son époque surnommaient le « prince des mathématiques ». Une photo de C.F. Gauss et une représentation de sa « découverte » accompagnent cet énoncé. Le manuel indique que ce mathématicien est né en 1777 et mort en 1855. Pour terminer, une anecdote liée à l'enfance du savant, nous dévoile qu'il aurait trouvé seul, et en quelques minutes, un moyen « astucieux » pour trouver la somme de tous les nombres de 1 à 100. Un autre exemple d'énoncé, extrait de la collection *Clicmaths,* présente à l'élève la démarche du mathématicien *Platon* (figure 4.10).

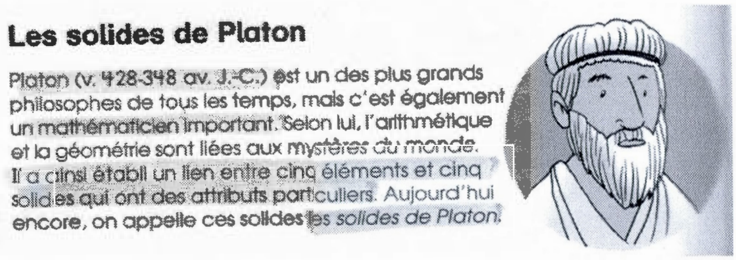


Figure 4.10: Les solides de Platon (*Clicmaths,* 3e année, volume B, p.136)

Le manuel indique l'année de la naissance et de la mort du mathématicien et le représente à l'aide d'un dessin d'homme à la barbe blanche. Le manuel décrit Platon comme un « des plus grands » philosophes de tous les temps et comme un mathématicien « important ». Cet énoncé révèle qu'il aurait établi un lien entre cinq éléments et cinq solides, puisqu'il voyait un lien entre l'arithmétique, la géométrie et les mystères du monde. Ces informations vagues n'indiquent pas concrètement la démarche de Platon et n'expliquent pas non plus son application. Puisque le savoir présenté porte le nom du savant (les solides de Platon) et qu'aucun autre mathématicien n'est mentionné ou illustré, cet énoncé réfère à une démarche mathématique solitaire. Le tableau 4.14 montre comment les énoncés de la catégorie « démarche cumulative et individuelle » se répartissent dans les manuels du corpus.

Tableau 4.14 : Énoncés de la catégorie 1 : « démarche cumulative et individuelle »

	Nombre d'énoncés de la catégorie « démarche cumulative et individuelle »
Clicmaths, manuel 3A	2 sur 2 (100%)*
Clicmaths, manuel 3B	3 sur 3 (100%)
Clicmaths, manuel 4A	2 sur 3 (66%)
Clicmaths, manuel 4B	3sur 4 (75%)
Adagio, manuel A	2 sur 3 (66%)
Adagio, manuel B	2 sur 3 (66%)
Adagio, manuel C	3 sur 3 (100%)
Adagio, manuel D	2 sur 3 (66%)

*Les pourcentages de cette section ont été arrondis au centième près.

Ainsi, les documents à l'étude comportent entre 66% et 100% des énoncés présentant la démarche cumulative et individuelle.

Catégorie 2 : « communauté mathématique ». Les énoncés exposent la démarche des mathématiciens comme collective et présentent des communautés de mathématiciens dont l'importance numérique augmente avec le temps (Mathy, 1997). À l'intérieur de ces communautés, des mathématiciens travaillent dans des contextes paradigmatiques (mouvements de recherche) qui donnent un sens aux questions qu'ils se posent ou aux théories qu'ils formulent (Morin, 2005). Ces énoncés suggèrent aussi que les mathématiciens interagissent, collaborent, s'influencent, opposent leurs points de vue et travaillent en équipe. Entre autres, un mathématicien peut être inspiré par le travail des autres et venir bonifier un modèle. À l'inverse, un mathématicien, ou un groupe de recherche, peut venir contredire et prouver qu'une théorie anciennement reconnue est fausse. De cette manière, l'élève entre en contact avec une démarche qui est collective et non pas « solitaire » comme dans la catégorie précédente.

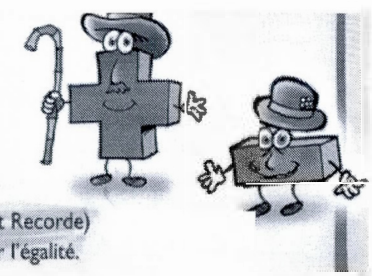
Dans les manuels, ces énoncés se retrouvent au fil des pages et ne s'adressent généralement pas aux écoliers. Pour les identifier, le lecteur doit être très attentif au sens et au contenu. Ces énoncés présentent généralement le travail de mathématiciens européens éduqués. Voici un premier exemple qui présente le mathématicien Pythagore et ses disciples : les Pythagoriciens.

Pythagore est un grand savant grec qui a vécu au VIe siècle avant J.-C.
Il avait environ 300 disciples qu'on appelait les Pythagoriciens.
Pythagore était à la fois un philosophe, un mathématicien, un musicien et un astronome. Les Pythagoriciens étaient végétariens.
Les Pythagoriciens croyaient que les nombres jouaient un rôle important pour comprendre l'univers.
C'est à eux que l'on doit le classement des nombres en nombres pairs et en nombres impairs. Ils ont découvert ce classement en associant les nombres à des figures géométriques obtenues en disposant des points de façon régulière. La somme de ces points correspondait au nombre représenté.

Figure 4.11 : Pythagore et les Pythagoriciens (*Adagio*, 3e année, Manuel A, p.86)

Dans cet énoncé, Pythagore est certes présenté comme un « grand » savant aux talents multiples, mais l'accent est mis sur le fait qu'il travaillait de pair avec d'autres mathématiciens. Grâce à leur collaboration, ces derniers auraient découvert le classement des nombres pairs et impairs. Un autre exemple de type « communauté mathématique » présente les travaux de Johann Widmann d'Eger et de Robert Recorde concernant les symboles de l'équation (figure 4.12).

En 1489, un mathématicien allemand (Johann Widmann d'Eger) a introduit les signes « + » et « − » pour remplacer les lettres p (plus) et m (moins) qu'on employait pour exprimer l'addition et la soustraction.



En 1557, un mathématicien anglais (Robert Recorde) a introduit le signe « = » pour représenter l'égalité.

Figure 4.12 : Les symboles de l'équation (*Adagio*, 3e année, Manuel B, p.41)

Dans cet exemple, le travail réalisé par un mathématicien allemand en 1489 est complété 68 ans plus tard par un mathématicien anglais. Cet énoncé présente une démarche qui évolue dans le temps et qui est enrichie par l'échange de la connaissance. Une illustration accompagne l'énoncé mais ne représente pas les mathématiciens mais plutôt les symboles mathématiques de l'addition et de la soustraction. Bien que les informations données soient vagues et n'indiquent pas concrètement le cheminement mathématique de Johann Widmann d'Eger et de Robert Recorde, cet énoncé renvoie à l'élève une image de démarche mathématique collective et non solitaire. Le tableau 4.15 montre comment les énoncés de cette catégorie se répartissent à travers les manuels du corpus.

Tableau 4.15 : Énoncés de la catégorie 2 : « communauté mathématique »

	Nombre d'énoncés de la catégorie « communauté mathématique»
Clicmaths, manuel 3A	0 sur 2 (0%)
Clicmaths, manuel 3B	0 sur 3 (0%)
Clicmaths, manuel 4A	1 sur 3 (33%)
Clicmaths, manuel 4B	1sur 4 (25%)
Adagio, manuel A	1 sur 3 (33%)
Adagio, manuel B	1 sur 3 (33%)
Adagio, manuel C	0 sur 3 (0%)
Adagio, manuel D	0 sur 3 (0%)

Ainsi, les documents à l'étude comportent entre 0% et 33% de ces énoncés.

Catégorie 3 : « mathématiques spontanées ». Dans cette catégorie, il y a la reconnaissance des mathématiques développées dans la pratique quotidienne, même si elles réfèrent à des activités qui ne sont pas nécessairement pensées comme un système conceptuel abstrait (Gajardo et Dasen, 2006). Ici, la démarche des mathématiciens est vécue de manière consciente ou inconsciente puisque l'humain fait parfois des mathématiques sans le savoir. Dans cette optique, le mathématicien n'est pas nécessairement un universitaire qui résout des équations savantes. Dans les manuels, les énoncés exposent la démarche de mathématiciens rattachée à la résolution de problèmes concrets. Cela suppose une vision élargie du mathématicien, qui peut être tout individu qui a recours à un raisonnement mathématique pour résoudre un problème. Dans les manuels, l'élève entre en contact avec une démarche mathématique contextualisée, utilitaire et expérientielle. Un exemple de la collection *Adagio* (figure 4.13) présente à l'élève une unité de mesure nommée l'« aune ».

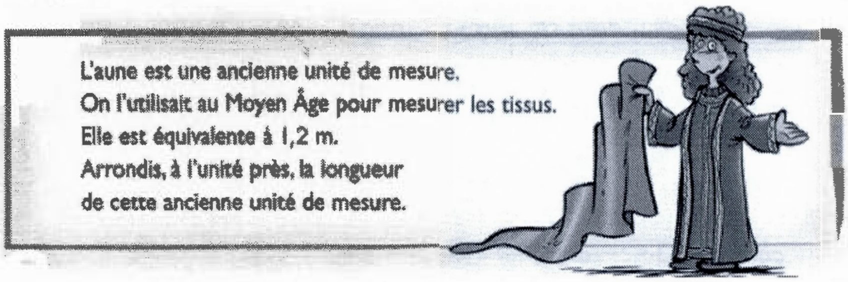


Figure 4.13 : Unité de mesure pour les tissus (*Adagio*, 4e année, Manuel D, p.135)

Cet énoncé propose une unité de mesure inventée au Moyen Âge pour répondre à un besoin précis : mesurer les tissus. Conséquemment, l'élève peut extrapoler et déduire que ce savoir mathématique a été créé par des tailleurs ou encore par des marchands de tissus à la recherche d'une convention pour comparer les prix. Le tableau 4.16 démontre la répartition des énoncés « mathématiques spontanées » dans les manuels.

Tableau 4.16 : Énoncés de la catégorie 3 : « mathématiques implicites »

	Nombre d'énoncés de la catégorie « mathématiques spontanées »
Clicmaths, manuel 3A	0 sur 2 (0%)
Clicmaths, manuel 3B	0 sur 3 (0%)
Clicmaths, manuel 4A	0 sur 3 (0%)
Clicmaths, manuel 4B	0 sur 4 (0%)
Adagio, manuel A	0 sur 3 (0%)
Adagio, manuel B	0 sur 3 (0%)
Adagio, manuel C	0 sur 3 (0%)
Adagio, manuel D	1 sur 3 (33%)

*Les pourcentages ont été arrondis au centième près.

À la lecture de ce tableau, nous remarquons que « mesurer les tissus » est le seul énoncé de la catégorie « mathématiques spontanées » qui est proposé dans le corpus (volume 3A de la collection *Adagio*). Dans la section qui suit, nous ferons la synthèse des données collectées.

4.2.2 Synthèse des données

Le tableau 4.17 présente une vue d'ensemble de la classification des énoncés par catégorie et par document. Nous y voyons le nombre d'énoncés inclus dans les huit manuels analysés, ainsi que leurs pourcentages relatifs. De plus, ce tableau présente le lien qui unit les différentes catégories aux postures empiriste, socioconstructiviste et ethnomathématique.

Tableau 4.17 : Compilation des résultats pour la démarche des mathématiciens

Catégories →	Démarche cumulative et individuelle		Communauté mathématique		Mathématiques Spontanées	
Manuels	Fréq.	%*	Fréq.	%	Fréq.	%
Clicmaths 3A (2 énoncés)	2	100%	0	0%	0	0%
Clicmaths 3B (3énoncés)	3	100%	0	0%	0	0%
Clicmaths 4A (3 énoncés)	2	66%	1	33%	0	0%
Clicmaths 4B (4 énoncés)	3	75%	1	25%	0	0%
Adagio A (3 énoncé)	2	66%	1	33%	0	0%
*Adagio*B (3 énoncés)	2	66%	1	33%	0	0%
*Adagio*C (3énoncés)	3	100%	0	33%	0	0%
*Adagio*D (3 énoncés)	2	66%	0	0%	1	33%
Somme totale (26 énoncés)	21	80,8%	4	15,4%	1	3,8%

Pôle empiriste
(80,8 % des énoncés)

Pôle socioconstructiviste
(15,4% des énoncés)

Pôle ethnomathématique
(3,8% des énoncés)

Précisément, nous voyons dans ce tableau que la catégorie « démarche cumulative et individuelle » comporte 80,8 % des énoncés à teneur empiriste. La catégorie « communauté mathématique » englobe 15,4 % des énoncés et se rattache plutôt à une vision socioconstructiviste des faits, alors que la catégorie « mathématiques spontanées » regroupe 3,8% des énoncés et est associée à l'ethnomathématique. Suite à cette synthèse des résultats, dans les prochaines pages, nous détaillons les éléments théoriques qui permettent de relier les différentes catégories aux postures épistémologiques à l'étude.

La catégorie liée à l'empirisme. La catégorie « démarche cumulative et individuelle » présente le plus grand nombre d'énoncés (80,8%) pour la démarche des mathématiciens lesquels travaillent en solitaire et de notre corpus avec une présence à 80,8% (tableau 4.17). Ici, la démarche des mathématiciens se vit seule et ils ne sont pas influencés par l'apport d'autres chercheurs, le contexte ou les besoins qui ont mené à leur découverte. Cela correspond à une vision empiriste selon laquelle « les mathématiques se réaliseraient sans une contribution engagée de l'Homme et ne seraient que le reflet du monde ». (Fourez, 1992, p.119) En d'autres termes, la vérité mathématique serait envisagée sous un mode essentialiste : elle existe en soi et pour soi et, peut être « découverte ».

Catégorie liée au socioconstructivisme. Qu'en est-il de la démarche des mathématiciens vue par les socioconstructivistes? La catégorie qui réfère à « communauté mathématique » touche 15,4% des énoncés puisqu'ils véhiculent l'idée que les savoirs mathématiques sont le fruit d'un long travail de construction humaine (Fourez, 1992; Morin, 2005). De plus, le socioconstructivisme affirme que personne ne peut se détacher de son expérience pour percevoir le monde et accorde de l'importance à l'échange des connaissances par les individus (Morin, 2005).

Catégorie liée à l'ethnomathématique. En troisième et dernier lieu, la catégorie « mathématiques implicites » est présente dans 3,8% des énoncés touchant la démarche des mathématiciens. Cette catégorie est compatible avec la posture ethnomathématique, dans laquelle une grande importance est accordée aux dimensions historiques et sociales dans la démarche des mathématiciens (Fourez, 1992, D'Ambrosio, 1999). Pour les tenants de ce pôle épistémologique, les modèles varient en fonction des projets poursuivis et du contexte dans lequel ils sont construits. Dans cette perspective, les mathématiques sont au service des humains et non l'inverse. Dans les manuels du corpus, un seul énoncé se rapporte à la catégorie « mathématiques implicites », ce qui nous permet d'affirmer que la démarche des mathématiciens est rarement rattachée aux contextes ayant mené à la création d'un savoir.

Ainsi, ces résultats montrent que le poids relatif des énoncés liés à la démarche des mathématiciens varie beaucoup selon qu'ils se rattachent à une posture empiriste (**80,8%** des énoncés), socioconstructiviste (**15,4%**) ou ethnomathématique (**3,8%**). Ces résultats nous invitent à revenir sur notre anticipation des résultats (section 4.1.4.) qui était que la posture empiriste serait la plus valorisée. Comme 80,8% des énoncés répertoriés sont de cette nature, notre anticipation est confirmée. Cette synthèse nous conduit à l'analyse et à l'interprétation des résultats.

4.2.3 Analyse et interprétation des résultats

Dans cette section, nous allons commenter la répartition des énoncés en lien avec la « démarche des mathématiciens » et en expliquer l'impact dans l'enseignement/apprentissage des mathématiques.

La perspective empiriste. L'analyse de la « démarche des mathématiciens » a révélé qu'une forte majorité des énoncés est empiriste. Généralement, dans ces énoncés, le travail des mathématiciens est abordé de manière peu explicite et les différentes étapes du processus de construction des connaissances sont absentes des propositions.

Les relations entre les chercheurs et le lien avec les contextes socio-historiques dans l'élaboration des connaissances ne sont pas évoqués. Pour ces raisons, ces énoncés empiristes peuvent porter l'élève à croire que les mathématiciens sont des savants qui travaillent isolément, résolvent des problèmes conceptuels et découvrent des théories grâce à leur intelligence hors du commun (Knain, 2001). Ici, les connaissances ou les théorèmes sont mis en avant-plan dans les descriptions de ce que veut dire « faire des mathématiques ».

Subséquemment, cette forte présence permet de conclure que les manuels scolaires du corpus présentent la démarche mathématique par le biais des « produits mathématiques », ce qui laisse très peu de place au rôle joué par les mathématiciens (Mathy, 1997). Selon Knain (2001), une centration sur les notions au détriment du processus menant à leur élaboration peut favoriser la création d'une relation de pouvoir entre l'élève et les savoirs mathématiques, au sens où ceux-ci se présentent alors comme indiscutables. Ainsi, bien que la démarche des mathématiciens pourrait être au cœur du discours pédagogique, elle est peu abordée.

La perspective socioconstructiviste. Qu'en est-il de la « démarche des mathématiciens » vue par les socioconstructivistes ? La catégorie « communauté mathématique » représente peu d'énoncés. La démarche socioconstructiviste est perçue comme une production de société. Comme le mentionnent Fourez *et al.* (1997), dans cette perspective, ce sont les humains qui inventent des modèles et en font des produits standardisés.

Le faible pourcentage d'énoncés socioconstructivistes permet de conclure que les manuels scolaires analysés renvoient rarement à l'élève l'image que les notions mathématiques se développent progressivement et lentement. En effet, dans la réalité, les mathématiciens rédigent des demandes de subventions, écrivent des articles, animent des équipes de recherche, enseignent, forment la relève ou participent à des colloques. Nous pouvons comprendre que ces activités ne soient pas mentionnées dans les manuels, car elles sont abstraites pour des élèves de troisième ou quatrième année (Morin, 2005). Par contre, des gestes comme la discussion ou les débats entre mathématiciens d'hier et d'aujourd'hui semblent faciles à intégrer sur le plan pédagogique, mais restent absents du discours. Selon nous, en faire mention pourrait contribuer à rendre la démarche mathématique plus humaine. En effet, présenter le travail des mathématiciens comme empreinte de désaccords et de négociations peut contribuer à faire valoir l'idée que ces derniers « sont des gens comme les autres, qu'il leur arrive de penser différemment, de se quereller et même de se tromper ». (Morin, 2005, p. 89)

La perspective ethnomathématique. La catégorie « mathématiques implicites», associée à la posture ethnomathématique, est pratiquement inexistante. En ethnomathématique, la démarche des mathématiciens est liée aux expériences quotidiennes vécues de manière implicite, dans un contexte social et culturel. Cela veut dire que chaque individu ou groupe d'individus développe spontanément des procédés mathématiques pour résoudre un problème concret ou pour simplement connaître (Gajardo et Dasen, 2006). En classe, les mathématiques implicites peuvent constituer une base sur laquelle les élèves peuvent s'appuyer pour bâtir des connaissances mathématiques plus élaborées (Carraher, 2002). Ainsi, les contenus des manuels devraient permettre à l'écolier d'entrer en contact avec une pluralité de concepts, de situations et d'outils, rendant explicites les liens entre les mathématiques scolaires et ceux de la vie quotidienne. Selon Vergnaud (1990), c'est la condition pour que les élèves arrivent à démystifier cette discipline.

De plus, bonifier les savoirs mathématiques par l'ajout de dimensions historiques et sociales vient connecter les données mathématiques à la réalité, aide les élèves à s'en rappeler et capte leur intérêt (D'Ambrosio 2001; Gajardo et Dasen, 2006; Mathy, 1997). Dans notre corpus, un seul énoncé a pris soin de mettre en contexte un savoir mathématique. Cette faible présence de la dimension contextuelle dans les manuels à l'étude est déroutante, puisque le programme de formation de l'école québécoise (2001) prévoit l'introduction d'une dimension historique, et donc contextuelle, dans l'enseignement des mathématiques. Selon le programme de 2001, l'histoire offre l'occasion aux élèves

> de percevoir l'évolution, le sens et l'utilité de cette discipline et de découvrir que cette évolution et la création de certains instruments tels que la règle, le boulier, le rapporteur, la calculatrice sont directement ou indirectement liées à des besoins pratiques apparus dans les sociétés. » (MEQ, 2001, p.125)

Toujours selon la position officielle proposée par le MELS, un survol de l'histoire peut aussi « illustrer le fait que les savoirs mathématiques sont le fruit du long travail de mathématiciens passionnés par leur discipline ». (MEQ, 2001, p.125) Malgré les volontés du MELS, selon plusieurs auteurs (Barton, 1996; D'Ambrosio, 1999; Ernest, 1991; Gajardo et Dasen, 2006; Girodet, 1996) de grands efforts seront nécessaires pour que les dimensions historique et sociale et la démarche des mathématiciens soient réellement intégrées dans l'enseignement des mathématiques.

Dans le corpus analysé, la démarche des mathématiciens à un problème du quotidien à résoudre implicitement ou à un contexte social, historique ou culturel est marginale. Selon D'Ambrosio (2001), les mathématiques implicites de la vie quotidienne ne peuvent pas remplacer les connaissances élaborées dans le cadre scolaire, mais elles peuvent procurer une large gamme d'expériences valables. Voilà pourquoi une plus forte présence d'énoncés ethnomathématiques se rapportant à la démarche des mathématiciens devrait se retrouver dans les manuels de mathématiques.

CHAPITRE V : PRÉSENTATION, SYNTHÈSE, ANALYSE ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS POUR LES ILLUSTRATIONS

Le cinquième chapitre s'intéresse aux illustrations en termes de provenance des mathématiciens et d'inventions mathématiques. Notre analyse des illustrations prend d'abord la forme d'un dénombrement. Comme nous nous intéressons à l'image des mathématiciens et des inventions mathématiques nous devrons repérer l'un ou l'autre de ces éléments. Par la suite, nous pourrons procéder à la classification des données. Pour ce faire, nous utiliserons les grilles initialement construites par Carignan dans une analyse du matériel didactique en pédagogie musicale (1993) et en didactique des mathématiques (2004). Les sections qui suivront correspondent à la présentation, à la synthèse et à l'analyse des données recueillies quant aux représentions de la provenance des mathématiciens (5.1) et des inventions mathématiques (5.2) dans huit manuels à l'étude.

5.1 La provenance des mathématiciens

Les sections qui suivront correspondent à la présentation, à la synthèse et, à l'analyse et l'interprétation des résultats obtenus pour la provenance des mathématiciens. D'abord, nous présentons les données à dénombrer et notre anticipation des résultats (5.1.1). Ces derniers sont ensuite expliqués, à l'aide de quelques exemples, dans la section « synthèse des données » (5.1.2). L'analyse et l'interprétation des résultats complètent cette section (5.1.3).

5.1.1 Présentation des données

Les informations qui suivent nous permettent d'identifier si les manuels présentent une image des mathématiciens plutôt empiriste, socioconstructiviste ou ethnomathématique sont le sexe, la région d'origine et l'époque. En effet, rappelons-nous que les empiristes présentent généralement la méthode logico-déductive des mathématiciens grecs de l'Antiquité (Fourez, *et coll.*, 1997). Les défenseurs du socioconstructivisme présentent les mathématiciens comme des experts travaillant dans un contexte intellectuel d'époque, plutôt en lien avec les temps modernes et l'Europe (Fourez, *et coll.*, 1997). De leur côté, les tenants de l'ethnomathématique insistent pour que les mathématiciens soient représentés de manière équitable, tant des hommes que des femmes, provenant de toutes les cultures et de toutes les époques (Vithal et Skovsmose, 1997).

Comme nous l'avons vu précédemment, la grille d'analyse inspirée de Carignan (1993, 2004) permet de dénombrer de quels continents et de quelles époques proviennent les mathématiciens et les mathématiciennes illustrés (chapitre 3).

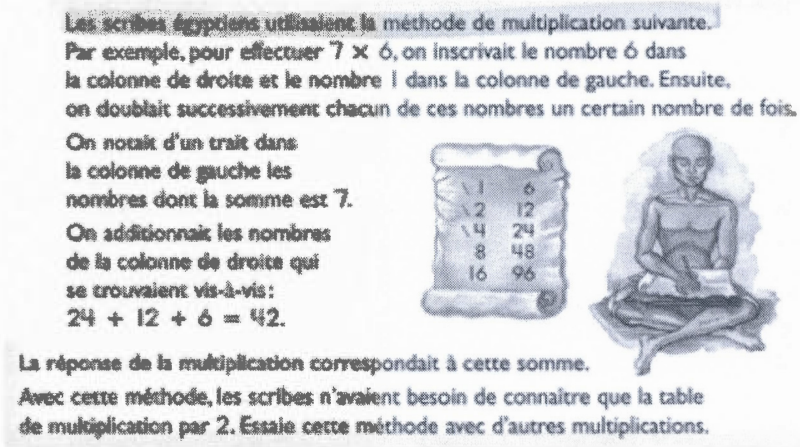
Anticipation des résultats. L'analyse préalable des textes a révélé une tendance empiriste. Selon cette posture, le raisonnement logico-déductif est valorisé. En lien avec ce constat, nous pensons que les mathématiciens illustrés seront majoritairement des hommes provenant du berceau de la civilisation occidentale, donc d'origine européenne. Nous anticipons également retrouver une répartition des illustrations des mathématiciens peu diversifiée, contrairement à ce qui est prôné par la posture ethnomathématique. En d'autres mots, nous serions surpris de rencontrer un grand nombre de mathématiciennes d'ici et d'ailleurs et de mathématiciens d'origine extra-occidentale.

Les catégories. Au total, à travers le corpus, 16 illustrations représentent les mathématiciens. Elles sont regroupées en trois sections : 1) les « régions du globe » passent en revue la dimension spatiale et commentent l'origine des mathématiciens; 2) les « différentes époques » s'attardent à la dimension temporelle qui relatent où ont vécu ces derniers; et 3) la section « des hommes et des femmes » décrit le poids relatif des mathématiciens et des mathématiciennes illustrés dans les manuels ciblés.

Régions du globe. Les sept territoires ciblés sont, en ordre alphabétique, l'Arctique, l'Afrique, l'Amérique du Nord et du Sud, l'Asie, l'Europe et l'Océanie. Il y a aussi une catégorie qui s'intitule « origine non mentionnée ». Cette dernière permet d'identifier si cette information est considérée comme digne de mention ou non par les auteurs des manuels scolaires.

Arctique : Aucun mathématicien illustré.

Afrique : Les seuls mathématiciens illustrés provenant de ce continent sont deux Égyptiens. Nous avons associé ces illustrations au continent africain. Il ne faudrait pas que le lecteur établisse un lien avec la reconnaissance des savoirs mathématiques de l'Afrique sous-entendue noire. Ainsi, les mathématiciens africains illustrés proviennent de l'Égypte ancienne et sont présents dans 12,5% des illustrations. Par exemple, à la figure 5.1, l'illustration accompagne un énoncé qui traite de la méthode de multiplication employée par les scribes égyptiens.


Les scribes égyptiens utilisaient la méthode de multiplication suivante.
Par exemple, pour effectuer 7 × 6, on inscrivait le nombre 6 dans la colonne de droite et le nombre 1 dans la colonne de gauche. Ensuite, on doublait successivement chacun de ces nombres un certain nombre de fois.
On notait d'un trait dans la colonne de gauche les nombres dont la somme est 7.
On additionnait les nombres de la colonne de droite qui se trouvaient vis-à-vis :
24 + 12 + 6 = 42.

\1	6
\2	12
\4	24
8	48
16	96

La réponse de la multiplication correspondait à cette somme.
Avec cette méthode, les scribes n'avaient besoin de connaître que la table de multiplication par 2. Essaie cette méthode avec d'autres multiplications.

Figure 5.1 : Les scribes égyptiens (*Adagio*, Manuel C,4^{e} année, p.29)

Cette illustration propose un homme égyptien, travaillant torse nu, assis sur le sol et écrivant ses calculs sur du papyrus.

Amérique du Nord et du Sud: Aucun mathématicien ou mathématicienne illustré.

Asie : Aucun mathématicien ou mathématicienne illustré.

Europe : Au total, 12 des 16 illustrations, soit une proportion de 75%, présentent des mathématiciens et mathématiciennes européens : 1) Archimède, Ératosthène, Euclide, Hypatie, Platon, Pythagore (deux fois) et Thalès proviennent de la Grèce; 2) John Napier est écossais; 3) Blaise Pascal et René Descartes sont français; et 4) Carl Frédéric Gauss est allemand. Prenons l'exemple du mathématicien Ératosthène (figure 5.2).

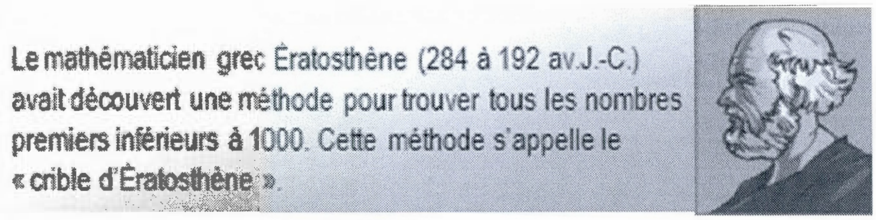


Figure 5.2 : Ératosthène (Adagio, manuel C, 4e année, p.38)

L'illustration présente Ératosthène de profil qui pose seul. Il porte un vêtement qui ressemble à une toge brune. Il n'est pas illustré en train de faire des mathématiques.

Océanie : Aucun mathématicien ou mathématicienne illustré.

Origine non mentionnée : Nous avons relevé deux illustrations dans cette catégorie, pour un total de 12,5%. Par exemple, il y a une illustration du mathématicien Simon Stevin (figure 5.3).

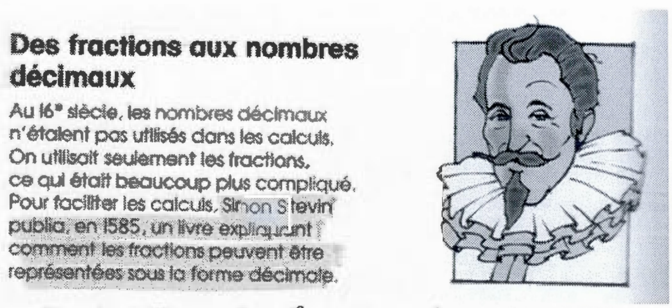


Figure 5.3 : Simon Stevin (*Clicmaths*, 4e année, volume A, p.138)

Dans cet exemple, nous apprenons la contribution mathématique de cet homme, qu'il a vécu à l'époque moderne, mais aucune mention n'est faite quant à son pays d'origine.

Différentes époques. Les différentes époques retenues sont la Préhistoire (-4500000 à -3000), l'Antiquité (-3000 à 416), le Moyen-Âge (416 à 1492), les temps modernes (1492 à 1789) et l'époque contemporaine (1789 à 2010). Ces périodes sont celles enseignées dans le programme d'histoire et d'éducation à la citoyenneté (MELS, 2001). Pour décrire les données recueillies, nous déclinerons, en ordre chronologique, les résultats obtenus pour les cinq périodes identifiées.

Préhistoire (4500000 à 3 000 avant J.C.) : Aucun mathématicien illustré.

Antiquité (3000 à 416 avant J.C.) : Au total, 9 des 16 illustrations, soit une proportion de 56,2%, présentent des savants de l'Antiquité. On mentionne Archimède (287-212 avant J.C.); Ératosthène (276-194 avant J.C.); Euclide (300 avant J.C.); Hypatie (400 avant J.C.); Platon (427-346 avant J.C.); Pythagore (580-495 avant J.C.); Thalès (600 avant J.C.); et deux mathématiciens anonymes de l'Égypte ancienne. Prenons l'exemple du mathématicien Archimède qui a vécu au XI^{e} siècle avant J.C. (figure 5.4).

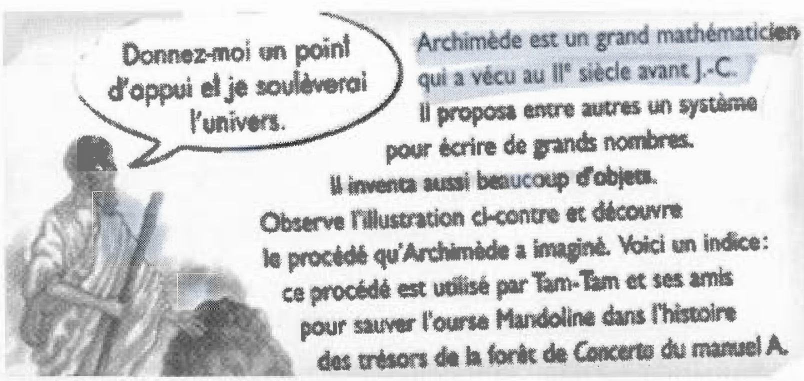


Figure 5.4 : Archimède (*Adagio*, Manuel B,3^{e} année, p.83)

Dans cet exemple, l'époque est mentionnée dans le texte qui accompagne l'illustration. Archimède a dans sa main droite un long bâton et se tient à côté d'une grosse roche. Ces deux accessoires ont été intégrés à l'illustration comme indices, puisque le texte demande à l'élève de deviner quel procédé Archimède a inventé, en l'occurrence, le levier.

Moyen-Âge (416 à 1492) : Aucun mathématicien de cette époque n'est illustré.

Temps modernes (1492 à 1789) : Au total, 7 des 16 illustrations répertoriées pour les mathématiciens, soit 43,8% des illustrations de mathématiciens, présentent des savants des temps modernes. Les mathématiciens associés aux temps modernes dans les manuels du corpus sont dans l'ordre chronologique, Johann Widmann d'Eger (1460-1498), Robert Recorde (1510-1558), Simon Stevin (1548-1620), John Napier (1550-1617), René Descartes (1596-1650), Blaise Pascal (1623-1662) et Carl Frédéric Gauss (1777-1855). Voici l'illustration du mathématicien René Descartes (figure 5.5).

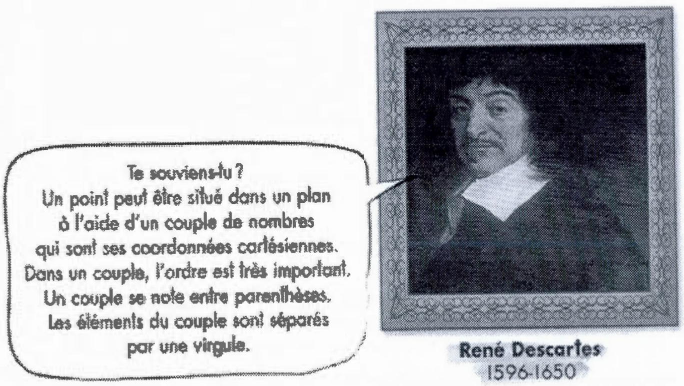


Figure 5.5 : Descartes (*Adagio*, Manuel D, 4e année, p.62)

L'illustration est un portrait de René Descartes, peint par Frans Hal, en France, autour de 1640.

Époque contemporaine (1789 à aujourd'hui) : Aucun mathématicien de cette époque n'est illustré.

Des hommes et des femmes. Au total, une illustration sur 16 présente une mathématicienne. Il s'agit d'Hypatie, d'origine grecque (figure 5.6).

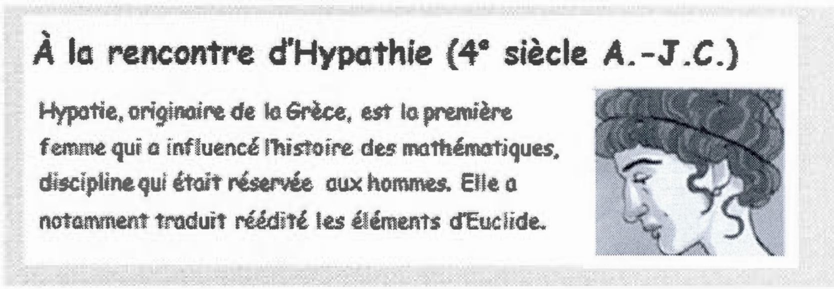


Figure 5.6 : Hypathie (*Clicmaths*, 4e année, Volume B, p.137)

Hypathie est présentée seule et de profil. Nous ne voyons pas ses vêtements et le fond neutre donne peu d'indices quant au lieu où elle se trouve.

Voilà ce qui met fin à la présentation des données. Dans la section qui suit, nous ferons la synthèse de ces données.

5.1.2 Synthèse des données

Les données recueillies lors du dénombrement des illustrations sont regroupées dans les trois sections du tableau-synthèse 5.1 : 1) la section « régions du globe » passe en revue la dimension spatiale et commente l'origine des mathématiciens; 2) la section « différentes époques » s'attarde à la dimension temporelle qui relate où ont vécu ces derniers; et 3) la section « des hommes et des femmes » décrit le poids relatif des mathématiciens et des mathématiciennes illustrés dans les manuels ciblés.

Tableau 5.1 : Les mathématiciens et les mathématiciennes illustrés selon la région du monde et l'époque (Carignan, 2004)

Époques → / Régions du monde	La Préhistoire (-4 500 000 à -3000)		L'Antiquité (-3 000 à 416)		Le Moyen-Âge (416 à 1492)		Les temps modernes (1492 à 1789)		L'époque contemporaine (1789 à aujourd'hui)		**Somme totale (16 illustrations)**		
	Homme	Femme	Homme	Femme	Homme	Femme	Homme	Femme	Homme	Femme	**Homme**	**Femme**	**Total**
Arctique (0 illustration)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	**0**	**0**
Afrique (2 illustrations)	0	0	**2**	0	0	0	0	0	0	0	**2**	**0**	**2 (12,5%)**
Amérique du Nord et du Sud (0 illustration)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	**0**	**0**
Asie (0 illustration)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	**0**	**0**
Europe (12 illustrations)	0	0	**5**	**1**	0	0	**6**	0	0	0	**11**	**1**	**12 (75%)**
Océanie (0 illustration)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	**0**	**0**
Origine non mentionnée (2 illustrations)	**0**	0	**1**	0	0	0	**1**	0	0	0	**2**	**0**	**2 (12,5%)**
Somme totale (16 illustrations)	**0 (0%)**	**0 (0%)**	**8 (50%)**	**1 (6,2%)**	**0 (0%)**	**0 (0%)**	**7 (43,8%)**	**0 (0%)**	**0 (0%)**	**0 (0%)**	**15 (93,8%)**	**1 (6,2%)**	

(56,2%)

Précisément, nous voyons dans ce tableau que les mathématiciens et mathématiciennes proviennent à **75%** de l'Europe, à **12,5%** du continent africain (Égypte uniquement) et dans **12,5%** des cas, l'origine des mathématiciens n'est pas mentionnée. Aucun mathématicien ne provient des autres continents (Arctique, Amériques du Nord, centrale et du Sud ainsi que Asie). D'autre part, les mathématiciens et les mathématiciennes illustrés dans le corpus proviennent à **56,2%** de l'Antiquité, à **43,8%** des temps modernes et dans **12,5%** des cas, l'origine est passée sous silence. Les mathématiciens de la Préhistoire, du Moyen-Âge et de l'époque contemporaine ne sont pas représentés. Finalement, **93,8%** des mathématiciens illustrés dans le corpus sont des hommes et **6,2%** sont des femmes.

La perspective empiriste. Les résultats démontrent un lien significatif entre la façon d'illustrer les mathématiciens dans les manuels et la posture empiriste. En termes de provenance, la moitié des illustrations (8/16) représentent des mathématiciens grecs liés à une activité préconisant un raisonnement logico-déductif. En termes d'époque, l'empirisme est associé aux savants de l'Antiquité qui représentent 56,2% des illustrations (9/16). Finalement, le fait qu'une seule femme soit illustrée permet de constater que l'approche empiriste ne prend pas position quand à la représentation équitable des hommes et des femmes quant aux rapports sociaux de sexe.

La perspective socioconstructiviste. Cette perspective promeut la reconnaissance du travail des mathématiciens particulièrement dans le contexte socio-historique de l'Europe. Dans le corpus, 25% des mathématiciens proviennent de pays européens non liés aux civilisations grecques et romaines de l'Antiquité (4/16). En termes d'époque, les temps modernes, liés au socioconstructivisme sont très bien représentés, à 43,8%. Finalement, tout comme pour l'empirisme, le fait qu'une seule femme soit illustrée n'a pas de lien avec l'approche socioconstructiviste qui préconise que les savoirs sont des constructions humaines, mais ne spécifie pas si ces humains sont des hommes ou des femmes.

La perspective ethnomathématique. La posture ethnomathématique, qui insiste pour que les mathématiciens soient représentés de manière équitable, tant des hommes que des femmes, provenant de toutes les cultures et de toutes les époques (Vithal et Skovsmose, 1997) ne se retrouve pas dans les résultats obtenus. En termes de provenance, alors que 75% des savants proviennent de l'Europe (12/16), aucun mathématicien de l'Arctique, de l'Amériques du Nord, centrale et du Sud ainsi que de l'Asie ne sont pas représentés. Dans 12,5% des cas, la provenance d'un mathématicien illustré n'est pas mentionnée et le 12,5% restant, associé à l'Afrique, reste très homogène en termes de provenance et ne cible que l'Égypte ancienne. En ce qui a trait aux mathématiciens illustrés en termes d'époque, c'est un peu le même scénario qui se répète. Deux époques, soit l'Antiquité (56,2%) et les temps modernes (43,8%), sont très représentées, alors que les mathématiciens des époques de la Préhistoire, du Moyen-Âge et de l'époque contemporaine ne sont pas retenus. Finalement, le portait des mathématiciens en termes de genre est aussi très homogène, puisque **93,8%** des mathématiciens illustrés dans le corpus sont des hommes.

Cela nous invite à revenir sur notre anticipation des résultats qui était de retrouver une répartition des illustrations des mathématiciens peu diversifiée, majoritairement des hommes provenant du berceau de la civilisation occidentale, donc d'origine européenne. Comme nous avons rencontré peu de mathématiciens d'ici et d'ailleurs, et de femmes, notre anticipation s'avère confirmée. Cette synthèse nous conduit à l'analyse et à l'interprétation des résultats.

5.1.3 Analyse et interprétation des résultats

Dans cette section, nous allons commenter la répartition des illustrations en lien avec la « provenance des mathématiciens » et en expliquer l'impact dans l'enseignement/apprentissage des mathématiques.

La perspective empiriste. Traditionnellement, l'histoire octroie une reconnaissance ponctuelle aux mathématiciens, homme ou femme. Comme l'observe Adler (2006), « mathematicians come to the realization quite early that successfull research and teaching are the only reward they will ever receive ». (p.42) Sur un ton provocateur, Adler met ses lecteurs au défi en les pressant d'identifier les personnages suivants : Gauss, Cauchy, Euler, Hilbert et Riemann. Il fait remarquer que ces mathématiciens sont aussi importants que les Tolstoï, Beethoven, Rembrandt, Darwin et Freud dans leurs disciplines respectives. Souvent ignorés, la seule chance qu'ils ont d'être reconnus est d'être enseignés. Adler (2006) a su démontrer que peu de mathématiciens « have been lionized for their accomplishment; more have faded away into obscurity ». (p. 48) Cette affirmation se confirme si l'on regarde le contenu des manuels de notre corpus. La synthèse des résultats a démontré clairement que les manuels présentent généralement des mathématiciens hommes, originaires de l'Europe et de l'Antiquité. Cette image des mathématiciens savants ayant vécu dans un pays lointain et à une époque ancienne, ne motive pas les élèves à percevoir les mathématiques comme une matière scolaire accessible, dynamique et évolutive. En ce sens, cette représentation réductrice des mathématiciens constitue une faiblesse dans les manuels scolaires à l'étude.

La perspective socioconstructiviste. Bien que plusieurs illustrations de mathématiciens proviennent de l'Europe, entre la découverte des Amériques et la Révolution française, les mathématiciens ne sont jamais illustrés dans leur contexte de travail, entourés de collègues, employant des ordinateurs, des calculatrices, ou des instruments mathématiques. Un effort plus important pourrait être fait pour que l'esprit de ce courant soit réellement transmis dans les manuels scolaires.

Ainsi, à travers le corpus, une majorité d'illustrations est simplement décorative, c'est-à-dire qu'elles ne servent qu'à enjoliver la page du manuel à illustrer au lieu de lier le contenu de savoir à son contexte (Selander, 1991). Par exemple, à la figure 5.7, le mathématicien Christian Goldbach est présenté à l'élève.

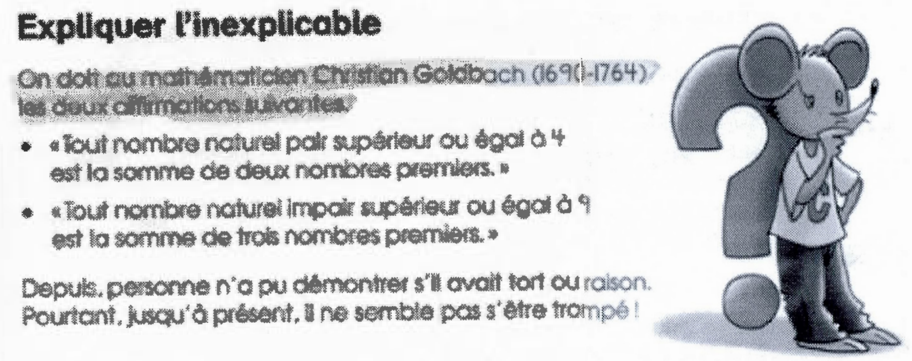


Figure 5.7: Christian Goldbach (Clicmath, Volume B, 3e année, p.137)

L'illustration qui accompagne cet énoncé n'a pas de lien direct avec le contenu et représente une souris appuyée sur un point d'interrogation géant (figure 5.7). Ainsi, les manuels du corpus ont manqué plusieurs occasions d'utiliser le médium des illustrations pour présenter des personnes et des groupes de personnes marquantes pour l'univers des mathématiques et inspirantes pour les élèves.

La perspective ethnomathématique. Les résultats démontrent que la représentation des mathématiciens en termes de provenance, d'époque et de sexe est très peu variée. La littérature dans le domaine de l'ethnomathématique met en lumière l'importance de constituer un bagage mathématique diversifié, montrant que les mathématiciens et les mathématiciennes sont présents dans toutes les cultures et à toutes les époques. Nous entendons souvent qu'une image vaut mille mots. Il serait donc pertinent pour les élèves que les illustrations deviennent des fenêtres sur le travail stimulant des mathématiciens. Puisque l'illustration est un médium très efficace, les photos, complètement absentes des manuels scolaires au profit du dessin, pourraient être employées, pour enseigner/apprendre de nombreux savoirs mathématiques qui ont vu et continuent de voir le jour à l'époque contemporaine. En ce sens, les auteurs de manuels scolaires devraient s'inspirer davantage de la vision ethnomathématique prenant en compte l'élément « diversité » dans la représentation des hommes et des femmes qui œuvrent dans le domaine des mathématiques.

Après avoir présenté, synthétisé, analysé et interprété les illustrations des mathématiciens, dans les prochaines pages, nous suivrons le même parcours pour celles représentant les inventions mathématiques.

5.2 Les inventions mathématiques

Les sections qui suivent correspondent à la présentation (5.2.1), à la synthèse (5.2.2) et, à l'analyse et l'interprétation des résultats obtenus pour les inventions mathématiques (5.2.3).

5.2.1 Présentation des données

Les informations qui nous permettent d'identifier si les manuels présentent une image des inventions mathématiques plutôt empiriste, socioconstructiviste ou ethnomathématique sont la région d'origine et l'époque. Nous reprenons la même démarche qu'en 5.1. L'empirisme peut présenter les contributions des Grecs de l'Antiquité ou encore ne pas mentionner l'origine d'une invention. Selon Fourez *et coll.* (1997), comme le savoir mathématique « pur » est neutre et universel, le lieu ou l'époque où ce dernier est « découvert » n'a pas d'importance si le mathématicien sait faire fi de sa subjectivité. Pour leur part, les défenseurs du socioconstructivisme présentent les contributions en lien avec l'histoire de l'Europe (Fourez *et coll.*, 1997). Par ailleurs, les tenants de l'ethnomathématique insistent pour que les contributions mathématiques proviennent de toutes les cultures et de toutes les époques (Vithal et Skovsmose, 1997).

La grille d'analyse, inspirée de Carignan (1993; 2004) et présentée au chapitre 3, permet de dénombrer de quels continents et de quelles époques proviennent les inventions mathématiques illustrées dans le corpus. Dans les prochaines pages, nous présenterons les illustrations recueillies pour les inventions mathématiques à travers le temps et l'espace. Cependant, avant de recueillir ces données, prenons le temps d'anticiper les résultats.

Anticipation des résultats. L'analyse préalable des textes a révélé une tendance empiriste, tout comme l'analyse des illustrations représentant les mathématiciens. Selon cette posture, le raisonnement logico-déductif est valorisé et les contributions mathématiques illustrées proviennent majoritairement du berceau de la civilisation occidentale, soit de la Grèce antique. Ainsi, nous anticipons également retrouver une répartition des illustrations des inventions mathématiques peu diversifiées ou aux origines inconnues.

Les catégories. Au total, à travers le corpus, 24 illustrations présentent les inventions mathématiques. Elles sont regroupées en deux sections : 1) la section « régions du globe » passe en revue la dimension spatiale; et 2) la section « différentes époques » s'attarde à la dimension temporelle.

Régions du globe. Tout comme pour l'analyse du critère précédent « provenance des mathématiciens », nous avons ciblé sept régions du globe : l'Arctique, l'Afrique, l'Amérique du Nord et du Sud, l'Asie, l'Europe et l'Océanie. Nous avons de plus une catégorie qui s'intitule « origine non mentionnée ». Passons en revue les résultats obtenus pour les sept éléments consignant les données pour la dimension spatiale.

Arctique : Aucune invention mathématique liée à ce continent n'est illustrée.

Afrique : Les contributions mathématiques africaines illustrées correspondent à 16,7% des illustrations et proviennent toutes de l'Égypte ancienne. Par exemple, à la figure 5.8, l'illustration accompagne un énoncé qui traite d'un instrument employé par les Égyptiens pour mesurer et former des angles droits.

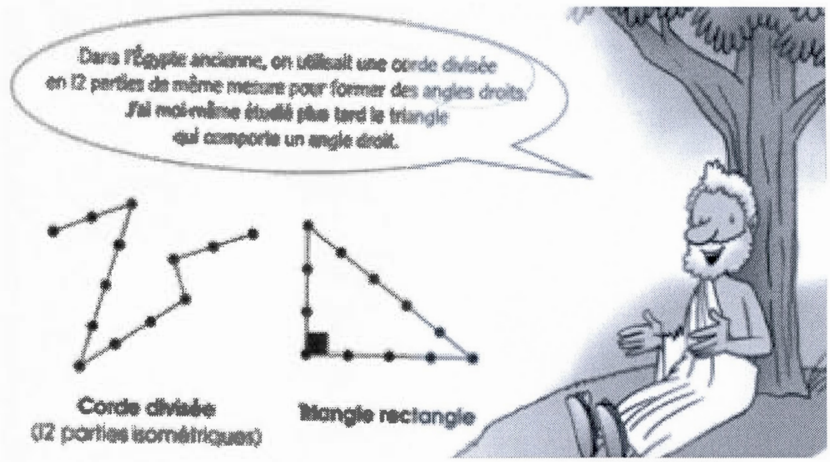


Figure 5.8: Les angles en Égypte ancienne (Clicmaths, Volume A, 3e année, p.139)

À la figure 5.8, un personnage nous apprend que dans l'Égypte ancienne, on utilisait une corde divisée en 12 parties égales pour former des angles droits. Cette corde est illustrée de deux manières, soit en ligne brisée et en triangle rectangle.

Amérique du Nord et du Sud : Aucune invention mathématique n'est illustrée.

Asie : Aucune invention mathématique liée à ce continent n'est illustrée.

Europe : Au total, 29,1% des illustrations (7/24) proposent des contributions mathématiques européennes. Précisément, quatre exemples sont des contributions du peuple grec de l'Antiquité. Les trois exemples restants sont liés à l'Europe des temps modernes. Deux exemples illustrent la contribution de John Napier (les bandes de Napier) et un énoncé illustre les contributions d'Eger et Recorde qui ont introduit les signes « + », « - » et « = ». Par exemple, voici une illustration de l'utilisation des chiffres romains (figure 5.9).

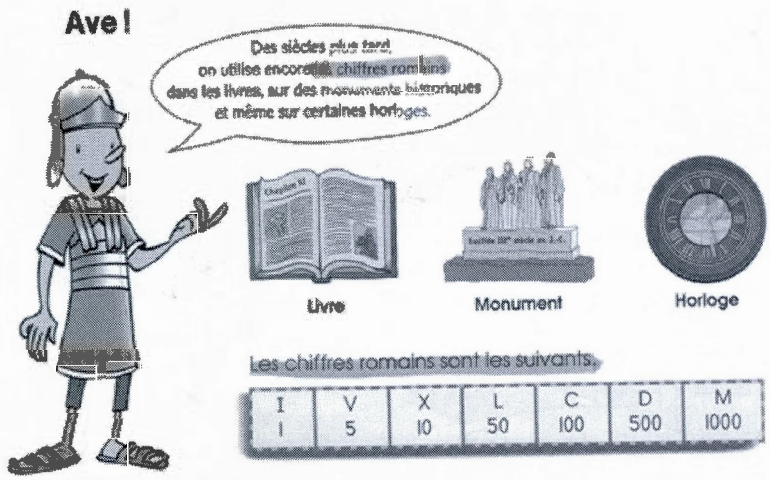


Figure 5.9: Les chiffres romains (Clicmaths, Volume A, 3e année, p.138)

Sur cette illustration, un Romain caricaturé nous apprend qu'aujourd'hui encore, les chiffres romains sont utilisés dans les livres, sur les monuments et sur certaines horloges. De plus, un encadré présente l'équivalence entre les chiffres romains et les nombres arabes que les élèves emploient et connaissent.

Océanie : Aucune invention mathématique liée à ce continent n'est illustrée.

Origine non mentionnée : Nous avons relevé que 54,2% des illustrations (13/24) ne mentionnent aucune origine. Par exemple, la figure 5.10 représente une balance à quatre plateaux, sans que le texte ne mentionne ni le lieu, ni l'époque de provenance.

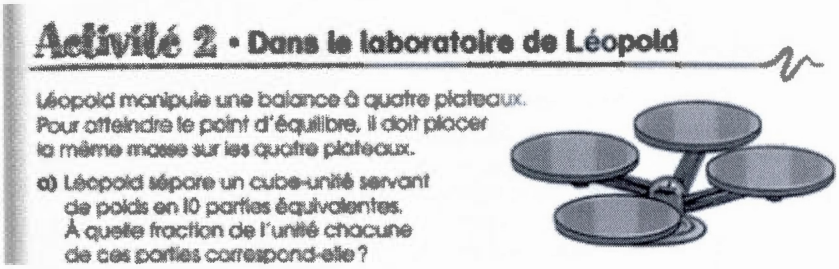


Figure 5.10 : La balance à quatre plateaux (*Clicmaths*, 4e année, volume B, p.45)

La figure ci-dessus présente un personnage nommé Léopold qui doit manipuler une balance à quatre plateaux et atteindre le point d'équilibre. L'illustration de ce type de balance aide à la compréhension du problème.

Différentes époques. Afin de consigner les données pour la dimension « temps », les époques retenues sont la Préhistoire (-4500000 à -3000), l'Antiquité (-3000 à 416), le Moyen-Âge (416 à 1492), les temps modernes (1492 à 1789) et l'époque contemporaine (1789 à 2010). Il y a aussi la catégorie « époque non mentionnée ».

Préhistoire (4500000 à 3000 avant J.C.) : Aucune invention mathématique illustrée.

Antiquité (3000 à 416 avant J.C.) : Au total, 33,3%, des illustrations présentent des inventions mathématiques de l'Antiquité (8/24). On mentionne les contributions suivantes : quatre pour les Égyptiens, deux pour les Romains et deux pour les Grecs. Prenons l'exemple d'un papyrus présenté pour décrire le système numérique des Grecs de l'Antiquité (figure 5.11).

Les vieux papyrus grecs qu'on a retrouvés
ont permis de découvrir les symboles utilisés
par les Grecs de l'Antiquité pour écrire les nombres.
Il y a longtemps, les lettres grecques servaient
aussi bien à écrire les mots que les nombres.

Dans ce système de numération, en base 10,
des lettres de l'alphabet représentaient les unités,
les dizaines et les centaines.

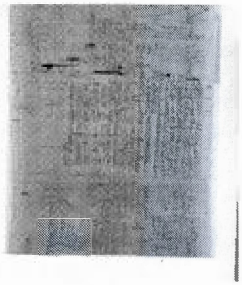


Figure 5.11 : Les nombres grecs dans l'Antiquité (Adagio, Manuel B, p.8)

Dans cet exemple, l'époque est mentionnée dans le texte qui accompagne l'illustration. Cette dernière représente un papyrus qui permet de savoir que les Grecs de l'Antiquité employaient les lettres pour écrire les mots et les nombres.

Moyen-Âge (416 à 1492) : Trois illustrations d'inventions mathématiques ont été relevées dans le corpus, pour un total de 12,5%. Dans chacun des cas, l'origine n'est pas mentionnée.

Les abaques ont été les premiers outils de calcul.
Différents types d'abaques ont été utilisés.
Par exemple, au Moyen Âge, on utilisait une table à compter
qui servait de support aux calculs.
Des lignes et des lettres sur cette table permettaient de
représenter des nombres à l'aide de cailloux ou de jetons.

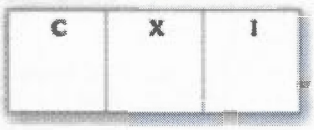


Figure 5.12 : Les abaques du Moyen-Âge (Adagio, Manuel A, p.29)

Dans cet exemple, une table à compter nommée « abaque », associée au Moyen-Âge (416 à 1492) servait de support aux calculs. Un dessin de cet instrument mathématique accompagne l'explication.

Temps modernes (1492 à 1789) : Au total, 16,7% des illustrations pour présenter les inventions mathématiques sont liées aux temps modernes (4/24). Dans un des exemples, l'origine de l'invention mathématique n'est pas mentionnée. Dans les trois autres cas, les contributions mathématiques viennent de l'Europe. À la figure 5.13, nous voyons un exemple qui illustre les bandes de Napier.

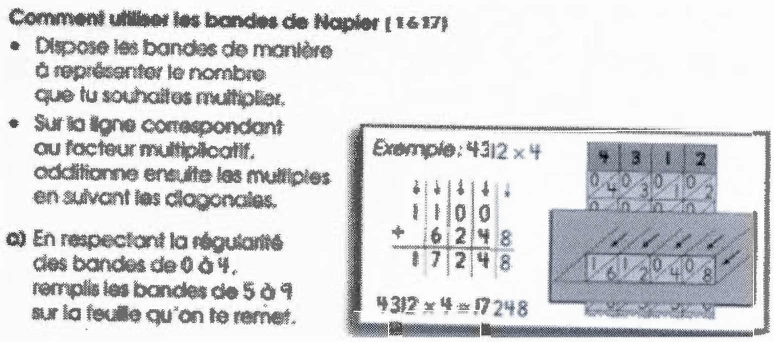


Figure 5.13 : Les bandes de Napier (*Clicmaths*, Volume A, 4ième année, p.139)

Dans cet exemple, la marche à suivre pour réaliser une multiplication avec ces bandes est expliquée à l'aide d'une illustration.

Époque contemporaine (1789 à aujourd'hui) : Une seule illustration présente une invention mathématique rattachée à l'époque contemporaine identifiée par « aujourd'hui » (figure 5.14).

Figure 5.14 : Les horloges de nos jours (*Clicmaths*, Vol. A, 3ième année, p.140)

Ici, deux inventions mathématiques sont illustrées : l'horloge à aiguilles et l'horloge à affichage numérique.

Époque non mentionnée : Nous retrouvons 33,3% des illustrations dans cette catégorie (8/24). L'illustration suivante (figure 5.15) représente différents types d'équerre.

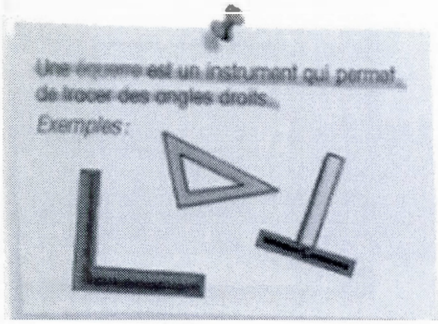


Figure 5.15 : L'équerre (*Clicmaths*, Vol B., 4$^{\text{ième}}$ année, p. 5)

Bien que cet exemple mentionne l'utilité de cet instrument mathématique, le texte ne mentionne ni l'époque, ni l'endroit de provenance de cette contribution.

5.2.2 Synthèse des données

Les données recueillies lors du dénombrement des illustrations sont regroupées dans le tableau-synthèse 5.2 divisé en deux sections : 1) les « régions du globe »; et 2) les « différentes époques ».

Tableau 5.2: Grille d'analyse pour les illustrations : Les inventions mathématiques illustrées et nommées selon le continent d'origine et l'époque (Carignan, 2004)

Époques → / Régions du monde ↓	La Préhistoire (-4500000 à -3000)	L'Antiquité (-3000 à 416)	Le Moyen-Âge (416 à 1492)	Les temps modernes (1492 à 1789)	L'époque contemporaine (1789 à aujourd'hui)	Époque non-mentionnée	**Somme totale (24 illustrations)**
Arctique	0	0	0	0	0	0	**0 (0%)**
Afrique	0	**4**	0	0	0	0	**4 (16,7%)**
Amérique du Nord et du Sud	0	0	0	0	0	0	**0 (0%)**
Asie	0	0	0	0	0	0	**0 (0%)**
Europe	0	**4**	0	**3**	0	0	**7 (29,1%)**
Océanie	0	0	0	0	0	0	**0 (0%)**
Origine non mentionnée	0	0	**3**	**1**	**1**	**8**	**13 (54,2%)**
Somme totale (24 illustrations)	**0 (0%)**	**8 (33,3%)**	**3 (12,5%)**	**4 (16,7%)**	**1 (4,2%)**	**8 (33,3%)**	

En résumé, les inventions mathématiques illustrées dans le corpus proviennent à **29,1%** de l'Europe et à **16,7%** de l'Afrique représentée uniquement par l'Égypte. L'Arctique, les Amériques et l'Asie ne sont pas représentés et dans **54,2%** des cas, l'origine des inventions mathématiques n'est pas indiquée. Voyons maintenant ce qu'il en est pour les contributions mathématiques selon les époques. Les inventions mathématiques du corpus proviennent à **33,3%** de l'Antiquité, **12,5%** du Moyen-Âge, **16,7%** des temps modernes et à **4,2%** de l'époque contemporaine. Dans **33,3%** des cas, une contribution mathématique est illustrée sans que l'époque ne soit mentionnée. Finalement, les inventions mathématiques de l'époque de la préhistoire ne sont pas représentées.

La perspective empiriste. Dans la présentation détaillée des données, nous avons vu que 16% des inventions mathématiques illustrées sont de la Grèce antique (4/24) et 54,2% sont d'origine non mentionnée (13/24). Cela correspond à une proportion totale de 70,2%, ce qui nous permet d'affirmer une forte tendance empiriste quant à la façon d'illustrer la provenance des contributions mathématiques. En termes d'époque, l'empirisme peut présenter les contributions de l'Antiquité ou encore ne pas mentionner l'époque associée à une invention. Dans les faits, 12,5% des inventions illustrées sont associées à l'Antiquité, et 33,3% sont d'origine non mentionnée, pour un total de 45,8%, ce qui en fait la posture la plus représentée.

La perspective socioconstructiviste. Les défenseurs du socioconstructivisme présentent les contributions en lien avec l'histoire de l'Europe des temps modernes (Fourez *et coll.* 1997). Dans les manuels, 29,1% des illustrations d'inventions sont de l'Europe et 16,7% des temps modernes, ce qui en fait une posture représentée modérément.

La perspective ethnomathématique. Les tenants de l'ethnomathématique insistent pour que les contributions mathématiques proviennent de toutes les cultures et de toutes les époques (Vithal et Skovsmose, 1997). Dans les faits, les provenances les plus fréquemment évoquées sont : 29,1% pour l'Europe et 16,7% pour l'Afrique représentée uniquement par l'Égypte puisqu'à travers le corpus analysé, aucune contribution n'est attribuée à l'Afrique noire ou à l'Afrique arabo-musulmane, entre autres. L'Arctique, les Amériques et l'Asie ne sont pas représentés et dans 54,2% des cas, la provenance de l'instrument inventé n'est pas mentionnée. Ce portrait de la présentation des inventions mathématiques est peu diversifié et réduit à sa plus simple expression. En termes d'époques, les inventions mathématiques illustrées dans le corpus proviennent à 33,3% de l'Antiquité, 12,5% du Moyen-Âge, 16,7% des temps modernes et à 4,2% de l'époque contemporaine. Dans 33,3% des cas, une contribution mathématique est illustrée sans que l'époque ne soit mentionnée et les inventions mathématiques de l'époque de la préhistoire ne sont pas représentées. Cela dénote une fois de plus un manque de diversité quant aux époques associées aux découvertes mathématiques de l'humanité.

Avant de passer à l'analyse, revenons sur notre anticipation des résultats qui était de retrouver une répartition des illustrations des inventions mathématiques peu diversifiée en termes de lieux de provenance et d'époque. Comme nous n'avons rencontré aucune invention mathématique liée par exemple aux Amériques ou à la Préhistoire et que la majorité des inventions ont été présentées sans que l'origine ou l'époque ne soit mentionnée notre anticipation s'avère confirmée. Cette synthèse nous conduit à l'analyse et à l'interprétation des résultats

5.2.3 Analyse et interprétation des résultats

Dans cette section, nous allons commenter la répartition des illustrations en lien avec la section « inventions mathématiques » et en expliquer l'impact dans l'enseignement/apprentissage des mathématiques.

La perspective empiriste. La synthèse a démontré que les manuels présentent majoritairement des inventions mathématiques dont l'origine et l'époque sont occultées. Selon Morin (2005), cette position ne permet pas à l'élève de situer les instruments mathématiques dans le temps et l'espace, ni de percevoir le travail qu'il y a derrière l'élaboration de ces inventions. D'où vient l'équerre? Comment la calculatrice a-t-elle évolué dans le temps? Qui a commencé à se servir du boulier, quand, comment et pourquoi? Ces questions intéressantes trouvent rarement des réponses dans les manuels à l'étude et les données recueillies indiquent que les inventions mathématiques sont plutôt présentées comme des savoirs découverts spontanément, déjà formatés, figés dans le temps et à mémoriser.

La perspective socioconstructiviste. Quelques inventions mathématiques sont associées à l'Europe. En termes d'époque, les inventions mathématiques illustrées dans le corpus sont rarement associées aux temps modernes. Cette faible représentation permet de conclure que ce point de vue épistémologique, bien que valorisé dans le programme officiel (2001), n'est pas représenté parce que ces inventions sont vues comme des découvertes détachées des circonstances et des contextes.

La perspective ethnomathématique. Contrairement à ce qui est véhiculé en ethnomathématique, les inventions mathématiques illustrées dans les manuels à l'étude ne proposent pas un éventail diversifié en terme de lieux de provenance et d'époque. Nous savons que les mathématiques se sont développées de diverses façons dans l'espace et le temps (Ascher, 1994; Bishop, 1991; Carignan *et al.*, 2008; D'Ambrosio, 2001; Gerdes, 1995; Ifrah, 1994; Sleeter, 1997; Traoré, 2006). L'histoire des mathématiques n'est pas abstraite et linéaire, comme on l'imagine parfois à tort. Au contraire, c'est l'histoire des besoins et des préoccupations des cultures et des groupes sociaux les plus divers. Suivant cette logique, dans les manuels, il serait important de voir des mathématiciens et des mathématiciennes de toutes les régions du globe, de toutes les époques, illustrés en action.

PROSPECTIVES ET CONCLUSION

Notre recherche a démontré que les manuels scolaires véhiculent une image des mathématiques teintée de valeurs et d'idéologies. Dans cette partie, nous allons, dans un premier temps, aborder les prospectives quant à l'enseignement/apprentissage des mathématiques. Tout ce que l'enseignant enseigne a un impact sur l'apprentissage de l'élève, et, selon nous, ces deux éléments ne peuvent être dissociés. En deuxième lieu, cette section propose une conclusion qui revient sur l'ensemble de notre démarche et sur les résultats obtenus.

Prospectives. Notre recherche qualitative et exploratoire a porté sur les manuels de l'élève de deux collections (*Clicmaths* et *Adagio*) pour le deuxième cycle du primaire. Les résultats obtenus convergent vers la posture empiriste, et ce pour tous les thèmes étudiés. Cela nous permet de croire qu'une image empiriste des mathématiques est véhiculée auprès des élèves du primaire. Telle que documentée par Arsac (1989 cité par Charnay, 1995) et Traoré (2006), l'image des mathématiques « pures », découverte par des procédés logico-déductifs poussés et exempts de toutes interprétations humaines et culturelles, est celle qui prévaut dans la culture savante occidentale. Pour sa part, Sleeter (1997) propose quatre avenues qui favorisent la prise en compte de dimensions socioculturelles dans l'enseignement/apprentissage des savoirs mathématiques, intégrant des fondements socioconstructiviste et ethnomathématique. Premièrement, la multidimensionnalité de l'enseignement/apprentissage des mathématiques valorise la réussite des élèves issus de groupes défavorisés par la prise en compte de leur bagage socioculturel comme ressource pédagogique : cette ressource étant vue comme un atout et non comme un problème. Deuxièmement, un tel enseignement reconnait que les mathématiques sont une construction sociale qui a permis à tous les peuples de la planète de se développer. Troisièmement, ,en créant un curriculum pluraliste, *tous* les élèves sont encouragés à percevoir les mathématiques comme une création humaine. Finalement, Sleeter (1997) érige, au rang d'enjeu social, l'accès et la compréhension des concepts mathématiques puisqu'ils contribuent à l'« empowerment » des jeunes.

À l'instar de Sleeter (1997), D'Ambrosio (2001) affirme que la prise en compte des connaissances mathématiques des cultures « autres » peut modifier positivement le statut de ces élèves dans le groupe (et donc être un facteur d'intégration), mais peut également démontrer une autre voie possible et ainsi faciliter l'appropriation du savoir mathématique par l'ensemble de la classe. À cela, Tobias (1985) ajoute que faire le lien entre les mathématiques et le quotidien des élèves peut faire diminuer le niveau d'anxiété face l'apprentissage de cette discipline.

Un autre aspect positif à intégrer dans l'enseignement/apprentissage des mathématiques est la proposition de capsule historique. Conséquemment, un manuel scolaire de mathématiques nous apprendrait, par exemple, que les mathématiciens grecs Pythagoras et Thales ont réalisé d'importants acquis mathématiques en voyageant et en étudiant en Inde et en Afrique du Nord (Carignan *et coll.*, 2008). À travers le monde, non seulement les systèmes de numération parlés sont très variables d'une langue à l'autre (on dit quatorze en français mais « quatre-dix » en allemand), mais les marqueurs (point, virgule, espace) diffèrent largement d'un pays à l'autre, et les opérations mathématiques ne sont pas effectuées de la même façon (Gajardo et Dasen, 2006).

Poursuivant cette idée, les « oubliés de l'histoire » sont aussi tous ces jeunes des sociétés industrialisées paupérisés, minorisés ou exclus, à qui l'on fait croire qu'ils n'ont pas la « bosse des maths » (Carignan, 2004). Ces jeunes qui, sans les notions minimales du savoir lire, écrire et compter, seront condamnés à devenir décrocheurs (Carignan, 2004). Mathématiquement illettrés, ils seront à la merci des circonstances, sans diplôme, travaillant dans les filières les moins lucratives (Sleeter, 1997). C'est entre autres à cause de cette inégalité des chances que, selon D'Ambrosio (2001), l'éducation est indissociable du politique. Par les objectifs qu'un gouvernement choisit ou non de poursuivre à travers le curriculum, certains élèves seront avantagés et d'autres désavantagés.

C'est en ce sens que la littérature dans le domaine de l'ethnomathématique met en lumière l'importance de constituer un bagage mathématique multi- et inter-culturel (Banks, 1998; D'Ambrosio, 1999; Girodet, 1996; Sleeter, 1994, 1997). Ce qui devrait transparaître dans les manuels scolaires, c'est que toutes les sociétés ont produit une pensée mathématique dans différentes manières de compter, de mesurer, de se situer dans l'espace, de dessiner, de bâtir, de jouer et d'expliquer les phénomènes qui nous entourent (Bishop, 1988, cité dans Gajardo et Dasen, 2006). Ainsi, le très faible pourcentage des énoncés de type ethnomathématique dans les manuels de notre corpus peut être considéré comme insatisfaisant, parce que tous les jeunes fréquentant l'école doivent être exposés à la diversité des expériences, des sources et des provenances (Carignan, 2004).

Finalement, nous pouvons penser que les enseignants et les élèves sont peu conscients de cette transmission d'idéologie et de valeurs (D'Ambrosio, 2007; Mathy, 1997). Selon nous, une meilleure connaissance des bases épistémologiques qui composent le discours mathématique de manuels scolaires employés à grande échelle au Québec pourrait alimenter la réflexion et développer la vigilance des auteurs de manuels scolaires, des directions, des enseignants, des parents et des élèves.

Conclusion. Jusqu'à tout récemment, on s'entendait pour considérer les mathématiques comme un langage universel et personne ne contestait que 2 + 2 = 4 (Carignan *et coll.*, 2008). Pour certains, les idées mathématiques sont vues comme objectives (Ayer cité dans Ernest, 1991; Conne cité dans Charnay, 1995), alors que pour d'autres, elles reflètent les réalisations des peuples de diverses traditions culturelles (Gerbes, 1995; Ascher, 1998; D'Ambrosio, 2001; Traoré, 2006). Afin d'outiller les jeunes à apprendre à vivre et à négocier dans un monde où les mathématiques sont omniprésentes, nous avons, dans ce mémoire, analysé l'image des mathématiques proposée dans les manuels scolaires. Afin d'y arriver, nous avons élaboré une démarche en plusieurs étapes.

Tout d'abord, dans l'état de la situation et la problématique, nous avons défini le contexte de l'école québécoise, l'enseignement des mathématiques, le rôle d'autorité du manuel scolaire en classe et la pertinence de cette recherche. Nous avons conclu le premier chapitre en établissant notre question de recherche centrale : « D'un point de vue épistémologique, quelle est l'image des mathématiques véhiculée dans les manuels scolaires destinés aux élèves du deuxième cycle du primaire et agréés dans le cadre du programme de formation de l'école québécoise (2001)? » Cette question centrale, qui a guidé notre mémoire, se décline en deux questions sous-jacentes. D'abord, nous avons cherché à savoir, d'un point de vue empiriste, socioconstructiviste ou ethnomathématique, « comment les textes proposés dans les manuels scolaires présentent les faits mathématiques et la démarche des mathématiciens? » Ensuite, nous avons voulu questionner « comment les illustrations proposées dans ces manuels présentent la provenance des mathématiciens et des inventions mathématiques (régions du globe et époques)? »

Par la suite, nous avons élaboré notre cadre de références théorique en faisant état des postures épistémologiques empiriste et socioconstructiviste (Fourez *et coll.*, 1997) et de la posture ethnomathématique (Vithal et Skovsmose, 1997; D'Ambrosio, 1991). Ces auteurs qui soutiennent notre cadre de références théorique, nous ont permis de préciser notre cadre d'analyse. Ces fondements nous ont permis de définir deux objectifs : identifier et catégoriser l'image des mathématiques véhiculée dans les manuels scolaires au moyen des textes présentant les faits mathématiques et la démarche des mathématiciens et, des illustrations suggérant la provenance des mathématiciens et leurs inventions mathématiques.

Notre cadre méthodologique nous a permis de préciser les caractéristiques de cette recherche qualitative et exploratoire. L'analyse de contenu, selon le modèle de L'Écuyer (1990) /Rocque (1994), est la technique que nous avons retenue pour réaliser l'examen des manuels scolaires. Pour l'analyse des textes, nous avons utilisé les grilles inspirées de Mathy (1997) et pour l'analyse des illustrations, celles de Carignan (1993; 2004).

Le quatrième chapitre proposait plus spécifiquement la présentation, la synthèse et, l'analyse et l'interprétation des résultats obtenus pour l'analyse des textes, en fonction des faits mathématiques et de la démarche des mathématiciens. Pour les faits mathématiques, il est ressorti que les énoncés empiristes sont largement majoritaires, proposant une vision des savoirs mathématiques universels, et non ancrés dans un contexte social et culturel. Quant à la démarche des mathématiciens, la posture empiriste représentait encore une forte majorité, identifiant cette démarche comme solitaire et abstraite en comparaison à une démarche pouvant être perçue comme collective et liée à la résolution de problèmes quotidiens.

Par la suite, le cinquième chapitre était consacré à la présentation, la synthèse et, l'analyse et l'interprétation des résultats obtenus pour l'analyse des illustrations des mathématiciens et des inventions mathématiques. La synthèse des résultats a démontré clairement que les manuels présentent majoritairement des mathématiciens hommes, originaires de l'Europe, ayant vécu soit dans l'Antiquité ou au siècle des Lumières. Les autres lieux ou époques sont peu ou pas représentés et une seule femme est illustrée dans les huit manuels étudiés. De plus, nous avons constaté que les mathématiciens ne sont jamais illustrés en action dans leur laboratoire. En ce qui a trait à la présentation des inventions mathématiques, la synthèse des résultats a démontré que les manuels présentent majoritairement des inventions dont l'origine et l'époque ne sont pas mentionnées.

Au terme de ce travail, bien que l'idée de considérer les mathématiques comme un langage universel soit très répandue, nous arrivons à la conclusion que les mathématiques sont plus que l'équation $2 + 2 = 4$. Ce parcours des idées mathématiques permet de comprendre que ce qui est universel n'est pas le langage mais la circulation des idées mathématiques à toutes les époques et dans tous les lieux où des humains doivent relever des défis pour améliorer leurs conditions de vie. Selon nous, ces considérations pourraient être prises en compte pour un enseignement /apprentissage égalitaire, équitable et inclusif visant l'*empowerment* de tous les écoliers.

Bibliographie

Adler, J. 2006. «Opening another black box: Researching mathematics for teaching in mathematics teacher education». *Journal for Research in Mathematics Education*. vol. 33, no 4.

Adler, J. and Davis, Z. . 2006. «Opening another black box: Researching mathematics for teaching in mathematics teacher education». *Journal for Research in Mathematics Education*, no 65.

Aktouf, O. 1987. *Méthodologie des sciences sociales et approche qualitative des organisations une introduction à la démarche classique et une critique*. Sainte-Foy : Presses de l'Université du Québec.

Apple, M. W. 1991. *The Politics of the Textbook*. New York: Routledge.

Armaline, W. D., Farber, K. S. 1995. «Developing social and cultural foundations from a multicultural perspective». In *Developing multicultural teacher education curricula*, sous la direction de J. M. Larkin et C. E. Sleeter, p. 45-63: State University of New York Press.

Arsac, G. 1989. « L'origine de la démonstration : Essai d'épistémologie didactique ». *recherches en didactique des mathématiques*. vol. 8, no 3.

Ascher, M. 1998. *Ethnomathematics a multicultural view of mathematical ideas*. Boca Raton, Flor.: Chapman & Hall/CRC.

--------. 2008. «Ethnomathematics». *Encyclopedia of the History of Science, Technology and Medecine in Non-Western Cultures*. vol. 30, no NY.

Astolfi, J.-P. 2005. «Problèmes scientifiques et pratiques de formation». In *Dans Formel? Informel? Les formes de l'éducation,* sous la direction de O. Maulini et C. Montandon, p. 65-82. Bruxelles : De Boeck (Collection « Raisons éducatives »).

--------. 2006. *Chercheurs et enseignants : Repères pour enseigner aujourd'hui*. Paris : Institut national de recherche pédagogique.

Aubin, P. 2006. *300 ans de manuels scolaires au Québec*. Montréal. Bibliothèque et Archives nationales du Québec. Presses de l'Université Laval.

Banks, J. A. 1998. *An Introduction to Multicultural Education*, 2nd ed. Boston: Allyn and Bacon.

Banque de données des statistiques officielles sur le Québec (BDSOQ) (2009). États généraux de l'éducation. Québec, Gouvernement du Québec

Bardin, L. 2001. L'analyse de contenu (10e éd.). Paris : Presses Universitaires de France.

Barkely, C. A. 1999. «Symmetry patterns of Ute beadwork». *International Study Group on Ethnomathematics*. vol. 5, no 14, p. 5-14.

Barton, B. 1996. «Making Sense of Ethnomathematics: Ethnomathematics is Making Sense». *Educational Studies in Mathematics*. vol. 31, p. 201-233.

Beauchesne, A. 1983. « Conception, expérimentation et évaluation d'un programme visant l'amélioration des relations interethniques en milieu scolaire secondaire ». Montréal, Université de Montréal.

Bednarz, N. 2002. « Pourquoi et pour qui enseigner les mathématiques ? Une mise en perpective historique de l'évolution des programmes au Québec au XXième siècle ». *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik [ZDN]*. vol. 34, no 4, p. 146-157.

--------. 2007. « Ancrage de la didactique des mathématiques au Québec : à la recherche de sens et de cohérence ». In *La didactique des mathématiques au Québec : Genèse et perspectives* : UQAR.

Bélanger, A. 2008. « Analyse critique des valeurs explicites et implicites du discours de la réforme en éducation au Québec ». Mémoire de maîtrise, Montréal, Université du Québec à Montréal, 124 p.

Benes, M.-F. et Dyotte, S. 2005. « L'intégration des jeunes immigrants et immigrantes à l'école québécoise ». *VEI Enjeux*. vol. 125.

Bennett, C. I. 1999. *Comprehensive Multicultural Education, Theory and Practice*. Boston: Allyn and Bacon.

Bettinger, S., Geoffroy, M. Labonté A. et Matteau, M.-C. 2004. *Tangram : Mathématique, Science et technologie, 2ième cycle*. Montréal : Éditions du renouveau pédagogique inc. (ERPI).

Bishop, A. J. 1991. *Mathematical enculturation*. Dordrecht: Kluwer.

Bissonnette, L. 2006. « Le manuel scolaire, filigrane des époques ». In *300 ans de manuels scolaires au Québec,* P. Aubin, p. 180. Montréal, Bibliothèque et Archives nationales du Québec. Presses de l'Université Laval.

Blais, M., et Martineau S. 2007. « L'analyse inductive générale : description d'une démarche visant à donner un sens à des données brutes ». *Recherches qualitatives*. vol. 26, no 2, pp. 1-18

Bloom, B. 1972. « Innocence in education ». *School review*. vol. 3, no 8, p. 333-352.

Blouin, Y. 1985. « La réussite en mathématiques au collégial : le talent n'explique pas tout ». *Pédagogies collégiales*. vol. 1, no 2.

Blumberg, R. L. 2008. «The Invisible obstacle to educational equality: bias in textbooks». Trad. de: *english*. In *Inclusive education: the way of the future; conclusions and recommendations of the 48th session of the International Conference on Education (ICE)*

Boutin, G. 2001. « La réforme scolaire actuelle : par-delà les compétences ». In *Réaliser nos ambitions* : Actes du 21e colloque annuel de l'Association québécoise de pédagogie collégiale (AQPC).

Brenner, M. E. 1994. «A communication framework for mathematics: Exemplary instruction for culturally and linguistically diverse students». In *Language and Learning: Educating linguistically diverse students,* B. McLoed (Ed.), p. 233-267. Albany, NY: Suny Press.

Carignan, N. 1993. « Pédagogie musicale et éducation interculturelle : matériaux pour une analyse critique ». Thèse de doctorat, Montréal, Université de Montréal, xvii, 453 p.

-------- (2004). Analyse de contenu de manuels scolaires de mathématiques sud-africains. Département d'Éducation des Sciences, des Mathématiques et des Technologies (SMARTE). University Métropolitaine Nelson Mandela, Raport de recherche non publié.

Carignan, N., Feza, N. et Pourdavood, R. G. 2008. « Diversité culturelle, enseignement des mathématiques et rapports ethniques: Expériences scolaires sud-africaine et états-uniennes ». *Revue éducation et francophonie*. vol. 36 2008, no 1, p. 123-141.

Caron, R., et Roberge, A. 2003. *Mes ateliers de mathématique*. Montréal : Graficor.

Carraher, D.W. In J. Moshkovich & M. Brenner (Eds.). 2002. «Is everyday mathematics truly relevant to mathematics education? ». In *Everyday Mathematics. Monographs of* *the Journal for Research in Mathematics Education,* p. 131-153. Reston, VA: The National Council of Teachers of Mathematics.

Charnay, R. 1995. « Mathématiques et mathématiques scolaires ». In *Savoirs scolaires et didactiques des disciplines, une encyclopédie pour aujourd'hui* M. Develay et (dir.), p. 179-2002. Paris : ESF.

Chervel, A. 1988. « L'histoire des disciplines scolaires : réflexions sur un domaine de recherche ». *Histoire de l'éducation.* vol. 38, p. 59-120.

Choppin, A. 1980. « L'histoire des manuels scolaires : une approche globale ». *Histoire de l'éducation.* vol. 6, p. 1-25.

Conseil supérieur de l'éducation (1988). Rapport annuel 1987-1988 sur l'état des besoins en éducation. Le rapport Parent vingt-cinq ans après. Québec, Les Publications du Québec

Conseil supérieur de l'éducation (CSE) (1995). Vers la maîtrise du changement en éducation: Apport annuel sur l'état des besoins de l'éducation. Ste-Foy (Québ), CSE : 91 p.

CSDM, Commission scolaire de Montréal. 2011. « La CSDM en chiffres ». http://www.csdm.qc.ca/CSDM/CSDMChiffres.aspx.

D'Ambrosio, U. 1987. «Socio-cultural bases for Mathematics Education». Sao Paulo, Unicamp Campinas.

--------. 1999. «Mathematics, History, Ethnomathematics and Education: A comprehensive program ». *The Mathematics Educator.* vol. 9, no 2.

--------. 2001. «What is Ethnomathematics, and how can it help children in school?». *Teaching Children Mathematics.* vol. 7, no 6.

--------. 2007. «The role of mathematics in educational systems». *The Mathematics Educator.* vol. 34, no 4.

Dasen, P. R., Gajardo, A., & Ngeng, L. 2005. «Éducation informelle, ethnomathématique et processus d'apprentissage ». In *Formel? Informel? Les formes de l'éducation,* In O. Maulini & C. Montandon (Eds.), p. 39-63. Bruxelles : DeBoeck Université.

Dasen, P.R. 2004. « Éducation informelle et processus d'apprentissage ». In *Pédagogies et pédagogues du sud,* A. Akkari et P.R. Dasen (E.d), p. 19-47. Paris : L'Harmattan.

Deslauriers, J.-P. 1987. *Les Méthodes de la recherche qualitative.* Sainte-Foy : Presses de l'Université du Québec.

Deslauriers, J.-P. 1991. *Recherche qualitative guide pratique*. Coll. «Thema». Montréal : McGraw-Hill.

Doré, M., 2006. « Étude longitudinale du livre scolaire chez Hurtubise HMH entre 1965 et 2004 ». Trad. de: *français*.

Ducharme-Rivard, A. 2007. « Qu'est-ce que l'arithmétique? Que recouvre son enseignement? : regard historique et analyse de manuels québécois du début et de la fin du XXe siècle au secondaire ». Mémoire de maîtrise, Montréal, Université du Québec à Montréal, xiii, 307 p.

Eisner, E. 1979. *The educational imagination*. New York: Macmillan.

El-Hélou, M. 2006. *Les représentations de "l'autre" dans les manuels de français langue seconde au Québec*. Mémoire de maîtrise, Montréal : Université du Québec à Montréal.

Ernest, P. 1991. *The Philosophy of Mathematics Education*. Bristol: The Falmer Press.

Fédération des commissions scolaires du Québec. 2004. « Parce que notre monde est important! ». In *Acte du colloque sur les ressources humaines, Le personnel des commissions scolaires, Quelques données statistiques (13 et 14 mai 2004)*: FCSQ.

Fourez, G. 1992. *La construction des sciences, les logiques des inventions scientifiques: introduction à la philosophie et à l'éthique des sciences*. Coll. «Sciences, éthiques, sociétés». Montréal: ERPI Science.

Fourez, G., Englebert-Lecomte, V.et. Mathy, P. 1997. *Nos savoirs sur nos savoirs un lexique d'épistémologie pour l'enseignement*. Coll. « Pédagogies en développement ». Paris : De Boeck Université.

Gajardo, A., et Dasen, P. 2006. « Des ethnomathématiques à l'école ? Entre enjeux politiques et propositions pédagogiques ». *Formation et pratiques d'enseignement en questions*. vol. 4, p. 121-138.

Gasquet, S. 1997. *L'illusion mathématique; le malentendu des mathématiques scolaires*. Coll. «École et société». Paris : Syros.

Gauthier, B., et Beaud, J.-P.2009. *Recherche sociale : de la problématique à la collecte des données*, 5e éd, Québec : Presses de l'Université du Québec.

Gerard, F.-M., et Roegiers, X. 2003. *Des manuels scolaires pour apprendre : concevoir, évaluer, utiliser,* Nouv. éd. Coll. « Pédagogies en développement ». Bruxelles : De Boeck.

Gerdes, P. 1995. *Ethnomathematics and education in Africa.* Stockholm, Suède: Stockholms University.

--------. 2005. «Ethnomathematics, geometry and educational experiences in Africa». *Africa Development.* vol. 30, no 3.

Gervais, L. 2009. *Les représentations sociales de l'éducation á la citoyenneté d'enseignants du deuxième cycle du primaire de la grande région de Montréal.* Mémoire de maîtrise, Montréal, Université du Québec á Montréal, 121 p.

Girodet, M.-A. 1996. *L'influence des cultures sur les partiques quotidiennes de calcul.* Paris : Didier.

Guay, S., et Lemay, S. 2002. *Clicmaths : Mathématiques au primaire, 2ieme cycle du primaire.* Laval : Éditions Grand Duc-HRW.

Hampton, E. et Gallegos, C. 1994. «Science for all students». *Sciences Scope.* vol. 17, no 6, p. 5-9.

Henri, F., et Peraya, D. 2007. « La recherche sur les forums de discussion en milieu éducatif : critères de qualité et qualité des pratiques ». *STICEF.* vol. 14, p. 7.

Ifrah, G. 1994. *Histoire universelle des chiffres l'intelligence des hommes racontée par les nombres et le calcul.* Coll. « Bouquins ». Paris : R. Laffont.

Jackson, P. 1968. *Life in classrooms.* New York: Holt, Rinehart & Winston.

Johnsen, E. B. 1993. *Textbooks in the kaleidoscope. A critical survey of literature and research on educational texts* Trad. de: *English.* New York: Oxford University Press.

Jonnaert, P., Therriault, G. et Harvey, L. 2007. « Une analyse épistémologique des rapports aux savoirs sous-jacents à un manuel d'histoire et éducation à la citoyenneté au premier cycle du secondaire : quelques observations ». In *Le manuel scolaire d'ici et d'ailleurs, d'hier à demain,* Monique Lebrun. Sainte-Foy : Presses de l'Université du Québec.

Knain, E. 2001. «Ideologies in school science textbooks». *Science Education.* vol. 23, no 3, p. 319-329.

L'Écuyer, R. 1990. *Méthodologie de l'analyse développementale de contenu méthode GPS et concept de soi*. Sillery : Presses de l'Université du Québec.

Lacasse, C. 2002. *Adagio : Mathématiques, 2e cycle du primaire*. Montréal : Les éditions CEC.

Lafortune, L. et Deaudelin, C. 2001. *Accompagnement socioconstructiviste pour s'approprier une réforme en éducation*. Coll. « Collection Éducation intervention ». Sainte-Foy : Presses de l'Université du Québec.

Lafortune, L. et Massé, B. 2006 « La conception et la rédaction de manuels scolaires dans une perspective socioconstructiviste; un exemple en mathématiques ». In *Le manuel scolaire: un outil à multiples facettes*. Québec : Presses de l'Université du Québec.

Laguerre, P.-M. (2000). L'éducation interculturelle, ou en sommes-nous? Commission des écoles catholiques de Montréal : Service des relations internationales. Montréal

Lave, J. 1988. *Cognition in practice mind, mathematics, and culture in everyday life*. Cambridge, Angleterre: Cambridge University Press.

Laville, C. 1993. « Colon, Caboto, Cartier, et les autres qui étaient déjà là... L'historiographie scolaire de la découverte du Canada au XXe siècle ». *Cahiers d'histoire*. vol. 2, no 13, p. 124-145.

Lavoie, M. 2006. « Les effets de la réforme 2000 québécoise sur le travail enseignant au 1er cycle du primaire ». Montréal: Université du Québec à Montréal, 160 p.

Lavoie, P. 2004. Enseigner les mathématiques au Québec (1800-2000) : l'émergence d'une spécialité. Bulletin AMQ. XLIV: 14-38 p

Lê, Thành Khôi. 1981. *L'éducation comparée*. Coll. «U». Paris : A. Collin.

Lebrun, M. 2007. *Le manuel scolaire d'ici et d'ailleurs, d'hier à demain*. Sainte-Foy : Presses de l'Université du Québec.

Legendre, R. 2005. *Dictionnaire actuel de l'éducation*, 3e é. Montréal : Guérin.

Lemoyne, G. (1996). La recherche en didactique des mathématiques au Québec : rétrospectives et perspectives. Bulletin de l'Association Mathématique du Québec (AMQ). XXXVI: 31-40 p.

Lenoir, Y., Rey, B., Roy, G.R. et Lebrun, J. 2001. *Le manuel scolaire et l'intervention éducative regards critiques sur ses apports et ses limites*. (dir) J. Lebrun. Sherbrooke : Editions du CRP.

Lerman, S. 1990. «Alternative Perspectives of the Nature of Mathematics and their Influence on the Teaching of Mathematics». *British Educational Research Journal*. vol. 16, no 1, p. 53-61.

Lessard-Hébert, M., Goyette G. et Boutin G. 1997. *La recherche qualitative fondements et pratiques*, 2e é. Coll. «Éducation». Montréal : Éditions nouvelles.

Lyons, M. et Lyons, R. 2003. *Défi mathématique : 2ieme cycle*. Montréal : Chenelière McGraw-Hill.

Martineau, R., et Soulière, D. 1991. « La situation de l'enseignement des sciences humaines dans le milieu scolaire, 1980-1990 ». In *L'enseignement des sciences humaines au primaire : développement, sous-développement ou développement du sous-développement?*, Sherbrooke : Éditions du CRP.

Mathy, P. 1997. *Donner un sens aux cours de sciences. Des outils pour la formation éthique et épistémologique des enseignants*. Paris & Bruxelles : DeBoeck & Larcier.

Mayer, R. 2000. *Méthodes de recherche en intervention sociale*. Montréal : G. Morin.

Mc Andrew, M. 1986. *Études sur l'ethnocentrisme dans les manuels scolaires de langue française au Québec*. Coll. « Les Publications de la Faculté des sciences de l'éducation. Collection Actes de colloque ». Montréal : Université de Montréal Section d'éducation comparée et des fondements de l'éducation.

--------. 1989. *Les relations école/communauté en milieu pluriethnique montréalais*. Montréal : Conseil scolaire de l'île de Montréal.

Mc Andrew, M., et Conseil des communautés culturelles et de l'immigration du Québec. (1987). Le traitement de la diversité raciale, ethnique et culturelle et la valorisation du pluralisme dans le matériel didactique au Québec rapport de recherche. Montréal : Conseil des communautés culturelles et de l'immigration du Québec. 279p.

Mc Andrew, M. et Gagnon, F. 2000. *Relations ethniques et éducation dans les sociétés divisées (Québec, Irlande du Nord, Catalogne et Belgique)*. Coll. « Collection Espaces interculturels ». Paris et Montréal : L'Harmattan.

Morin, E. 2005. «Etude de l'image des sciences projetée par un manuel de sciences pour le primaire». Mémoire de maîtrise, Québec: Université Laval, 171 p.

Mucchielli, R. 2006. *L'analyse de contenu des documents et des communications*. Paris : Les Éditions ESF.

Nishimoto, K. & Berken, B. 1998. «Symmetry patterns of the Wisconsin Woodland Indians». *International Study Group on Ethnomathematics Newsletter*. vol. 12, no 1, p. 6-8.

Noël, L.-M. et Mura, R. 1999. « Images des mathématiques chez des futurs maîtres ». *Revue canadienne de l'éducation*. vol. 24, no 3, p. 296-310

Overley, N. (Ed.). 1970. *The unstudied curriculum: Its impact on children*. Washington D.C.: Association for Supervision and Curriculum Development.

Paillé, P. et Mucchielli, A. 2003. *L'analyse qualitative en sciences humaines et sociales*. Paris : Armand Colin.

Pallascio, R. dans C. Amade-Escot, M. Caillot, C. Garcia-Debanc, P. Jonnaert, G. Kpazaï, L. Lafortune, S. Maury et, et S. Vincent (dir.). 2002. « Socioconstructivisme, rapports aux savoirs et didactique conséquente ». In *Didactiques et rapports aux savoirs : Actes des IIIe journées d'études franco-québécoises des didactiques (Sorbonne, 2-3 juin 2002),* p. 211-220. Paris : Laboratoire Éducation et Apprentissages (EDA).

Poirier, L. 2000. « Les mathématiques ont une culture ». En ligne. <http://horizonmathsplus.blogspot.com/2011/05/louise-poirier-les-mathematiques-ont.html>. Consulté le 4 juin 2011.

Québec, Gouvernement du (1997). L'école tout un programme. Prendre le virage du succès. Enoncé de politique éducative. Minitère de l'éducation. Québec

Québec, ministère de l'Éducation des Loisirs et du Sport du (2011). Matériel didactique approuvé pour 2011-2012 pour l'éducation préscolaire et l'enseignement primaire, Bureau d'approbation du matériel didactique (BAMP), http://www3.mels.gouv.qc.ca/bamd/Doc/Liste_primaire_fr_new.pdf

Québec, Ministère de l'Éducation du (1992). La représentation de la société québécoise dans les manuels scolaires: suggestions concernant l'intégration de la diversité culturelle dans les représentations et dans les stratégies pédagogiques proposées. Québec, Direction générale des ressources didactiques et de la formation à distance. 105 p

-------- (2001). Programme de formation de l'école québécoise : Éducation préscolaire et enseignement primaire. Québec : Gouvernement du Québec

-------- (2002). Les ensembles didactiques et les critères d'évaluation. Enseignement primaire. Québec : Gouvernement du Québec

Québec, ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (2006). Portrait scolaire des élèves issus de l'immigration : de 1994 -1995 à 2000 -2004. Québec : Les Publications du Québec, 74 p.

Québec, ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport. 2010. « Répartition des matières à l'enseignement primaire ». http://www.mels.gouv.qc.ca/legislat/Regime_ped/projet_regime.html.

Racine, I. 2001. « La représentation de l'immigration et des minorités culturelles dans des manuels en français au Québec entre 1976 et 1999 ». Mémoire de maîtrise, Ottawa : University of Ottawa, 108 p.

Raynal, F. et Rieunier, A. 2009. *Pédagogie, dictionnaire des concepts clés; apprentissage, formation, psychologie cognitive*. Paris.

Rocque, S. 1994. « Conception, élaboration et validation théorique d'un schème conceptuel de l'écologie de l'éducation ». Thèse de doctorat, Montréal : Université de Montréal.

Savoie-Zajc, L. 2000. « La réforme du système scolaire québécois ou la nécessité de s'intéresser à la culture de l'école ». *Apprentissage et socialisation : Innovation pédagogique*. vol. 20, no 2, p. 11-23.

Segall, M.H., Dasen, P.R., Berry, J.W.et Poortinga, Y.H. 1999. *Human behavior in global perspective: An introduction to cross-cultural psychology*. Borton Allyn & Bacon.

Selander, S. 1991. «Pedagogic Text Analysis», *in* Julkunen M-L. – Selander S.– Åhlberg M. *Research on Texts at School*. Kasvatustieteiden 37. Joensuu

Sfard, A. 2001. «On the dual nature of mathematical conceptions: reflections on processes and objects as different sides of the same coin». *Educational Studies in Mathematics*. vol. 22, p. 1-36.

Sleeter, C. E. 1997. «Mathematics, Multicultural Education, and Professional Development». *Journal for Research in Mathematics Education*. vol. 28, no 6, p. 680-696.

Sleeter, C. E. & Grant, C. A. 1994. *Making choices for multicultural education: five approaches to race, class, and gender*. New York: Macmillan Publishing Company.

Spallanzani, C., Biron, D., Larose, F., Lebrun, J., Lenoir, Y., Masselter, G. et Roy, G.-R., 2001. *Le rôle du manuel scolaire dans les pratiques enseignantes au primaire*. Sherbrooke : Editions du CRP.

Tardif, M. et Lessard, C. 2004. *La profession d'enseignant aujourd'hui : Évolutions, perspectives et enjeux internationaux*. Québec : Les Presses de l'Université Laval, 313 p.

Tate, W. F., & D'Ambrosio, B. S. 1997. «Equity, Mathematics Reform, and Research». *Journal for Research in Mathematics Education*. vol. 28, no 6.

Tessa, A. 2005. « De l'utilité des manuels scolaires ». *El Watan*.

Tobias, S. 1985. «Math Anxiety and Physics: Some Thoughts on Learning "Difficult "Subjects». *Physics Today*. vol. 6, no 6.

Traoré, K. 2006. « Étude des pratiques mathématiques développées en contexte par les Siamous au Burkina Faso ». Thèse de doctorat, Montréal : Université du Québec à Montréal, 328 p.

Université du Québec à Montréal. 2010. http://www.programmes.uqam.ca/7693. Page consultée le 9 juin 2011.

Vachon, R. et Das, K. 1985. « Éducation interculturelle en milieu scolaire : quelle direction prendre? ». *Interculture, Montréal*. vol. 87.

Van der Maren, J.-M. 1996. *Méthodes de recherche pour l'éducation (2e édition)*. Montréal : Les Presses de l'Université de Montréal.

Vergnaud, G. 1990. « La théorie des champs conceptuels ». *Recherches en didactique des mathématiques*. vol. 10, no 2, p. 133-170.

Vincent, S. 1978. « Les manuels d'histoires sont-ils porteurs de stéréotypes sur les Amérindiens ». *Bulletin de la SPHQ*. vol. 2, no XVI, p. 25-28.

Vithal, R. & Skovsmose, O. 1997. «The end of innocence: a critic of ethnomathematics». *Educational Studies in Mathematics*. vol. 34, no 2, p. 131-157.

Vygotsky, L.S. 1978. *Mind in society, The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.

Young, M. F. D. 1971. *Knowledge and control new directions for the sociology of education*. Coll. «Open university set book». London: Collier Macmillan.