

RECHERCHE

Cherchez dans *Éducation et francophonie*:

[Recherche par mots-clés](#)

[Index des auteurs](#)

LIENS

Consultez cette section pour avoir accès à de nombreux rapports de recherche en éducation de langue française.

ABONNEMENT

Abonnez-vous gratuitement à la revue *Éducation et francophonie* et recevez un avis vous informant de chaque parution dès sa mise en ligne.

PUBLICITÉ

Associez-vous à la revue *Éducation et francophonie* et faites-vous connaître auprès d'un vaste réseau en éducation de langue française. La revue compte plus de 5000 abonnés répartis sur tous les continents.

SOMMAIRE

L'apprentissage et l'enseignement des sciences et des mathématiques dans une perspective constructiviste

Éducation et francophonie

Volume XXV, numéro 1, printemps-été 1997

Lucie Deblois

ARTICLES TIRÉS À PART

Liminaire

Lucie Deblois

[Article complet](#)

L'arithmétique dans les petites écoles du Bas-Canada au début du XIXe siècle

Paul Lavoie

[Article complet](#) | [Résumé de l'article](#)

Quelques illustrations discursives d'une représentation sociale à l'égard de l'apprentissage et de l'enseignement - le cas d'un futur enseignant de sciences

Françoise Ruel

[Article complet](#) | [Résumé de l'article](#)

Des conduites d'élèves en construction - le cas de figure des relations multiplicatives

Suzanne Vincent

[Article complet](#) | [Résumé de l'article](#)

Rôle accordé aux interactions entre pairs dans l'enseignement des mathématiques - une illustration en classe d'accueil

Louise Poirier

[Article complet](#) | [Résumé de l'article](#)

La compréhension de concepts mathématiques chez des élèves anglophones en immersion française au secondaire

Réjean Pépin

Jean Dionne

[Article complet](#) | [Résumé de l'article](#)

Quand additionner ou soustraire implique comparer

Lucie Deblois

[Article complet](#) | [Résumé de l'article](#)

L'opérationnalisation d'un modèle socioconstructiviste d'apprentissage par problèmes en milieu collégial

Lise Ouellet
Louise Guilbert

[Article complet](#) | [Résumé de l'article](#)

Un modèle d'éducation relative à l'environnement visant à modifier la représentation des écosystèmes biorégionaux

Diane Pruneau
Nathalie Breau
Omer Chouinard

[Article complet](#) | [Résumé de l'article](#)

Le constructivisme en didactique des sciences - dilemmes et défis

Bernard Laplante

[Article complet](#) | [Résumé de l'article](#)



**Patrimoine
canadien** **Canadian
Heritage**



ASSOCIATION DES UNIVERSITÉS DE LA FRANCOPHONIE CANADIENNE



Conseil de recherches en
sciences humaines du Canada

Social Sciences and Humanities
Research Council of Canada

Canada

[Numéros disponibles](#) | [Numéros à paraître](#) | [Appel d'articles](#) | [Comité de rédaction](#) | [Partenaires](#)
[Plan du site](#) | [Archives](#) | [Contactez-nous](#) | [Acelf](#)

L'apprentissage et l'enseignement des sciences et des mathématiques dans une perspective constructiviste, Volume XXV N° 1, printemps-été 1997.

Liminaire

Lucie DeBlois

Département de didactique, psychopédagogie et technologie éducative
Université Laval

*Comment nos élèves apprennent-ils? Cette question nous amène à accorder une place privilégiée à la personne qui apprend, non pas pour répondre au modèle «du consommateur de connaissances» (appelé aussi l'étudiant-client), mais plutôt parce qu'on reconnaît que la personne qui apprend a déjà des connaissances que nous ne pouvons ignorer. Ces connaissances amèneront nos élèves à emprunter différents parcours lors de leurs apprentissages. Comme enseignant ou enseignante, on cherche donc à **susciter** l'apprentissage en plaçant nos élèves dans des situations où ils sont impliqués activement.*

Le but de ce numéro est de mieux comprendre ce mouvement et ses implications. Pour ce faire, j'ai cru nécessaire de retrouver le paradigme qui le sous-tend. La perspective constructiviste, qui anime ce mouvement, permet d'approfondir notre réflexion en éducation. Cette perspective est toutefois souvent considérée théorique et peu applicable aux divers ordres d'enseignement. De plus, pour plusieurs, constructivisme signifie théorie de l'apprentissage sans prescription particulière d'un modèle d'enseignement. Toutefois, le fait de considérer les conceptions et les raisonnements de l'élève n'implique-t-il pas nécessairement une transformation des pratiques d'enseignement?

Cette perspective définit l'apprentissage comme une adaptation, ce qui implique une transformation des connaissances. Cette définition amène certaines conséquences relativement à notre conception de la connaissance et de l'erreur. D'abord, une connaissance est viable, sinon elle se transforme à nouveau pour mieux répondre aux besoins d'adaptation. Dans le cas où un changement devient nécessaire, une transformation des connaissances se réalise. Cette transformation amène inévitablement des essais plus ou moins heureux. Certains essais seront qualifiés d'erreurs. L'erreur peut donc être expliquée. Elle devient l'expression d'une compréhension qui fonctionne pour un certain nombre de situations particulières. Compte-tenu du fait que nous nous situons dans le contexte de l'école, les pairs et l'enseignant ou l'enseignante jouent un rôle important. Ces transformations se réaliseront chez la personne à la fois comme être individuel et social.

Ces implications nous permettent de formuler des questions de recherche et des hypothèses sous un angle différent. Les expériences d'enseignement et d'apprentissage qui amènent les analyses réalisées à l'intérieur de cette perspective nous permettent de comprendre le phénomène de l'enseignement-apprentissage «autrement».

Le but de ce numéro est donc de présenter diverses études qui rapportent des réflexions à propos de l'enseignement et de l'apprentissage des mathématiques et des sciences, à travers une perspective constructiviste. Par ces articles, nous pourrions comprendre comment chaque auteur s'est approprié cette perspective. Les auteurs et les auteures expliquent comment cette perspective les a amenés à formuler leur question de recherche, à choisir leur méthode et à «lire» les grands principes qu'ils ont pu dégager à travers l'analyse de leurs résultats.

Les principes qui se dégagent deviennent autant d'implications pédagogiques soit pour les enseignants et les enseignantes soit pour les élèves. Vous pourrez alors, comme lecteur, dégager les forces et les limites de cette perspective. Le but de ce numéro n'est donc pas de prescrire des modalités d'interventions pédagogiques, mais plutôt d'inspirer le travail des enseignants et des enseignantes.

D'autre part, les auteurs et les auteures sont essentiellement des jeunes chercheurs ou chercheuses, c'est-à-dire, des étudiants et des étudiantes de deuxième cycle ou des nouveaux professeurs et de nouvelles professeuses qui ont terminé leurs études de troisième cycle récemment. Ce choix permet de cerner les grandes orientations qui

risquent d'influencer ce domaine pour les prochaines années.

Ainsi, le premier article nous propose une page d'histoire. On dit souvent de l'histoire qu'elle nous permet de placer les phénomènes en perspective, de distinguer les événements structureaux des événements circonstanciels et ainsi de mieux comprendre notre présent. Paul Lavoie situe l'état de l'enseignement de l'arithmétique dans les petites écoles du Bas-Canada au début du XIX^e siècle. Il nous permet ainsi d'en trouver les racines et ce, avant le développement de l'enseignement primaire. Il précise comment s'est insérée l'arithmétique dans «l'univers scolaire des enfants».

Le texte de Françoise Ruel nous amène deux siècles plus tard. En effet, elle nous propose une étude des conceptions d'un futur maître d'aujourd'hui. On présente une expérience didactique ayant pour but l'approfondissement d'une réflexion sur le développement des connaissances auprès de futurs enseignants et enseignantes de sciences à l'ordre secondaire ou collégial. On voit émerger peu à peu la transformation qui s'opère chez un futur enseignant à l'égard de sa profession et des moyens pédagogiques qu'il compte privilégier. Madame Ruel termine en insistant, pour les formateurs, sur la nécessité d'amener les futurs enseignants et enseignantes à questionner, voire à remettre en question, leurs conceptions initiales de l'enseignement et de l'apprentissage en vue d'un renouvellement de l'enseignement des sciences dans une perspective constructiviste.

Nous avons souligné, plus tôt, l'importance de prendre en compte les connaissances des élèves dans l'élaboration des situations d'apprentissage. Suzanne Vincent nous invite à nous y attarder. L'exemple apporté, appelé ici «cas de figure», nous sensibilise à la variété de «conduites» présentées par des élèves de 8 et 9 ans lorsqu'ils ont à résoudre des problèmes de multiplication où intervient un opérateur de type «fois plus». Les représentations et les procédures qui sont apparues nous amènent vers des pistes d'action pour l'enseignement.

L'article de Louise Poirier illustre davantage l'apport des interactions entre pairs dans l'enseignement des mathématiques. Une expérimentation en classe d'accueil auprès d'élèves de 12 ans nous invite à reconnaître l'importance d'une culture de classe basée sur la discussion, l'argumentation et la négociation entre les élèves. Ces élèves développent une compréhension pour un concept mathématique donné, la fraction, en approfondissant leurs connaissances du français.

Réjean Pépin et Jean Dionne ont illustré l'influence de la perspective constructiviste sur l'évaluation de concepts mathématiques au secondaire. En effet, comment peut-on réaliser une évaluation lorsqu'on se préoccupe non plus de performance, mais de compréhension? À la suite d'une analyse des concepts de point, de distance et de cercle, ils ont mis au point et expérimenté un test et une entrevue auprès de 22 élèves de douzième année en classe d'immersion française. Dix-neuf d'entre eux ont réalisé le test alors que les 3 autres ont participé à une entrevue. L'analyse des réponses des élèves nous permet de reconnaître l'apport particulier de chacun de ces outils dans l'évaluation de la compréhension de ces élèves. Ces outils nous sensibilisent aussi à l'importance de présenter un éventail de questions qui dépassent les aspects symboliques et formels et constituent autant d'entrées pour interpréter la compréhension de concepts mathématiques.

Lucie DeBlois précise l'apport de la perspective constructiviste dans la compréhension du phénomène des difficultés d'apprentissage. Elle nous invite à suivre l'élaboration d'une compréhension des comparaisons nécessaires à la résolution de certains problèmes d'addition et de soustraction. L'échange entre une adulte et une enfant favorise l'identification de représentations mentales, de procédures et de réflexions chez des élèves en difficulté d'apprentissage en mathématiques. Cette étude cerne les glissements de sens qui interviennent et nous donne les balises d'un accompagnement qui permettrait de guider le développement de la compréhension pour ce type de problèmes.

Lise Ouellet et Louise Guilbert ont cherché à «opérationnaliser» certains principes théoriques, issus de la perspective constructiviste. Elles ont ensuite développé un modèle d'apprentissage par problèmes en milieu collégial, auprès d'élèves en techniques de réadaptation physique. L'article rapporte la transformation du modèle théorique au contact du contexte pratique. Il nous permet aussi de reconnaître les changements qui s'opèrent chez l'enseignante-chercheuse. Ces auteures concluent en disant que la réflexion sur l'action, de même que sa formalisation au moyen de l'énoncé de principes, suscitent la mise en place fructueuse d'un nouveau modèle pédagogique.

L'article de Diane Pruneau, Nathalie Breau et Omer Chouinard nous convie à apprécier la mise en place d'un modèle d'éducation relative à l'environnement de type expérimental et biorégional. L'expérience rapportée a été réalisée auprès d'élèves de 4^e année. Cet article illustre les retombées du modèle expérimenté et l'importance de l'expérimentation et du partage des expériences dans la transformation des représentations des élèves relativement aux marais.

Le numéro se termine par un article de Bernard Laplante qui jette un regard critique sur le constructivisme en didactique des sciences. Une expérimentation réalisée auprès de groupes du primaire, en immersion française, lui permet d'identifier certains obstacles relativement à l'intégration de cette perspective dans l'enseignement des

sciences. Il nous permet ainsi de mieux cerner la nature des dilemmes et des défis auxquels nous sommes actuellement confrontés en éducation.

Je souhaite donc que ces articles puissent contribuer à l'approfondissement de notre réflexion et par conséquent au renouvellement de nos interventions à l'école. Je ne peux terminer sans exprimer mes remerciements aux auteurs et aux auteures qui ont accepté de participer à la réalisation de ce numéro. Mes remerciements vont également à l'équipe de rédaction et à madame Chantal Lainey pour sa grande disponibilité et sa précieuse collaboration. Je tiens aussi à souligner l'apport de madame Marie Larochelle, source précieuse d'informations.

Lucie DeBlois, Université Laval
Rédactrice invitée



Association canadienne d'éducation de langue française (ACELF)
268, rue Marie-de-l'Incarnation, Québec (Québec) G1N 3G4
Téléphone: (418) 681-4661 - Télécopieur: (418) 681-3389
Site Internet: <http://www.acef.ca/c/revue/>
© Copyright ACELF, Québec 1997.

L'apprentissage et l'enseignement des sciences et des mathématiques dans une perspective constructiviste, Volume XXV N° 1, printemps-été 1997.

L'arithmétique dans les petites écoles du Bas-Canada au début du XIX^e siècle

Paul LAVOIE, Ph.D.

Département de mathématiques

Collège de Sherbrooke, Sherbrooke (Québec) J1H 5M7

Courriel: lavoiepa@CollegeSherbrooke.qc.ca

Table des matières

- Résumé
- Abstract
- Resumen
- Préambule
 - Les racines catéchistiques
 - L'héritage marchand
 - Le *traité* de Bouthillier
- Conclusion -- Une arithmétique scolarisée
- Références bibliographiques
- Annexe -- De la division
- Notes

Résumé

Cet article relate dans quel état se trouvait l'enseignement de l'arithmétique dans les petites écoles du Bas-Canada au début du 19^e siècle, avant même que ne commence vraiment le développement de l'enseignement primaire. Sont ainsi retracées les origines catéchistiques et marchandes, ainsi que les méthodes en usage, d'un savoir appelé à constituer la base de la mathématique aujourd'hui véhiculée dans nos écoles. En sachant ce qu'on enseignait et comment on l'enseignait au point de départ, on comprendra sans doute mieux tous les efforts d'invention que l'école a été obligée de fournir pour arriver aux pratiques modernes.

Abstract

This article describes the teaching of arithmetic in Lower Canada's early 19th-Century country schools, even before elementary teaching began to develop. The various origins of the knowledge which would constitute the basis of mathematics as taught in today's schools, as well as the methods in use, are traced. If we know what was taught at the beginning, and how it was taught, we will better understand the efforts at creativity which schools have been obliged to provide in their search for modern practices.

Resumen

Este artículo relata el estado en el que se encontraba la enseñanza de la aritmética en las escuelas del Bajo Canadá a principios del siglo XIX, antes de que realmente se iniciara el desarrollo de la enseñanza primaria. Se describen los orígenes catequísticos y mercantiles, así como los métodos utilizados de un saber que sería la base de las matemáticas que actualmente se vehículan en nuestras escuelas. Saber lo que uno enseña y como se enseñaba anteriormente, nos permite comprender cabalmente el trabajo de innovación que la escuela ha tenido que realizar para llegar a la práctica contemporánea.

Préambule

Au XIX^e siècle, plusieurs États ont cherché à se substituer aux initiatives des Églises et aux bonnes volontés privées afin de prendre en main l'instruction des enfants. C'est ainsi que s'institutionnalisa l'école primaire (1) qui, dans plusieurs pays d'Europe et d'Amérique, réussissait avant la fin du siècle à alphabétiser massivement la population -- phénomène sans précédent dans l'histoire. Si l'enseignement primaire s'est construit si tardivement, il en est de même de ses *disciplines* ou, comme on dit chez nous, de ses *matières*. Nous allons chercher à retrouver les racines de l'une d'entre elles, celle que l'on désigne de nos jours comme *la mathématique*. Nous nous intéresserons plus précisément à l'insertion dans l'univers scolaire des enfants d'un savoir mathématique, celui de l'arithmétique. Il nous faudra pour retrouver ses racines reculer d'au moins deux siècles, avant que le développement de l'enseignement primaire ne commence vraiment. Notre texte se rapporte à l'histoire scolaire du Québec francophone. Nous verrons que, dans les écoles du Bas-Canada du début du siècle dernier, il était déjà de tradition d'enchaîner la formation religieuse avec l'apprentissage de certains savoirs profanes, dont celui de l'arithmétique. D'autre part, nous établirons la filiation entre cette dernière et les pratiques ayant cours dans le monde des marchands (2).

Un peu tout le monde peut se faire une bonne idée de ce qu'en mathématique, les jeunes Québécois apprennent aujourd'hui et comment ils l'apprennent. Peu de gens cependant disposent de connaissances précises sur la situation qui prévalait avant le développement de l'enseignement primaire et, partant, seraient en mesure d'imaginer le cheminement par lequel il a fallu passer. Une telle méconnaissance empêche de mettre en perspective les pratiques actuelles. Elle empêche aussi de reconnaître l'extraordinaire effort de création de l'école à travers ses disciplines scolaires, si bien décrites par *Chervel (1988)* comme ce «vaste ensemble culturel largement original qu'elle a sécrété au cours des décennies ou des siècles, et qui fonctionne comme une médiatisation mise au service de la jeunesse scolaire dans sa lente progression vers la culture de la société globale (3)». Puisse notre texte contribuer à cette reconnaissance (4).

Les racines catéchistiques

Retournons dans le Bas-Canada du début du XIX^e siècle alors que l'instruction des enfants était encore, selon les termes que nous avons utilisés, une affaire surtout d'Église et de bonne volonté. S'il est vraisemblable que quelques maîtres ambulants et certains curés se chargeaient sur une base privée d'enseigner aux enfants, diverses petites écoles fonctionnaient déjà. Les traces laissées permettent d'en localiser une vingtaine dans les régions urbaines de Montréal, Québec ou Trois-Rivières, et une trentaine dans les campagnes (5). Une partie d'entre elles appartenaient aux communautés religieuses (6), surtout les Ursulines et la Congrégation Notre-Dame dont la solide implantation favorisa chez les *Canadiens* -- c'était ainsi qu'on se désignait à l'époque -- un niveau plus élevé d'instruction des filles. Une autre partie relevait des paroisses, des curés ayant fondé des écoles et engagé des maîtres laïques (7). Dans les villes, la plupart des écoles desservaient la communauté anglaise qui s'y était regroupée et fonctionnaient à l'initiative de particuliers, souvent avec le support des autorités anglicanes (8). On ne sait pas quel fut le nombre exact de toutes ces petites écoles. C'était peu par rapport à la population. D'une part, les trois quarts de la centaine et demie de petits centres qu'habitaient les Canadiens en étaient privés (9). D'autre part, comme elles ne comptaient souvent qu'un seul maître, de quoi limiter la capacité d'accueil à quelques dizaines d'élèves, les écoles existantes ne pouvaient avoir qu'un effet limité.

Même si les écoles primaires étaient en nombre restreint au début du XIX^e siècle, elles formaient un noyau autour duquel pourront se greffer les efforts de scolarisation des décennies suivantes. Quelle part ces écoles, du moins celles destinées aux Canadiens, faisaient-elles à l'arithmétique? On ne peut répondre à cette question sans comprendre leur origine. Créées pour l'essentiel à l'initiative de l'Église, elles conservaient la marque des habitudes du Régime français et, par ricochet, celles de l'Ancien Régime en France. La possibilité qu'une révolution pédagogique de quelque importance eût pu intervenir entre 1760 et 1800 est en effet bien improbable. Après la

cession du Canada à l'Angleterre, les maîtres qui continuèrent à enseigner et ceux qui prirent leur relève n'eurent ni les moyens ni les capacités de susciter une réadaptation des habitudes et des méthodes françaises. C'était une époque où on s'improvisait maître d'école et où on apprenait sur le tas, par imitation, sans formation particulière. C'était aussi une époque où on éprouvait de la difficulté à simplement s'approvisionner en manuels français, ce qui obligeait à recopier à la main ceux d'avant la Conquête (10).

Sous l'Ancien Régime en France, l'Église s'occupait de la chose scolaire en vertu d'une tradition séculaire. Au XVI^e siècle, elle formait des enfants de chœur dans de petites écoles attenantes aux cathédrales: on y montrait à lire, le plain-chant, la grammaire, le latin. Au début du XVII^e siècle, un vent de reconversion déferla en réaction à la Réforme. Les curés de paroisse, ainsi que des communautés religieuses spécialement créées pour l'occasion, se mirent en frais de répandre dans les villes de petites écoles au service de la foi. On y montrait à lire, en tout cas assez pour les besoins des offices religieux. On initiait à quelque petit métier ou autre activité de sanctification, comme la couture ou la broderie chez les filles. L'enseignement de l'écriture et du calcul y progressa sans doute au fil des décennies, en particulier dans le nord de la France, encore qu'une bonne partie des maîtres, surtout chez les laïcs, n'y entendaient rien. Il faut dire qu'à travers le savoir profane, se profilait le livre qui éveillait naturellement les soupçons. Le livre n'avait-il pas permis à la Réforme d'«empoisonner» les esprits, les protestants en étant rendus à vouloir retrouver d'eux-mêmes le sens profond des textes sacrés? Pis, dans des bibles en langue vernaculaire!

Les écoles s'étaient répandues hors du voisinage des cathédrales dans la perspective de catéchiser les enfants. Cela, pensait-on, s'atteignait non pas tant par l'écrit que par le canal traditionnel de transmission de la foi, c'est-à-dire la parole. Le programme, tracé en conséquence, consistait pour les maîtres à former les enfants «à dire leurs prières, à leur apprendre la doctrine chrétienne dans quelque catéchisme, la manière et la pratique de se bien confesser et bien communier, d'entendre la sainte messe et de faire plusieurs autres dévotions utiles et commodes [...]; la haine du péché, l'amour de la vertu, des bonnes oeuvres et des moeurs chrétiennes; la civilité et bienséance en leurs gestes, en leurs paroles et en leurs actions» (11). L'oeuvre scolaire a débuté en Nouvelle-France avec un tel arrière-plan idéologique. Il faut lire une lettre de Marie de l'Incarnation, adressée à son fils en 1644, où elle résumait l'enseignement donné à son couvent de Québec. On y montrait «solidement les commandements de Dieu et de l'Église, les points et les mystères de notre foi, les prières et les pratiques de notre religion, comme sont le signe de la croix, l'examen de conscience et autres semblables actions de piété» (12).

Indice des moeurs scolaires de l'époque, le mot *instruction* était tout bonnement employé dans le sens de *catéchisation*. Il est intéressant à ce titre de lire dans les *Relations des Jésuites* comment le père Le Jeune s'y prenait en 1637 pour faire *l'instruction des petits Sauvages* (13).

La prévention contre le savoir profane s'est atténuée en France avec le temps. La littérature spécialisée repère cette évolution par la publication en 1654, par les soins d'un prêtre de Paris, de *L'Escole paroissiale ou la manière de bien instruire les enfans dans les petites escoles* (14). Sorte de guide pédagogique, l'ouvrage proposait, en rupture avec la conception dominante, de concevoir l'école comme un lieu où la formation religieuse s'enchaînait avec un apprentissage progressif de la lecture, de l'écriture et d'autres savoirs profanes dont celui du calcul. L'argumentation de l'auteur partait d'une distinction entre deux fonctions de l'école: instruire les enfants de la religion, ce qui était l'*instruction chrétienne*, et leur apprendre à bien vivre, ce qui était l'*éducation chrétienne*. Pour assumer pleinement ces deux fonctions, il fallait non pas écarter ou négliger le savoir profane, mais tout au contraire le développer. D'abord, l'instruction chrétienne devenait plus efficace en s'appuyant sur l'écrit: l'enfant qui savait lire son catéchisme était mieux en mesure d'en comprendre les préceptes et de les appliquer. Ensuite, le savoir profane donnait à l'école la possibilité de disqualifier tous les concurrents et autres voies possibles (maîtres privés, parents, oisiveté de la rue...) de façon à s'imposer comme une étape obligée d'éducation chrétienne par laquelle passeraient tous les enfants. Il devait donc faire l'objet du plus grand soin et répondre aux besoins de l'époque. Il ne fallait pas ainsi se contenter de montrer à lire, ce qui n'attirait que les enfants pauvres. Il fallait en plus enseigner l'écriture, ainsi que le calcul. À cela pouvaient s'ajouter au besoin d'autres enseignements, comme la grammaire latine et le grec pour les garçons envisageant de fréquenter un collège.

On a écrit que *L'Escole paroissiale* avait fait faire à l'école française un pas décisif (15) en l'amenant à inscrire la catéchisation dans l'usage régulier de l'écrit. L'ouvrage a eu un retentissement énorme en France, lançant la dernière évolution -- la dernière *réforme*, dirait-on de nos jours -- avant la Révolution de 1789. Les règlements, essais ou méditations pédagogiques de la première moitié du XVIII^e siècle en reprenaient le modèle de façon unanime: l'enseignement religieux, oui, mais en jonction avec le lire, l'écrire, le compter, tout cela comme des «prétextes», des «moyens», des «instruments» pour mener les enfants au salut (16). Détail intéressant: dans la même perspective, cette littérature enjoignait les maîtres à ne plus frapper les enfants à tout propos, mais à faire preuve de douceur pour les attacher à leur école (17). L'une des explications au succès de *L'Escole paroissiale* est sans doute l'importance peu à peu acquise en France par l'écrit à mesure que la Réforme devenait de la vieille histoire. Aucune couche sociale n'y échappait, pas même les petites gens: jusqu'aux colporteurs qui vendaient de

petits livrets très populaires où on indiqua comment se soigner en fabriquant soi-même des médicaments (18). Du reste, l'écrit ne faisait même plus peur à l'Église, qui recourait volontiers à l'imprimerie. On vit entre autres apparaître entre 1680 et 1720 de nombreux catéchismes diocésains -- dont même un en 1702 pour le diocèse de Québec (19).

L'Escole paroissiale pénétra en Nouvelle-France. Les Dames de la Congrégation le propagèrent dans les paroisses où elles s'établissaient. Les Ursulines l'utilisaient. À l'instar de leur évêque, des curés se l'étaient procuré (20). Les Sulpiciens en faisaient venir en 1742 une douzaine d'exemplaires de France, quantité non négligeable pour les besoins de l'époque (21). On peut évidemment penser que les maîtres d'ici n'ont pu suivre à la lettre toutes les directives de *L'Escole paroissiale*, par ailleurs fort nombreuses, sur la façon de tenir une école avec ordre, décence et révérence. Il est cependant clair que l'ouvrage a exercé le même type d'influence de ce côté de l'Atlantique qu'en France et intégré l'entreprise d'alphabétisation à celle de la formation spirituelle. On n'a qu'à lire les documents qui, vers la fin du XVIII^e siècle, relatent les apprentissages au programme. Dans l'esprit de *L'Escole paroissiale*, on y retrouve la formation spirituelle certes, mais toujours en compagnie du lire, de l'écrire et du compter qui sont présentés sans discrédit. Une ordonnance émise en 1783 par l'abbé Étienne de Montgolfier (22), vicaire général du diocèse et supérieur des Sulpiciens de Montréal, va jusqu'à indiquer aux religieuses de la Congrégation Notre-Dame la ligne à suivre dans leur enseignement de l'arithmétique (23). Un tel document, indice non équivoque du genre de préoccupations auxquelles on pouvait s'adonner, aurait été invraisemblable sans l'esprit de *L'Escole paroissiale*...

L'héritage marchand

Au début du XIX^e siècle, il existait donc au Bas-Canada un modèle de petite école liant l'alphabétisation, ou plus globalement la scolarisation, et la catéchisation. Une des conséquences était de faire pénétrer le calcul dans le cadre scolaire. Et pour de bon! Quand vint le moment de développer un réseau d'écoles primaires, les savoirs déjà présents dans le seul modèle d'école disponible y furent transférés. Tout naturellement, comme si le débat avait été fait et l'affaire jugée. La pertinence du compter ne sera de fait jamais soulevée dans les multiples plans d'éducation et autres réflexions du genre écrits entre 1800 et 1850: sa place allait de soi, après le lire et l'écrire. D'où une autre question, celle de savoir quel type d'arithmétique on enseignait au juste au début du siècle. *L'Escole paroissiale*, qui constitue évidemment une bonne indication des pratiques en usage, consacre un chapitre au «jet à la main et à la plume». Jet à la main, jet à la plume: voilà des expressions qui nous renvoient au Moyen Âge et qu'il convient d'expliquer.

Comment la population médiévale, presque complètement analphabète, avait-elle pu se débrouiller avec les nombres? Elle se servait pour les besoins quotidiens d'un système de signes avec les doigts, le compt digital. Des variantes plus élaborées permettaient d'afficher de gros nombres. Ainsi, pour représenter 113... Pardon! Ne commettons pas d'anachronisme puisqu'on utilisait en ces temps reculés les chiffres romains! Pour représenter cxiii, on repliait l'auriculaire de la main droite (c), et simultanément le pouce (x), l'auriculaire (i), l'annulaire (i) et le majeur de la main gauche (i). L'expansion du commerce aux XII^e et XIII^e siècles exigea qu'on puisse tenir les comptes d'une transaction. Or, le *comput digital* posait de sérieuses difficultés, car il ne laissait pas de trace permanente et se prêtait mal aux calculs. Les marchands trouvèrent une solution en apprenant à *jeter à la main* selon le procédé de l'abaque. Chaque système de mesures possédait plusieurs unités, comme la monnaie donnée en livres, sols et deniers -- xii deniers pour un sol et xx sols pour une livre. Au moyen de jetons posés sur un tableau à colonnes, on décomposait une quantité d'après des multiples du système. Pour lui additionner une autre quantité, on mettait les jetons correspondant à la nouvelle quantité par-dessus ceux en place, puis on faisait les transferts nécessaires en respectant le nombre de jetons permis. Les calculs courants nécessitaient un nombre réduit de jetons: *L'Escole paroissiale* recommandait aux élèves de n'en posséder que 36. (Quand on parle aujourd'hui de *jeter les bases d'une entreprise*, on donne au mot *jeter* le sens de mettre, placer, poser. C'est en vertu de ce sens, très ancien, qu'on jetait des pièces, alors dites jetons, pour signifier qu'on les plaçait sur une table afin de leur attribuer une valeur selon leur position. Le mot «jeter» a alors pris le sens de calculer, sens qui n'a pas survécu. On parle cependant encore de «jeton» pour désigner des pièces sans valeur, d'où l'expression populaire de *faux jeton* (24).)

Une célèbre gravure du début du XVI^e siècle montre une déesse arbitrant une compétition entre deux calculateurs (25). L'un est penché sur sa planche: c'est un *abaciste* qui pratique le jet à la main. L'autre est dans la même position, sauf qu'il travaille avec des plumes et des chiffres arabes: c'est un *algoriste* qui pratique le *jet à la plume*. Les yeux de la déesse sont tournés vers l'algoriste qui, nul doute, sort vainqueur de la compétition. Une nouvelle technique de calcul fit en effet son apparition au Moyen Âge, le jet à la plume. C'est la technique que nous pratiquons aujourd'hui avec papier et crayon, autrement dit *l'arithmétique*. Son histoire n'est pas

parfaitement connue, mais on sait qu'elle s'est appuyée sur les connaissances arabes avec l'Italie comme point de contact et foyer de développements. En s'ouvrant au négoce, Venise, Milan, Gênes et Florence s'ouvrirent au calcul. D'où l'apparition d'une nouvelle profession, celle des *maîtres arithméticiens* qui montraient aux fils des marchands à compter vite et bien. Ces maîtres abandonnèrent peu à peu le jet à la main pour le jet à la plume. Le papier, de plus en plus répandu, permettait de conserver les calculs intermédiaires et ouvrait la voie à un champ nouveau, celui des *algorithmes*. (Même si la chose est bien connue, il n'est pas inutile dans un texte semblable de rappeler que le mot «algorithme» tire son origine du nom d'un arithmétique arabe du IX^e siècle, Al-Khawarizmi.) Ces maîtres dominaient parfaitement l'addition et la soustraction des entiers au début du XIV^e siècle. Puis ce fut au tour de la multiplication. Une fois leur ignorance des fractions et des signes d'opérations vaincue, ils réussirent à maîtriser la division ainsi qu'à remplacer de délicates rhétoriques par la règle de trois et les règles de commerce. Toujours est-il qu'au XV^e siècle, ils disposaient d'une arithmétique calculatoire efficace, rapide, parfaitement appropriée aux besoins du commerce, d'une qualité telle pour que l'Europe, puis tout l'Occident, l'acquière toute faite et n'y apporte pratiquement aucun changement par la suite...

Revenons à *L'Escole paroissiale*. La place qu'y occupe le compter est, il est vrai, plutôt dérisoire. En témoigne l'ampleur du chapitre: une dizaine de pages sur plus de 300... L'économie qui gérait l'école ne pouvait faire autrement. Le compter arrivait en effet en dernière place dans l'ordre des trois savoirs profanes de base: les enfants devaient d'abord apprendre à lire, puis ensuite à écrire; et lorsqu'ils «commenceront à bien écrire à deux lignes», alors seulement «ils seront exercés par le Maître Escrivain à getter premièrement à la main, en suite à la plume» (26). Cette façon de faire, qui étonne aujourd'hui alors qu'on mène de front l'apprentissage de la lecture, de l'écriture et du calcul, a fait partie des habitudes pédagogiques jusqu'au cours du XIX^e siècle -- les premiers traités français à seulement entrevoir la possibilité de lier lecture et écriture datent de la seconde moitié du XVIII^e siècle (27). Même les Frères des Écoles chrétiennes, qui furent des précurseurs, ne perçurent pas les avantages du fonctionnement contemporain. Encore faut-il expliquer qu'avant l'apparition du crayon et de la plume de fer dans le second tiers du XIX^e siècle, on écrivait avec des plumes d'oie. Or leur maniement et leur aiguisage exigeaient une dextérité fine hors de la portée des jeunes enfants. Il allait donc de soi de placer l'écriture après la lecture et de n'aborder l'arithmétique, qui exigeait qu'on puisse recopier des nombres, qu'après une certaine maîtrise de l'écriture. La manière traditionnelle de procéder avait en tout cas comme conséquence de situer le calcul au niveau terminal de l'instruction reçue à la petite école, la faible durée de la fréquentation scolaire faisant en sorte que plusieurs élèves avaient déjà quitté avant d'en apprendre quelques éléments.

L'Escole paroissiale proposait d'enseigner en premier lieu le jet à la main: on montrait d'abord à lire et à écrire en chiffres romains une somme d'argent (exemple: «vi livres, vii sols, viii deniers»); en second lieu, on montrait à la représenter à l'aide de jetons; enfin, on enseignait à effectuer des additions avec les jetons. La maîtrise du jet à la main exigeait, soulignait-on, une longue pratique. On pouvait ensuite passer à l'arithmétique, c'est-à-dire au jet à la plume, «façon de getter [...] encore plus utile & plus courte que la première» avec «d'autres caractères appelés vulgairement chiffres». Il fallait débiter par la numération: on devait pouvoir lire et écrire en chiffres arabes n'importe quel nombre, même très gros. L'élève qui avait traversé ce stade pouvait enfin être mis à l'addition. Une des difficultés venait de ce qu'une opération était *simple* ou *composée*, selon qu'elle impliquait une seule unité de mesure (exemple: «2 deniers» et «3 deniers» font «5 deniers») ou plusieurs (exemple: «2 livres, 13 sols, 7 deniers» et «3 livres, 9 sols, 5 deniers» font «6 livres, 3 sols»). *L'Escole paroissiale* expliquait comment faire à partir d'exemples, mais sans s'éterniser. Comme bien de ses contemporains, sans doute l'auteur ne s'y connaissait-il pas très bien lui-même au delà de la soustraction, puisqu'il renvoyait pour le reste aux ouvrages d'arithmétique en circulation en souhaitant néanmoins qu'on enseigne jusqu'à la règle de trois. Il est bien difficile de voir dans tout ce programme quelque chose comme une initiation à un savoir mathématique. Il s'agissait bien plutôt, dans la perspective d'attirer les enfants, de leur transmettre quelques éléments du savoir marchand, importés tels quels dans l'école.

Fréquemment mentionné avant la Conquête, le jet à la main ne l'est plus après 1800 dans les documents d'époque se référant aux petites écoles canadiennes, ce qui laisse à penser qu'il y avait alors à peu près complètement disparu. En fait, peut-être a-t-on eu tendance à abandonner le jet à la main de ce côté-ci de l'Atlantique un peu plus rapidement qu'en France où, entre autres dans les petites écoles parisiennes, on l'enseigna systématiquement jusqu'à la Révolution de 1789 (28). Un facteur pourrait avoir été la présence massive en Nouvelle-France de la monnaie de carte: elle faisait perdre aux jetons leur intérêt en étant libellée à la manière de nos chèques contemporains avec à la fois des livres, sols et deniers. Un autre facteur pourrait avoir été l'influence de la colonie anglo-saxonne, arrivée avec sa propre monnaie après 1763 et ses propres mesures. Il est vrai que certaines religieuses de la Congrégation Notre-Dame, du moins les plus vieilles, montraient encore à *getter* en 1783 dans des écoles de la région de Montréal (29). Mais justement, *l'Ordonnance au sujet de l'arithmétique qui doit être enseignée dans les écoles de la Congrégation*, adressée à la communauté cette année-là par le vicaire général de Montgolfier, les enjoignait d'y mettre fin. On imagine que la pratique avait pu susciter quelque insatisfaction ou provoquer quelque controverse dont on dut s'occuper en haut lieu, puisque l'abbé de

Montgolfier intervenait à la demande de l'évêque de Québec. Après avoir emprunté le jet à la main aux marchands qui l'avaient utilisé comme technique de calcul, l'univers scolaire l'avait si bien sauvegardé qu'il continuait à s'enseigner bien après que les marchands l'eurent abandonné...

L'ordonnance de 1783 indiquait aux religieuses de la Congrégation quelles connaissances en arithmétique elles devaient enseigner dans leurs écoles. Elles devaient ainsi montrer les quatre règles d'addition, soustraction, multiplication et division, simples et composées. Elles devaient enseigner la preuve de chaque opération, ce qui se faisait normalement au moyen de l'opération inverse. Dans le cas de la multiplication, on pouvait se contenter avant de connaître la division d'une preuve «suffisante», en référence visiblement à la preuve par 9. Tout en signalant que les marchands effectuaient leurs divisions de différentes façons, l'ordonnance statuait en faveur de celle dite à l'*italienne* qui, peut-être plus longue que d'autres, était jugée plus naturelle et plus intelligible. (Soit dit en passant, les Québécois francophones utilisent la même méthode encore de nos jours, alors que les Français l'abrègent en effectuant mentalement les soustractions et que les Anglo-saxons recourent à la division à l'*italienne* en disposant cependant autrement leurs calculs.) On demandait aux religieuses d'indiquer leurs opérations en lettres. Question de modestie: on les prévenait qu'en recourant à des symboles algébriques (+, -, ×), elles se feraient remarquer, ce «qui peut-être ne conviendrait pas assez à leur état».

Le traité de Bouthillier

L'ordonnance de l'abbé de Montgolfier donne une idée de ce qu'en matière d'arithmétique, on pouvait enseigner à l'aube du XIX^e siècle dans les petites écoles de la Congrégation Notre-Dame. Du moins, elle a pu constituer une sorte d'idéal à atteindre. Comme il n'existait ni plan de recyclage ni d'âge pour la retraite, il devait bien y avoir encore en 1800 au sein de la communauté quelques-unes de ces «soeurs anciennes» dont parlait l'ordonnance en 1783 et qui n'étaient pas «suffisamment formées aux règles et aux méthodes énoncées». Mais si certaines religieuses n'en savaient pas beaucoup, la communauté devait tout de même compter dans ses rangs des membres plus instruites. On peut le croire d'après une disposition de l'ordonnance de l'abbé de Montgolfier. Celui-ci prévoyait en effet la possibilité d'un programme enrichi d'arithmétique dans le cas où on trouverait des novices ou des élèves «qui auraient du goût ou de l'aptitude pour des supputations plus étendues [et] demeureraient assez longtemps sous [leur] conduite». On devait alors donner à ces élèves la possibilité d'apprendre les fractions, les parties aliquotes, la règle de trois... (Les parties aliquotes, en fait les diviseurs d'un nombre autres que le nombre lui-même, servaient aux marchands pour simplifier certaines opérations composées répétitives.)

La situation était-elle différente dans les écoles dirigées par les maîtres laïques? On peut certainement penser que les élèves ne s'y rendaient pas très loin en arithmétique. Peu de détails sont connus à propos des habitudes de fréquentation scolaire dans les années 1800. Mais, si on se fie au témoignage du maître Corbin qui a oeuvré à Québec à partir de 1798, les élèves ne devaient guère fréquenter l'école plus de deux ans d'affilée (30). Quand on sait qu'il fallait mettre énormément de temps à apprendre à lire avec les méthodes archaïques en usage, on peut imaginer que peu d'élèves restaient à l'école assez longtemps pour se rendre au stade de l'écriture et qu'encore moins réussissaient à se hisser à celui de l'arithmétique. Quelques documents d'époque faisant référence à l'enseignement de certains maîtres laïques parlent des «principales règles de l'arithmétique», des «quatre premières règles», de l'art de «chiffrer». Il ne faut pas se laisser impressionner par le nombre de règles mentionné: dans le vocabulaire de l'époque, la numération était considérée comme une règle à part, tandis que chaque règle était dédoublée par la distinction entre opération simple et opération composée. Il faut bien plutôt croire que l'arithmétique, lorsqu'abordée, se résumait le plus souvent à apprendre à lire les chiffres et à additionner, voire à soustraire. Cela n'étonne pas pour l'époque -- en France par exemple, la multiplication fut rarement enseignée dans les petites écoles avant la Révolution, la division à peu près jamais avant cette date (31).

On ne saura jamais la proportion de maîtres laïques qui auraient pu aller au-delà de l'addition ou de la soustraction. Il ne serait pas étonnant qu'il y en eût même parmi eux, aussi peu savants que les «soeurs anciennes» de la Congrégation Notre-Dame, incapables de se rendre là... Les Canadiens ont sûrement connu de ces maîtres comme ce certain Christie que le Révérend Stuart avait engagé pour une école anglaise de Québec et à qui il avait dû expliquer -- «in presence of the pupils» -- comment résoudre les plus simples questions d'arithmétique (32). Point n'était besoin à l'époque de posséder un gros bagage intellectuel pour devenir maître d'école, et encore moins de posséder une quelconque formation sur les processus d'apprentissage des élèves. Pouvait en principe devenir maître quiconque savait lire, écrire et compter, outre évidemment de faire montre d'une moralité irréprochable. Même à ces conditions, les candidats ne devaient pas se présenter en grand nombre. On sait par exemple que le maître Louis Labadie, qui a tenu école dans diverses paroisses de 1789 aux environs des années 1820 et dont les curés s'arrachaient les services, a pu commencer sa carrière de maître d'école alors qu'il n'avait pas encore 12 ans (33)! Dans un monde où l'analphabétisme était généralisé, on ne pouvait sans

doute se payer le luxe d'être trop exigeant.

Cela nous amène à parler du *mode* d'enseignement en usage dans les petites écoles du Bas-Canada au début du XIX^e siècle, le mot *mode* désignant la façon pour le maître d'entrer en contact avec les élèves. Pour l'apprentissage du lire, puis dans l'ordre de l'écrire et du compter, les maîtres recouraient au mode individuel. Dit autrement, ils enseignaient à la manière du précepteur: c'était une méthode traditionnellement employée en France et ailleurs en Europe. L'école était ouverte aux enfants quels que soient leur âge et leur stade d'apprentissage, l'idée de les séparer en classes étant totalement inconnue. Ils passaient alors à tour de rôle devant le maître pour y recevoir une leçon. Le fonctionnement était étranger à toute évaluation et à tout suivi, étranger à la stimulation et à l'encadrement du groupe. La présence simultanée d'élèves était ignorée du maître qui n'entrait généralement jamais en contact avec tout le groupe. Il entrait plutôt en contact avec «des» élèves, un à un, chacun à part: ceux-ci ne s'asseyaient d'ailleurs pas en rangées (comme aujourd'hui, pourrions-nous ajouter, encore que...), mais à des tables placées le long des murs.

Cela dit, une réserve s'impose en ce qui a trait aux écoles des communautés religieuses où un effectif considérable d'élèves permettait de recourir à des activités collectives d'apprentissage qu'on appelait à l'époque *exercices*. En dehors du catéchisme qui s'y prêtait bien à cause de son fonctionnement par questions et réponses, ceux-ci servaient surtout en lecture qui constituait tout de même la plus grande partie de l'apprentissage scolaire profane vers 1800. Pour les exercices de lecture, les élèves étaient séparés en *classes* ou «bandes de la même capacité», dirigées chacune par un chef choisi parmi les élèves les plus «capables». Disposant tous au sein de chaque classe d'un même livre, les élèves lisaient à haute voix sous la surveillance de leur chef et se relayaient au signal du maître. On fit sans doute peu d'enseignement collectif du genre en dehors du catéchisme et de la lecture, la clientèle scolaire devenant alors souvent trop peu nombreuse. L'ordonnance de l'abbé de Montgolfier parle bien d'«exercices d'arithmétique», ce qui laisse croire qu'on en fit au sein de certaines écoles de la Congrégation Notre-Dame suffisamment populeuses. Sans doute les exercices en arithmétique devaient-ils se faire comme le suggérait *L'Escole paroissiale*. Il s'agissait de partir d'exemples sur lesquels on répétait tout un rituel parlé, comme pour l'addition «5 et 7 font 12, 12 et 9 font 21, 21 et 7 font 28».

Le recours au mode individuel, généralisé en matière d'arithmétique, explique une pratique qui aujourd'hui passerait pour assez peu pédagogique. Avant d'en parler, disons quelques mots au sujet de la ville de Québec. Siège de l'administration civile, militaire et religieuse du Bas-Canada, elle devint au début du XIX^e siècle une pièce maîtresse pour la Grande-Bretagne qui en avait vu l'importance pour son approvisionnement en ressources naturelles. Unique port de mer des deux Canadas, elle était en mesure de s'inscrire dans le circuit d'un commerce entre les colonies nord-américaines et la métropole. C'est ainsi que s'est établie à Québec une colonie de riches marchands. Assumant pour les compagnies anglaises le rôle de courtier auprès des commerçants locaux, ils mirent en place les bases de l'économie québécoise moderne au moyen de banques, de compagnies d'assurances, de sociétés de navigation (34). Il n'est pas étonnant que, compte tenu de ce contexte -- et compte tenu aussi d'une certaine effervescence idéologique où l'éducation se trouvait valorisée --, quelqu'un ait eu l'idée de publier un ouvrage à l'intention des maîtres pour qu'ils pussent enseigner l'arithmétique, susceptible d'intéresser de plus en plus d'élèves à cause du commerce.

La publication d'un tel ouvrage était d'autant nécessaire que, comme l'affirme dans sa préface l'auteur, la rareté des livres avait condamné les maîtres à une pratique assez peu efficace: «La rareté des livres de cette espèce dans ce pays a fait que jusqu'à présent les Maîtres d'Ecole ont été obligés de faire copier les principes de l'Arithmétique, et des règles quelques fois d'une longueur extraordinaire, dans des cahiers, ce qui occasionne une perte de tems considérable; ce petit ouvrage pourra remédier à cet inconvénient» (35).

Les maîtres utilisaient donc l'énoncé des règles elles-mêmes d'arithmétique qu'ils faisaient recopier et apprendre. Mais, parlons de l'ouvrage d'où ont été tirées les lignes citées. C'est celui de Bouthillier, *Traité d'arithmétique pour l'usage des écoles*, publié en 1809 à Québec chez John Neilson. C'est le premier du genre à être publié au Canada. L'auteur était un arpenteur: né à Montréal en 1782, il fit des études de 1792 à 1800 au collège Saint-Raphaël, devenu en 1806 le collège de Montréal, où il profita de l'enseignement de sulpiciens français, traversés au Bas-Canada à la suite de la Révolution. À sa sortie du collège, il se prépara à la profession d'arpenteur. Ses études, ainsi sans doute que son apprentissage du métier d'arpenteur, lui permirent d'entrer en contact avec des ouvrages mathématiques français, probablement aussi américains et anglais dont les *Institutions mathématiques* de Sauri (36), ouvrage dans lequel il a étudié et qu'il possédait encore au moment de son décès à côté de dictionnaires de mathématiques. Il reçut en 1804 sa commission d'arpenteur et s'installa aussitôt à Québec. N'obtenant aucun contrat de l'administration publique, il travailla comme journaliste et comme traducteur avant de devenir en 1815 inspecteur des grands chemins, puis en 1828 greffier adjoint de la chambre d'Assemblée. Il mourut en 1835, occupant le poste de juge de paix à Beauport tout en continuant à cumuler le poste de greffier adjoint. Il ne fut jamais maître d'école (37).

Il a fallu vingt ans pour épuiser la première édition de l'ouvrage de Bouthillier, ce qui dénote un évident problème

de marché à une époque où le traité était pourtant le seul du genre en langue française au pays (38). L'ouvrage est pratique, de caractère purement utilitaire. Il suit à peu près le modèle des ouvrages des arithméticiens italiens: énoncé d'une règle, quelques exemples -- à noter qu'on ne parle jamais d'exercices, mais toujours d'«exemples» --, pas de démonstration. La section (39) consacrée à la division, reproduite en annexe, donnera une bonne idée de la facture d'ensemble. L'ouvrage n'a pas été conçu pour être mis entre les mains d'élèves très jeunes, ce qui n'est pas étonnant compte tenu de la coutume de ne faire commencer l'étude de l'arithmétique qu'après avoir appris la lecture et l'écriture.. Mais, ce qui est le plus remarquable dans le *Traité d'arithmétique* est son contenu. Voici sa table des matières (40):

- De l'Arithmétique
- De la Numération
- De l'Addition
- De la Soustraction
- De la Multiplication
- Table de Multiplication (41)
- De la Division
- Des Fractions
- Des Fractions décimales
- Table des Monnoies (42)
- Table des Poids
- Table des Mesures
- De la Réduction
- De l'évaluation des Fractions
- De l'Addition composée
- De la Soustraction composée
- De la Multiplication composée
- De la Division composée
- Des Raisons et Proportions
- Règle de Trois simple
- Règle de Trois composée
- Règle d'intérêt
- Règle d'Escompte
- Intérêt composé
- Règle de compagnie
- Equations de paiements
- Règle d'Alliage
- Règle d'Echange
- Simple fausse Position
- Double fausse Position
- Règle de Change
- Des Puissances
- De l'extraction de la Racine quarrée
- De l'extraction de la Racine cubique
- Des progressions Arithmétiques
- Des progressions Géométriques
- Formules Algébriques (43)
- De la Tenue des Livres (44)
- Formules diverses

Certes, cette table des matières dénote une certaine évolution par rapport à celles que l'on pourrait retrouver dans certains ouvrages italiens d'arithmétique de la fin du Moyen Âge: il y a eu quelques suppressions, quelques ajouts... Mais, on n'en est pas globalement très éloigné. Entré en partie à l'école dans le sillon de *L'Escole paroissiale*, le savoir marchand se trouve, avec l'ouvrage de Bouthillier, proposé à peu près intégralement comme modèle autour duquel construire un certain enseignement mathématique. Un savoir qui s'énonce aussi à la manière des marchands. Il est en effet bien difficile de ne pas appliquer à l'ouvrage de Bouthillier la description que donnait Benoit (1989) des ouvrages des arithméticiens italiens: «Les chapitres commencent par l'exposition d'une *règle*, c'est-à-dire qu'ils fournissent une méthode susceptible de résoudre un type de problèmes. Après la règle viennent les exemples numériques, du plus simple au plus complexe. La notion de démonstration est

totalément ignorée d'hommes qui recherchent avant tout à édicter un algorithme efficace. (45)».

Conclusion - Une arithmétique scolarisée

Le modèle proposé par l'ouvrage de Bouthillier, et qui reprenait en gros le savoir dont avaient besoin les commerçants et leur façon traditionnelle de l'acquérir, se répandit au cours des premières décennies du XIX^e siècle, alors que s'enclenchait un mouvement en faveur de l'alphabétisation populaire, au Bas-Canada comme partout ailleurs en Occident. L'ouvrage, réédité à plusieurs reprises après des débuts plutôt timides, fut suivi de quelques autres d'un genre similaire. Mais pour pouvoir être «scolarisée» dans un contexte d'alphabétisation massive, l'arithmétique proposée fut cependant substantiellement modifiée par les soins de l'école, d'autant que celle-ci était dorénavant seule à s'en occuper au sein de la société. Le résultat fut que le savoir enseigné se transposa, s'éloignant progressivement de ses origines marchandes. Si la rupture définitive ne s'effectua à vrai dire qu'au 20^e siècle, l'école créa néanmoins dès le 19^e siècle un type d'enseignement mathématique original, proprement «scolaire», aux contours nouveaux et avec des objets différents, et avec aussi des méthodes plus performantes.

Qui aurait pu songer du temps de Bouthillier qu'on en viendrait, en un siècle, à faire disparaître la séquence traditionnelle du lire-écrire-compter et à initier les enfants au nombre dès qu'ils étaient mis à l'école? Qui aurait pu songer qu'on répartirait la formation mathématique sur plusieurs années, au lieu de ne la donner qu'en fin de cursus scolaire? Qui aurait pu songer qu'on apprendrait aux enfants des tables pour qu'ils puissent effectuer des opérations mentalement plutôt que sous la seule forme écrite? Les maîtres du temps de Bouthillier se doutaient-ils qu'on procéderait plus tard en partant d'intuition plutôt que de règles? Se doutaient-ils que, voulant réaménager la matière enseignée en allant du simple au complexe, du facile au difficile, on banaliserait certains sujets naguère considérés comme essentiels comme la numération, et qu'on se servirait des fractions pour ne plus avoir à parler d'opérations composées ou de parties aliquotes? Se doutaient-ils qu'on ajouterait des éléments de toisé et qu'on aborderait des éléments d'algèbre autrement que dans le cadre du seul calcul des intérêts? Qui même aurait songé que chaque enfant aurait un jour son propre livre, adapté à son stade de scolarisation, avec de nombreux exercices, gradués?

L'école, en s'appropriant l'arithmétique, en vint même à la fin du XIX^e siècle à lui trouver des vertus psychologiques: le discours, né à propos du calcul mental vu comme un moyen de «discipliner» l'esprit, faisait en effet dire à l'élite pédagogique qu'on enseignait l'arithmétique non seulement pour des raisons pratiques, mais aussi pour former l'esprit. Les Frères des écoles chrétiennes, parmi tant d'autres, écrivèrent que l'arithmétique était pour l'école un véritable cours pratique de logique populaire, fortifiait singulièrement l'attention de l'élève, donnait au jugement de la rectitude et de la sûreté, au raisonnement, la justesse et la vigueur (46). L'école n'avait-elle pas même ainsi trouvé une justification profane à l'arithmétique, de quoi remplacer la justification catéchistique de naguère?

Références bibliographiques

ANSELME, F.

«Introduction» dans *Conduite des Écoles chrétiennes par saint Jean-Baptiste de La Salle - Édition du manuscrit français 11.759 de la Bibliothèque nationale de Paris*, Paris, La Procure, 1951, p. 7-56.

AUDET, Louis-Philippe.

Le système scolaire de la province de Québec, tome II: Aperçu historique - l'instruction publique de 1635 à 1800, Québec, Presses de l'Université Laval, 1951.

AUDET, Louis-Philippe.

Le système scolaire de la province de Québec, tome V: Les écoles élémentaires dans le Bas-Canada (1800-1836), Québec, Éditions de l'Érable, 1955.

BENOIT, Paul.

«Calcul, algèbre et marchandise», *Éléments d'histoire des sciences*, sous la direction de Michel Serres, Paris, Bordas, 1989, p. 197-221.

BERVIN, George.

Québec au XIX^e siècle: l'activité économique des grands marchands, Sillery, Éditions du Septentrion, 1991.

BOUTHILLIER, Jean Antoine.

Traité d'arithmétique pour l'usage des écoles, Québec, John Neilson, 1809. [Deuxième édition en 1829. Lortie (1955) indique que la dernière édition, la septième, a été publiée en 1858. Erreur: il y a eu une huitième édition en 1862 et une neuvième en 1864. Le titre varie: *Traité d'arithmétique à l'usage des*

écoles.]

CHARTIER, Roger et autres.

L'Éducation en France du XVI^e au XVIII^e siècle, Paris, Société d'édition d'enseignement universitaire, 1976.

CHERVEL, André.

«L'histoire des disciplines scolaires: réflexions sur un domaine de recherche», *Histoire de l'éducation*, n° 38 (mai 1988), p. 59-120.

CHEVRIÈRES DE SAINT-VALLIER, Jean-de-la-Croix.

Catéchisme du diocèse de Québec par Monseigneur l'Illustrissime & Reverendissime Jean de la Croix de saint Valier, Evêque de Quebec, en faveur des curez et des fideles de son Diocèse, Paris, Urbain Coustelier, 1702.

CHRISTOPHE, Paul.

Les pauvres et la pauvreté: du XVI^e siècle à nos jours, Paris, Desclée, 1987.

CND.

Histoire de la Congrégation de Notre-Dame de Montréal, sous la direction de Soeur Saint-Pierre Martyr, Montréal, s.n., 1941. [Vol. 3 à 9.]

COMPAYRÉ, Gabriel.

Histoire de la pédagogie, 20^e édition, Paris, Delaplane, 1909.

DICTIONNAIRE BIOGRAPHIQUE DU CANADA.

Dictionnaire biographique du Canada, Vol. VI (1821-1835), Québec, Presses de l'Université Laval, 1987.

FAHMY-EID, Nadia.

«L'éducation des filles chez les Ursulines de Québec sous le Régime français» dans *Maîtresses de maison, maîtresses d'école: femmes, famille et éducation dans l'histoire du Québec*, Montréal, Boréal Express, 1983 p. 50-76.

FÉC.

Arithmétique: cours moyen, livre du maître, Montréal, s.n., 1886. [Aussi publié à Québec: C. Darveau, 1886.]

FILTEAU, Gérard.

Organisation scolaire de la province de Québec: historique, législation et règlements, Montréal, Centre de psychologie et de pédagogie, 1954.

GOSSELIN, Amédée.

«Louis Labadie ou Le Maître d'École patriotique (1765-1824)», *Mémoires de la Société royale du Canada*, tome VII, 3^e série, 1^{re} section (1913), p. 97-123.

GOSSELIN, Amédée.

L'instruction au Canada sous le régime français (1635-1760), Québec. Laflamme et Proulx, 1911.

GROSPERRIN, Bernard.

Les petites écoles sous l'Ancien Régime, Rennes, Ouest-France, 1984.

GROULX, Lionel.

L'enseignement français au Canada, tome 1: Dans le Québec, Montréal, Librairie Granger Frères, 1934.

HÉBRARD, Jean.

«La scolarisation des savoirs élémentaires à l'époque moderne» dans *Histoire de l'éducation*, n° 38 (mai 1988), p. 7-58.

JAMET, Albert.

Marguerite Bourgeoys (1620-1700), Montréal, Presse Catholique panaméricaine, 1942.

JAMET, Albert.

Marie de l'Incarnation: Écrits spirituels et historiques, tome III, Paris, Desclée de Brouwer, 1935.

J. de B.

L'Escole paroissiale ou la manière de bien instruire les enfans dans les petites écoles par un Prestre d'une Paroisse de Paris, Paris, Pierre Targa, 1654. [Référence à l'auteur en page couverture: «par J. de B.». Attribué à Jacques de Batencour: voir Poutet (1963). Un exemplaire fait partie du fonds de Saint-Sulpice de la Bibliothèque nationale du Québec, à Montréal, sous la cote 372.01/Es/18.]

LAVOIE, Paul.

Contribution à une histoire des mathématiques scolaires au Québec: l'arithmétique dans les écoles primaires (1800-1920), thèse de doctorat présentée à l'Université Laval, Québec, s.n., 1994.

LÉON, Antoine.

Histoire de l'enseignement en France, Paris, Presses Universitaires de France, 1967.

LORTIE, Léon.

«Les Mathématiques de nos ancêtres», *Mémoires de la société royale du Canada*, tome XLIX, 3^e série, 1^{re} section (juin 1955), p. 31-45.

NOUVEAU DICTIONNAIRE DE PÉDAGOGIE ET D'INSTRUCTION PRIMAIRE.

Nouveau dictionnaire de pédagogie et d'instruction primaire, sous la direction de F. Buisson, Paris.

Hachette, 1911.

PERCIVAL, Walter P.

Across the Years: a Century of Education in the Province of Québec, Montréal, Gazette Printing, 1946.

PORTER, Fernand.

L'institution catéchistique au Canada: deux siècles de formation religieuse (1633-1833), Montréal, Éditions franciscaines, 1949.

POUTET, Yves.

«L'auteur de L'Escole paroissiale et quelques usages de son temps: à propos d'un ouvrage très rare de la Bibliothèque Municipale de Bordeaux» dans *Bulletin de la Société des Bibliophiles de Guyenne*, vol. XXXII, n° 77 (janvier-juin 1963), p. 27-50.

RELATIONS DES JÉSUITES (1637).

Relations des Jésuites (1637), Montréal, Éditions du Jour, 1972. [Édition reproduite à partir de celle de 1638 de Jean le Boulenger.]

RIGAULT, Georges.

Histoire générale de l'Institut des FÉC, tome I: Oeuvre pédagogique et religieuse de saint Jean-Baptiste De La Salle, Paris, Plon, 1937.

ROY, Camille.

Nos origines littéraires: pourquoi notre littérature fut tardive et languissante..., Québec, L'Action sociale, 1909.

ROY, Pierre-Georges.

«Les premiers manuels scolaires canadiens», *Bulletin des recherches historiques*, vol. LII, n° 10 (octobre 1946), p. 291-303; vol. LII, n° 11 (novembre 1946), p. 325-341.

SAUVAGE, Michel.

Catéchèse et laïcité, Paris, Liget, 1962.

SONNET, Martine.

«L'éducation des filles à Paris au XVIII^e siècle: finalité et enjeux», *Problèmes d'histoire de l'éducation: actes des séminaires organisés par l'École française de Rome et l'Università di Roma à La Sapienza de janvier à mai 1985*, Rome, École française de Rome, 1988, p. 53-78.

TÊTU, H. et C.-O. CASGRAIN.

Mandements, lettres pastorales et circulaires des évêques de Québec, Québec, Imp. A. Côté, 1888.

VIAL, Jean.

«L'apprentissage des rudiments en Europe occidentale», *Histoire mondiale de l'éducation*, tome 2: de 1515 à 1815, Paris, Presses Universitaires de France, 1981, p. 343-357.

Annexe - De la division

LA Division est une opération par laquelle on cherche combien de fois un nombre qu'on appelle *Diviseur* est contenu dans un autre nombre qu'on appelle *Dividende*, le nombre qui exprime combien de fois le Dividende contient le Diviseur est appelé *Quotient*.

RÈGLE

Posez le Diviseur à la droite du Dividende, en les séparant l'un de l'autre par une barre, et tirez un trait sous le Diviseur. Prenez à la gauche du Dividende un nombre de chiffres capables de contenir le Diviseur une fois ou d'avantage; cherchez combien de fois le Diviseur est contenu dans ce nombre, écrivez le Quotient sous le Diviseur, en commençant vers la gauche. Multipliez le Diviseur par le Quotient que vous venez de trouver, et posez le produit sous le Dividende partiel d'où est provenu ce Quotient. De ce Dividende retranchez le produit, et au restant ajoutez le chiffre suivant du Dividende. Ce restant, ainsi augmenté, fera un nouveau Dividende que vous diviserez comme le premier, et ainsi de suite, jusqu'à ce que vous ayez abaissé tous les chiffres du Dividende. Si, à la fin, il y a un reste, vous le mettrez après le Quotient, mettant le Diviseur dessous, séparés par un trait.

La preuve de la Division se fait en multipliant le Diviseur par le Quotient et ajoutant le reste (s'il y en a un) au produit; et si le produit est la même chose que le Dividende, l'opération est bien faite.

EXEMPLE:

<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: right;">Dividende</td><td style="text-align: left;">Diviseur</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">7482</td><td style="text-align: left;">(6</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">6</td><td style="text-align: left;">_____</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">14</td><td style="text-align: left;">1247 Quotient</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">12</td><td style="text-align: left;">6</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">28</td><td style="text-align: left;">7482 Preuve</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">24</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: right;">42</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: right;">42</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: right;">00</td><td style="text-align: left;">Reste</td></tr> </table>	Dividende	Diviseur	7482	(6	6	_____	14	1247 Quotient	12	6	28	7482 Preuve	24		42		42		00	Reste	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: right;">Dividende</td><td style="text-align: left;">Diviseur</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">54873</td><td style="text-align: left;">(8</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">48</td><td style="text-align: left;">_____</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">68</td><td style="text-align: left;">6859 $\frac{1}{8}$ Quotient</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">64</td><td style="text-align: left;">8</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">47</td><td style="text-align: left;">54872</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">40</td><td style="text-align: left;">1</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">73</td><td style="text-align: left;">54873 Preuve</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">72</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: right;">1</td><td style="text-align: left;">Reste</td></tr> </table>	Dividende	Diviseur	54873	(8	48	_____	68	6859 $\frac{1}{8}$ Quotient	64	8	47	54872	40	1	73	54873 Preuve	72		1	Reste
Dividende	Diviseur																																								
7482	(6																																								
6	_____																																								
14	1247 Quotient																																								
12	6																																								
28	7482 Preuve																																								
24																																									
42																																									
42																																									
00	Reste																																								
Dividende	Diviseur																																								
54873	(8																																								
48	_____																																								
68	6859 $\frac{1}{8}$ Quotient																																								
64	8																																								
47	54872																																								
40	1																																								
73	54873 Preuve																																								
72																																									
1	Reste																																								

EXEMPLE:

<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: right;">Dividende</td><td style="text-align: left;">Diviseur</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">432903</td><td style="text-align: left;">(534</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">4272</td><td style="text-align: left;">_____</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">570</td><td style="text-align: left;">810 $\frac{363}{534}$ Quotient</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">534</td><td style="text-align: left;">534</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">363</td><td style="text-align: left;">Reste</td></tr> </table>	Dividende	Diviseur	432903	(534	4272	_____	570	810 $\frac{363}{534}$ Quotient	534	534	363	Reste	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: right;">534</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: right;">810</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: right;">5340</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: right;">4272</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: right;">432540</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: right;">363</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: right;">432903</td><td style="text-align: left;">Preuve</td></tr> </table>	534		810		5340		4272		432540		363		432903	Preuve
Dividende	Diviseur																										
432903	(534																										
4272	_____																										
570	810 $\frac{363}{534}$ Quotient																										
534	534																										
363	Reste																										
534																											
810																											
5340																											
4272																											
432540																											
363																											
432903	Preuve																										

REMARQUES:

- Lorsque le Diviseur n'excède pas 12, on peut faire l'opération sans mettre d'autres chiffres que le Quotient.

Ex: 7482 (6 67890 (5
1247 13578

- Lorsqu'il y a des zéros à la fin du Diviseur, retranchez autant de chiffres à la fin du Dividende, et faites la division avec les nombres restant, et à la fin ajoutez au reste les chiffres que vous avez retranchés du Dividende.

EXEMPLE:

<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: right;">Dividende</td><td style="text-align: left;">Diviseur</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">7834,23</td><td style="text-align: left;">(289,00</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">578</td><td style="text-align: left;">_____</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">2054</td><td style="text-align: left;">27 $\frac{3123}{28900}$ Quotient</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">2023</td><td style="text-align: left;">28900</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">31,23</td><td style="text-align: left;">Reste</td></tr> </table>	Dividende	Diviseur	7834,23	(289,00	578	_____	2054	27 $\frac{3123}{28900}$ Quotient	2023	28900	31,23	Reste
Dividende	Diviseur											
7834,23	(289,00											
578	_____											
2054	27 $\frac{3123}{28900}$ Quotient											
2023	28900											
31,23	Reste											

Opération

Dividende

Diviseur

Réponse

Divisez	82647801612	par 9	9183089068
Divisez	21610874628	par 36	600302073
Divisez	12345678	par 144	85733
Divisez	987654321	par 9999	98775
Divisez	3468027500	par 293575	11813
Divisez	87656743278	par 897000	97722

EXEMPLES:

1. Il y a 1596 arpens de terre à partager entre 21 hommes; combien doivent-ils avoir chacun? **Réponse:** 76 arpens.
2. Un père en mourant laisse une somme de 8766 livres à partager entre 9 enfants. Quelle est la part de chacun? **Réponse:** 974 livres.
3. Un homme a fait 3264 miles en 136 jours; combien a-t-il fait de miles par jour? **Réponse:** 24 miles.
4. Un homme fait 24 miles en un jour; combien de jours mettra-t-il à faire 972 miles? **Réponse:** 40 jours.

NOTES

(1)

Avec cette «invention» au siècle dernier seulement de l'école primaire, l'histoire ne s'est pas comportée selon la logique qu'on imagine aujourd'hui. À preuve le cas de la France dont les institutions scolaires se sont nettement construites de haut en bas: les universités sont nées au Moyen Âge; l'enseignement secondaire s'est développé à partir du XVI^e siècle avec la création des collèges (l'archétype de nos anciens collèges classiques); finalement, l'école primaire s'est véritablement déployée au XIX^e siècle. Voir *Léon (1967), p. 122.*

(2)

Cet article reprend et développe quelques éléments d'une thèse de doctorat que nous avons soutenue à l'automne 1994 à la Faculté des sciences de l'éducation de l'Université Laval. Nos recherches, entreprises sous la direction du professeur Claude Gaulin, nous avaient permis de proposer une histoire de l'enseignement de l'arithmétique au Québec au XIX^e siècle. C'était là un sujet neuf, presque complètement inexploré, comme l'est en général l'histoire des disciplines scolaires dont les chercheurs n'ont senti que récemment l'intérêt. Si le sujet était neuf, nous avons pu nous appuyer, en particulier pour comprendre la situation au début du XIX^e siècle, sur une abondante recherche française et canadienne relative à l'histoire de l'éducation, des institutions scolaires et des idées pédagogiques. Même s'ils ne portaient pas spécifiquement sur l'arithmétique, nous avons pu par exemple extraire de travaux récents publiés en France sur l'éducation au XVIII^e et au XIX^e siècle un riche matériel qui, confronté aux recherches québécoises, permettait de comprendre assez bien les habitudes s'étant créées de ce côté de l'Atlantique. Nous nous sommes appuyé sur les documents d'époque, de plus en plus nombreux au Québec au fil du XIX^e siècle: les directives et autres pièces administratives, la presse éducative, les ouvrages pédagogiques, les manuels scolaires, tout cela constitue une véritable production réalisée par et pour le milieu scolaire, permettant d'apprécier l'impressionnant effort de l'école pour «scolariser» certains savoirs dont l'arithmétique. La section des livres rares de la Bibliothèque de l'Université Laval, avec sa collection de manuels scolaires à peu près complète pour le XIX^e siècle, nous a été en la matière d'un précieux secours.

(3)

Chervel (1988), p. 64.

(4)

Faute de place, nous n'avons pas donné toutes les références bibliographiques sur lesquelles nous nous appuyons. On les trouvera en détail dans les chapitres 4, 5 et 6 de Lavoie (1994).

- (5) Audet (1951), p. 319--338; Groulx (1934), p. 106-125.
- (6) À l'époque, les maîtres ne pouvaient enseigner qu'aux élèves de leur sexe.
- (7) «Lettre de Monseigneur Bailly au sujet de l'université, 5 avril 1790», dans le vol. II de *Têtu et Casgrain (1988)*, p. 408.
- (8) Audet (1951), p. 138, signale que la colonie anglaise comptait en 1790 pour 6 % de la population totale, mais avait ouvert 30 % des écoles.
- (9) Il y en avait 138 à la fin du XVIII^e siècle. Voir *Audet (1951)*, p. 338.
- (10) Voir Roy (1946), p. 291. On retrouve dans plusieurs fonds d'archives des manuels scolaires manuscrits.
- (11) Jamet (1942), p.464-465.
- (12) Jamet (1935), p. 376.
- (13) *Relations des Jésuites (1637)*, p. 39--40.
- (14) *L'École paroissiale* (J. de B., 1654), qui n'a connu qu'une seule édition, a été réimprimé jusqu'au milieu du XVIII^e siècle. Plusieurs auteurs en ont fait l'analyse: Compayré (1909), p. 213--214; Gosselin (1911), p. 230--234; *Nouveau dictionnaire de pédagogie et d'instruction primaire* (1911), p. 996--997; Rigault (1937), p. 45--59; Anselme (1951), p. 14--31; Chartier et autres (1976). ch. IV, Hébrard (1988), p. 53--56. Plusieurs recherches y font référence: Fahmy-Eid (1983), Groperrin (1984), Sauvage (1962). Certains historiens ont faussement attribué *L'École paroissiale* à Démia. Son véritable auteur a été identifié par Poutet (1963).
- (15) Hébrard (1988), p. 414.
- (16) Voir les chapitres IV et V de Sauvage (1962).
- (17) Sauvage (1962), p. 414.
- (18) Christophe (1987), p. 61.
- (19) Chevrières de Saint-Vallier (1702).
- (20) Porter (1949), p. 181 et p. 244.
- (21) Gosselin (1911), p. 230.
- (22)

L'abbé de Montgolfier était arrivé à Montréal en 1751, après avoir enseigné la théologie dans divers séminaires sulpiciens de France. Il était l'oncle des frères du même nom, célèbres pour leurs inventions dont la mongolfière.

(23)

Vol. V de CND (1941, p. 355--360). Dans l'esprit de l'Escole paroissiale, le document se termine par cette mise en garde: «Mais que toutes les Soeurs, en général, n'oublent jamais que tous ces exercices d'arithmétique ne doivent être que la moindre partie de leur enseignement; et qu'elles doivent toujours les faire précéder par la science des principes de la religion, par la pratique des pures maximes de la vie chrétienne, par l'exercice et l'assiduité aux travaux manuels propres aux conditions de leurs élèves, et par la manutention du ménage; qui sont des obligations universelles plus conformes aux premières vues de leur Institut, et préférables à toute autre connaissance, au moins pour le plus grand nombre des jeunes personnes confiées à leur éducation.»

(24)

Voir: *Dictionnaire historique de la langue française*, Paris, Dictionnaires le Robert, 1992, p. 1070.

(25)

Cette gravure se retrouve à la Bibliothèque royale Albert I de Bruxelles.

(26)

L'Escole paroissiale (1654), p. 274. Dans plusieurs citations reproduites dans notre texte, nous n'avons pas modifié la graphie initiale.

(27)

Grosperin (1984), p. 75.

(28)

Sonnet (1988), p. 67; Vial (1981), p. 357.

(29)

La persistance du jet à la main dans les petites écoles n'a probablement pas été étrangère au bon accueil qu'à cause de son côté ludique, il recevait des enfants.

(30)

Audet (1955), p. 27.

(31)

Vial (1955), p. 357.

(32)

Percival (1946), p. 4--5.

(33)

Gosselin (1913), p. 99. Roy (1909) fait fréquemment référence à Labadie.

(34)

Bervin (1991).

(35)

Bouthillier (1809), p. i.

(36)

L'ouvrage *Institutions mathématiques, servant d'introduction à un cours de philosophie à l'usage des universités de France*, par M. l'Abbé Sauri [...], a servi de manuel de base en mathématiques dans les collèges classiques du début du XIX^e siècle. La section des livres rares de l'Université Laval possède une copie de la sixième édition, parue en 1835 chez Bachelier à Paris. Le collège de l'Assomption possède une édition plus ancienne.

(37)

Voir à son sujet les notes dans *Dictionnaire biographique du Canada* (1987), p. 91--92. Voir aussi *Bulletin des recherches historiques*, vol. XLVI, numéro 5 (mai 1940), p. 143--144.

(38)

Lortie (1955), p. 36.

(39)

Bouthillier (1809), p. 10--13.

(40)

Bouthillier (1809), p. iv.

(41)

L'auteur donnait, p. 7--8, une table de multiplication: 2 fois 1 font 2, 2 fois 2 font 4, 2 fois 3 font 6, ..., 2 fois 12 font 24; 3 fois 3 font 9, 3 fois 4 font 12, 3 fois 12 font 36; ...; 12 fois 12 font 144.

(42)

Plusieurs types de monnaie avaient alors cours au Bas-Canada.

(43)

Il ne faut pas se fier au titre, car cette section contient les formules de la règle d'intérêt simple et d'intérêt composé, de la règle d'escompte, ainsi que les formules des progressions arithmétiques.

(44)

Dans cette section, l'auteur indiquait comment tenir le journal et le Grand livre.

(45)

Benoit (1989), p. 208.

(46)

FÉC (1886), préface.



Association canadienne d'éducation de langue française (ACELF)
268, rue Marie-de-l'Incarnation, Québec (Québec) G1N 3G4
Téléphone: (418) 681-4661 - Télécopieur: (418) 681-3389
Site Internet: <http://www.acelf.ca/c/revue/>
© Copyright ACELF, Québec 1997.

RECHERCHE

Cherchez dans *Éducation et francophonie*:

[Recherche par mots-clés](#)

[Index des auteurs](#)

LIENS

Consultez cette section pour avoir accès à de nombreux rapports de recherche en éducation de langue française.

ABONNEMENT

Abonnez-vous gratuitement à la revue *Éducation et francophonie* et recevez un avis vous informant de chaque parution dès sa mise en ligne.

PUBLICITÉ

Associez-vous à la revue *Éducation et francophonie* et faites-vous connaître auprès d'un vaste réseau en éducation de langue française. La revue compte plus de 5000 abonnés répartis sur tous les continents.

RÉSUMÉ

L'arithmétique dans les petites écoles du Bas-Canada au début du XIXe siècle

Paul Lavoie

Éducation et francophonie

Volume XXV, numéro 1, printemps-été 1997

L'apprentissage et l'enseignement des sciences et des mathématiques dans une perspective constructiviste

RÉSUMÉ - ABSTRACT - RESUMEN

RÉSUMÉ

Cet article relate dans quel état se trouvait l'enseignement de l'arithmétique dans les petites écoles du Bas-Canada au début du 19e siècle, avant même que ne commence vraiment le développement de l'enseignement primaire. Sont ainsi retracées les origines catéchistiques et marchandes, ainsi que les méthodes en usage, d'un savoir appelé à constituer la base de la mathématique aujourd'hui véhiculée dans nos écoles. En sachant ce qu'on enseignait et comment on l'enseignait au point de départ, on comprendra sans doute mieux tous les efforts d'invention que l'école a été obligée de fournir pour arriver aux pratiques modernes.

[RETOUR](#)

ABSTRACT

This article describes the teaching of arithmetic in Lower Canada's early 19th-Century country schools, even before elementary teaching began to develop. The various origins of the knowledge which would constitute the basis of mathematics as taught in today's schools, as well as the methods in use, are traced. If we know what was taught at the beginning, and how it was taught, we will better understand the efforts at creativity which schools have been obliged to provide in their search for modern practices.

[RETOUR](#)

RESUMEN

Este artículo relata el estado en el que se encontraba la enseñanza de la aritmética en las escuelas del Bajo Canadá a principios del siglo XIX, antes de que realmente se iniciara el desarrollo de la enseñanza primaria. Se describen los orígenes catequísticos y mercantiles, así como los métodos utilizados de un saber que sería la base de las matemáticas que actualmente se vehiculan en nuestra escuelas. Saber lo que uno enseña y como se enseñaba anteriormente, nos permite comprender cabalmente el trabajo de innovación que la escuela ha tenido que realizar para llegar a la práctica contemporánea.

[RETOUR](#)

L'apprentissage et l'enseignement des sciences et des mathématiques dans une perspective constructiviste, Volume XXV N° 1, printemps-été 1997.

Quelques illustrations discursives d'une représentation sociale à l'égard de l'apprentissage et de l'enseignement - le cas d'un futur enseignant de sciences

Françoise RUEL

Département d'enseignement préscolaire et primaire
Université de Sherbrooke, Sherbrooke (Québec)
Courriel: fruel@courrier.usherb.ca

Table des matières

- Résumé
- Abstract
- Resumen
- Préambule
- Notes méthodologiques
- Illustrations de la représentation initiale
- Discussion
- Conclusion
- Références bibliographiques

Résumé

En regard d'une expérience pédagogique axée sur le dérangement épistémologique vécue par une cohorte de futurs enseignants de sciences au secondaire ou au collégial et par l'entremise d'une série d'entrevues semi-dirigées, le présent article met en évidence des traces de complexification conceptuelle de la représentation sociale de l'enseignement et de l'apprentissage d'un futur enseignant pris comme cas de figure. Il illustre comment le virage épistémologique amorcé par ce futur enseignant l'amène vers une nouvelle conception de l'apprentissage et de l'enseignement qui rompt à plusieurs égards avec une approche de type empirico-réaliste et témoigne davantage d'une prise de conscience de la perspective constructiviste, tant par les propos tenus que par les projets pédagogiques menés ou envisagés à court ou moyen terme. En conclusion, se dégage la nécessité d'amener les futurs enseignants et enseignantes à remettre en question leurs conceptions initiales quant à l'apprentissage et l'enseignement si l'on souhaite un renouvellement en profondeur des pratiques d'enseignement dans une perspective délibérément constructiviste de l'apprentissage.

Abstract

In the light of a pedagogical experiment centred around an epistemological confusion experienced by many future teachers of science at the secondary level, and by means of a series of semi-directed interviews, this article points out traces of conceptual complexification of the social representation of teaching and of the training of an aspiring teacher who is taken as an example. It illustrates how the epistemological conversion

experienced by this future teacher leads him toward a new conception of teaching projects carried out or envisaged over the short and medium terms. In conclusion, the article points out the necessity of encouraging future teachers to question their original conceptions as to training and teaching if an in-depth change in teaching methods in a deliberately constructivist perspective in training is desired.

Resumen

Frente a una experiencia pedagógica centrada en el desordenamiento epistemológico vivido por una cohorte de futuros maestros de ciencias para secundaria y colegial, y a través de una serie de entrevistas semi-dirigidas, el presente artículo pone en evidencia los indicios de la creciente complejidad conceptual de la representación social del maestro tomado como un ejemplo. Se ilustra cómo el cambio epistemológico ya iniciado por el futuro maestro lo conduce hacia una nueva concepción del aprendizaje y de la enseñanza que rompe, en ciertos aspectos, con una óptica de tipo empírico-realista y sobre todo, demuestra que se ha tomado conciencia de la perspectiva constructivista, tanto por las declaraciones que por los proyectos pedagógicos promovidos o previstos a corto y mediano plazo. En conclusión, se subraya la necesidad de provocar, entre los futuros maestros y maestras, el cuestionamiento de sus concepciones iniciales del aprendizaje y de la enseñanza, si se quiere renovar a fondo las prácticas de la enseñanza a partir de una perspectiva del aprendizaje abiertamente constructivista.

Préambule

Ces dernières années, les recherches en didactique des sciences et en formation à l'enseignement ont de plus en plus révélé l'importance des représentations des enseignants à l'égard de l'enseignement et de l'apprentissage de même que vis-à-vis des sciences. Les conceptions ou les croyances des enseignants jouent un rôle, certes difficile à cerner, mais néanmoins indubitable en regard des pratiques pédagogiques pour lesquelles ils optent au quotidien (Brickhouse, 1990; Bullough, 1991; Geddis, 1988; Peterson, 1991). À travers leurs représentations, les enseignants reconduisent auprès des apprenants une certaine idée de science de même qu'ils adaptent les programmes d'enseignement et qu'ils structurent l'apprentissage autour d'un certain rapport au savoir chez les apprenants. Rapport qu'il conviendrait certes de reproblématiser, si on s'adonne à une réflexion critique appuyée sur les constats effectués par les savoirs contemporains, notamment en histoire, en sociologie et en épistémologie des sciences (Kuhn, 1983; Golinski, 1990; Thuillier, 1971, 1972). Trop souvent encore, le savoir dispensé en milieu scolaire est présenté comme un objet extérieur à la cognition plutôt qu'une modulation de celle-ci, qui ne peut s'établir que par un sujet pensant et situé dans un contexte sociohistorique déterminé. En outre, les méthodes pédagogiques sont dans une large mesure conçues pour faciliter l'appropriation d'un savoir réifié, objectif, communicable ou transmissible, généralement selon deux voies privilégiées: le langagier et le visuel. Ainsi, comme dans plusieurs autres champs de savoirs ou disciplines scolaires, le dire et le montrer caractérisent l'approche pédagogique traditionnelle en sciences.

Or, la perspective épistémologique dite constructiviste, qui marque le début des années 70, revendique la nécessité d'aborder la question de la connaissance sous l'angle de la construction des rapports qui participent à sa constitution (Laroche et Bednarz, 1994). Les savoirs ne peuvent plus dès lors être pensés d'un point de vue extérieur ou détaché de celui qui les établit, ce qui est en rupture nette avec l'approche traditionnelle en enseignement des sciences. Selon l'option radicale du point de vue constructiviste, l'apprenant est toujours activement engagé dans l'élaboration de ses savoirs et, qui plus est, sa cognition est considérée comme une fonction adaptative servant à l'organisation du monde de ses expériences tant physiques que sociales (Glaserfeld, 1994). Ce faisant, cette perspective modifie le statut du savoir et confère ipso facto au sujet apprenant un nouveau statut épistémologique, l'invitant à la réflexivité et à la prise en charge effective de ses compétences cognitives. Elle a pour effet additionnel de modifier la conception de l'enseignement pour que s'instaure ce nouveau rapport dans les salles de cours. L'enseignant alors ne peut plus agir comme le dispensateur agréé d'un savoir objectif ou réifié puisque celui-ci devient le résultat d'une construction cognitive propre au sujet apprenant et qu'il est tributaire du rapport d'apprentissage dans lequel l'apprenant est engagé, c'est-à-dire du contexte épistémologique et sociocognitif dans lequel cet apprentissage s'opère. Ainsi, dans une perspective constructiviste, l'enseignant doit prendre conscience d'accorder la priorité à l'établissement d'un nouveau rapport au savoir chez les apprenants en structurant des interventions pédagogiques cohérentes avec celui-ci, au cours desquelles le questionnement quant à la viabilité des connaissances construites par les élèves situe ceux-ci au cœur même de leurs apprentissages (Jonnaert, 1996).

C'est dans cette perspective qu'une stratégie dite de dérangement épistémologique (Larochelle et Désautels, 1992) a été mise en oeuvre en contexte universitaire auprès d'apprentis enseignants de sciences, de niveau secondaire ou collégial, afin de leur offrir l'occasion de reproblématiser leurs représentations du savoir scientifique, de son enseignement et de son apprentissage, représentations dont ils sont porteurs au moment de leur entrée en formation, afin de leur permettre de les revoir sous l'angle offert par l'approche constructiviste, et ce, au moyen d'une réflexion épistémologique soutenue (Désautels et al., 1993). Dans ce but, une gamme étendue d'activités pédagogiques a été proposée aux participants à ce projet. Chacune de ces activités avait pour but de placer les apprentis enseignants dans un contexte de réflexion susceptible de leur permettre d'amorcer une prise de conscience de leur propre idée d'enseignement des sciences, et d'en questionner les fondements pour éventuellement en complexifier la teneur, et ce, à divers niveaux (éthique, sociologique, épistémologique, pédagogique, etc.). Si la complexification des outils conceptuels des enseignants apparaissait comme le but ultime de la stratégie, le déroulement de celle-ci se devait par ailleurs d'être congruent avec l'option constructiviste dans sa réalisation puisque nous savons que les expériences comme apprenants des futurs enseignants constituent la base de leur pratique éventuelle (Paré, 1977). En ce sens, il ne pouvait être question d'enseigner le constructivisme sur le mode de transmission du savoir lequel jouit toujours du statut de mode exemplaire de l'enseignement mais plutôt de «l'intérieur» c'est-à-dire en initiant un processus susceptible de promouvoir cette prise de conscience chez l'apprenant (le futur enseignant) sur son propre rôle dans la constitution de son savoir. Il fallait donc, pour tenter de promouvoir cette nouvelle pratique pédagogique, permettre aux futurs enseignants d'en acquérir l'intelligibilité tout en leur offrant la possibilité d'évaluer sa fécondité via leurs propres expériences d'apprenants. C'est dans cette perspective que la stratégie de formation a été proposée aux étudiants en formation à l'enseignement des sciences.

La recherche qui alimente le présent article s'est intéressée tout particulièrement à mettre en évidence les représentations sociales des apprentis enseignants de sciences qui ont participé à cette stratégie, et ce, à l'égard des idées d'enseignement et d'apprentissage. Dans un premier temps, elle a cherché à approcher les représentations initiales, celles qu'expriment spontanément les futurs enseignants avant même leur entrée dans le processus de formation à la profession. Elle a de plus tenté de clarifier, le cas échéant, la nature de la complexification conceptuelle de leurs représentations au terme de leur engagement dans cette stratégie qui a été menée dans le cadre de leur programme de formation à l'enseignement. Pour les fins de cet article, nous présenterons quelques-unes des caractérisations des représentations initiales d'un apprenti enseignant de sciences, G-3, à l'égard de l'enseignement et de l'apprentissage de même que certaines des transformations qui y ont été repérées au terme de sa participation à la stratégie constructiviste de formation précitée. Il s'agit donc essentiellement d'illustrations discursives du déploiement d'une représentation sociale et des traces des modifications qui la traversent tout au long de l'expérience de formation qu'a connue son détenteur. Nous pourrions mieux apprécier entre autres comment la représentation nourrit le lien théorie-pratique de ce futur enseignant par le biais des projections de la pratique pédagogique qu'il est en mesure de faire, et ce, en fonction des cadres théoriques différents qui lui servent de référence et qu'il puise à même ses représentations.

Le concept de représentation sociale a servi de concept théorique clé dans la recherche dont il est question ici. Résumons-le brièvement de façon à souligner notamment son intérêt particulier à structurer les liens entourant les savoirs et les pratiques dans lesquels s'engagent les acteurs sociaux, que ce soit dans le champ de l'enseignement ou dans tout autre champ d'action. Dans les termes de Jodelet (1989: 36), la représentation sociale est «une forme de connaissance socialement élaborée et partagée, ayant une visée pratique et concourant à la construction d'une réalité commune à un ensemble social». Les représentations sociales apparaissent ainsi comme des constructions dont l'objet est symbolisé et interprété, ce qui instaure des «versions de la réalité» selon l'expression de Jodelet. En conséquence, recourir au concept de représentations sociales ne peut se faire sans la reconnaissance d'un processus de construction à l'oeuvre chez les sujets au cours de leurs expériences physiques et mentales avec le monde. En qualifiant les représentations sociales de savoir pratique, on admet que leur pertinence à la vie pratique est une condition de leur viabilité de même que de leur persistance. En faisant un rapprochement avec le constructivisme, on pourrait affirmer qu'une personne maintient une conception particulière à l'égard d'un objet quelconque (les sciences, l'enseignement, l'apprentissage, etc.) tant et aussi longtemps que celle-ci lui permet de donner un sens à son expérience personnelle et d'agir dans ce monde qu'elle a ainsi conceptualisé. Changer de représentation sociale, c'est donc en quelque sorte induire une nouvelle «version de la réalité» à l'égard de l'objet considéré (l'apprentissage, l'enseignement, etc.), tant au niveau des savoirs qui y sont associés que des pratiques dans lesquelles il s'insère ou desquelles il émerge.

Notes méthodologiques

Avant de présenter des illustrations caractérisant la représentation initiale d'un futur enseignant et les éventuelles complexifications conceptuelles qui l'ont marquée, jetons un bref regard sur la méthodologie de la recherche de

laquelle sont issues ces données. La cueillette des données s'est effectuée par l'entremise de trois entrevues individuelles à caractère non directif (Blanchet et al., 1985) auprès de dix apprentis enseignants. Ces entrevues ont été réparties tout au long de leur formation à l'enseignement, soit sur une période de huit mois, et ont porté sur des questions visant la mise au jour des conceptions des apprentis enseignants à l'égard de l'enseignement et de l'apprentissage des sciences. La première de ces entrevues précède la mise en oeuvre de la stratégie de formation impliquée et vise à mettre en évidence les représentations initiales des futurs enseignants alors que les entrevues subséquentes se proposent d'investiguer les éventuelles transformations ayant marqué les représentations initiales.

L'étude de cas (Yin, 1984) a servi de canevas pour la mise en forme des résultats. Le sujet G-3 sert de cas de figure pour représenter les futurs enseignants dont les représentations initiales ont connu des complexifications conceptuelles susceptibles d'être mises en relation avec le cadre théorique de l'approche constructiviste qui a inspiré la stratégie de formation. On pourra trouver ailleurs des développements discursifs d'autres futurs enseignants sur ces mêmes questions (Ruel, Larochelle et Désautels, 1997; Larochelle, Désautels et Ruel, 1995) puisque le discours de sept d'entre eux, à l'instar de G-3, porte des traces de complexification conceptuelle. Puisque cet article vise à illustrer la complexification conceptuelle d'une représentation sociale au plan discursif, les extraits de discours présentés le seront exclusivement à partir des propos tenus par G-3. Par ailleurs, le terme de complexification conceptuelle est emprunté à Larochelle et Désautels (1992) de façon à parler des transformations encourues par les représentations autrement qu'en terme de changement conceptuel, ce qui situe le cadre théorique en lien avec le développement des systèmes complexes en interaction plutôt que sur une voie par trop mécaniste. L'analyse de discours (Vignaux, 1988) est la source analytique qui préside, au plan méthodologique, à l'étude du corpus formé par les discours recueillis au terme des trois entrevues. Cette recherche ayant fait l'objet d'une thèse de doctorat, on pourra donc retrouver dans celle-ci de plus amples détails concernant les outils méthodologiques concernés (Ruel, 1994).

Illustrations de la représentation initiale

Ce rapide survol méthodologique effectué, que peut-on dire des représentations initiales des futurs enseignants de sciences concernant l'enseignement et l'apprentissage de même que de leurs éventuelles complexifications conceptuelles à la suite de leur participation à une stratégie de formation essentiellement constructiviste? Nous examinerons cette question à travers le portrait que nous offre le sujet G-3 tout au long des entrevues individuelles qu'il nous a accordées. Si sa façon de concevoir l'enseignement et l'apprentissage est nécessairement idiosyncrasique, il n'en demeure pas moins que son intérêt réside essentiellement ici en ce qu'elle constitue un canevas général qui permet de dépeindre grosso modo des représentations fort répandues que nous avons également rencontrées chez les autres enseignants interviewés, même si ces dernières sont traversées par des référents lexicaux quelque peu différents. Les liens tissés entre les éléments clés forgeant la représentation conduisent entre autres à un rapport au savoir que décrit sommairement la métaphore dite du conduit (Reddy, 1984), selon laquelle le message transmis par un émetteur contient en lui-même sa signification et se voit transporté par un médium, le conduit, jusqu'au récepteur. Nous présenterons de nombreux extraits des entrevues données par G-3 afin de faire état de sa représentation discursive de l'enseignement et de l'apprentissage au fil de son évolution. Selon que les extraits cités réfèrent à la première, la deuxième ou la troisième entrevue, le sigle d'identification variera comme suit: 1-G-3, 2-G-3 ou 3-G-3.

Au cours des entrevues, nous avons cherché à offrir au futur enseignant interviewé autant d'occasions que possible sur le plan discursif pour qu'il exprime ses idées concernant l'apprentissage et l'enseignement des sciences, sur les rôles qu'il dévolue aux protagonistes dans le processus éducatif, sur les buts qu'il poursuit en enseignement, sur ses attentes face à la formation pédagogique, sur l'importance de la tenue de séances de laboratoire dans l'enseignement des sciences, sur les inquiétudes qu'il ressent à l'égard de sa carrière éventuelle, etc. Voici donc quelques-unes des manifestations discursives engendrées par ce questionnement.

Quelle conception 1-G-3 se fait-il de l'apprentissage?

Apprendre, c'est beaucoup avec l'intérêt et la motivation. [...] Apprendre, c'est de vouloir apprendre. Si l'autre [ne] veut pas apprendre, [tu] auras beau [lui] lancer tout ce que tu veux comme matière, comme enseignement, il va l'apprendre de force, oui, mais [ce n'est] pas ça apprendre. C'est de réussir à donner à la personne, qui est en avant de toi, le goût d'apprendre. Ça va se faire tout seul [apprendre]. [...] [Il faut lui] donner de l'intérêt [...] après ça, lui-même va se questionner, va poser des questions. [Puis] c'est ça la meilleure façon d'apprendre. C'est que l'autre puisse te demander la question sans que tu aies à lui donner la réponse avant. [...]

C'est de le motiver, de piquer un petit peu sa curiosité, n'importe quoi, puis oups, ça survient. C'est sûr qu'on [ne] peut pas..., on n'a pas, tout ça, dans l'esprit, que de poser des questions, tout ça. Mais même..., si [tu as] l'intérêt sans nécessairement avoir la question, [...] la réponse est peut-être un peu plus facile à assimiler.

Est-ce difficile?

Difficile, oui, mais je crois qu'il y a une méthode. [...] C'est vrai que ce n'est pas donné non plus de réussir à capter l'attention, avoir de l'intérêt, [puis] à donner de la motivation tout ça, mais ça se fait. Ça m'a été fait, en tout cas, ça m'a été enseigné. [Puis] je me dis: s'il y a quelqu'un qui a été capable de le faire, il s'agit peut-être de le répéter ou de se baser là-dessus.

Comment s'y prendre alors?

La façon de faire..., moi, je trouve... Premièrement, que l'enseignant soit motivé, que l'enseignant ait de l'intérêt. [...] Je trouve que c'est la meilleure façon. Un professeur qui n'a pas d'intérêt, qui n'a pas de motivation pour ce qu'il fait, [il ne] peut pas faire autrement que [de ne] pas donner d'intérêt et de la motivation à ses élèves. [...] C'est plutôt au niveau vraiment de l'enseignant. [...] [Ce n'est] pas juste de grouiller [bouger] en avant, [dans] un cours, qui va faire que [tu] es motivé. C'est de faire sentir, de donner... Ça se voit quelqu'un qui est endormi. Ça se voit quelqu'un qui est motivé. Puis ça se sent que c'est facile d'apprendre. Alors, si je me tiens avec [quelqu'un] qui est endormi, je vais tomber endormi.

Chez 1-G-3, l'apprentissage ne peut pas se définir ou s'exprimer en dehors de la motivation à accomplir cet acte qui devient dès lors automatique: «Apprendre, c'est de vouloir apprendre [...] puis oups, ça survient». Les allers et retours entre «susciter l'intérêt» et «apprendre», tout en prenant plusieurs colorations discursives, sont toujours marqués de ce court-circuit qui frappe la représentation du processus d'apprentissage et empêche d'y voir d'autres composantes et d'autres relations. On constate également que 1-G-3 ne doute pas qu'il existe une méthode pour susciter l'intérêt ou la motivation. Cette affirmation est fondée sur son expérience d'apprenant: il a connu des enseignants qui ont su le motiver, alors quoi de plus évident, sinon de plus simple («Ce n'est pas donné de réussir à capter l'attention mais ça se fait.») que de chercher à «le répéter» ou à «se baser là-dessus». D'autre part, si la motivation est la pierre angulaire de l'apprentissage du côté de l'apprenant, elle est aussi, du côté de l'enseignant, l'axe principal selon lequel se développe un enseignement de qualité. Une théorie de l'enseignement est donc assimilable ou réductible à une théorie de la motivation faisant apparaître en l'occurrence toute théorie de la cognition comme secondaire, voire non nécessaire ou superflue. Tout peut se résumer ou presque à ce que l'enseignant doit susciter la motivation et que l'élève doit être motivé. La motivation peut aussi être mise en rapport avec la matière ou la discipline à enseigner. Non seulement donc, au cours de son apprentissage, l'élève peut-il avoir à faire face à un enseignant peu motivé, voire désintéressé, mais il se peut aussi que la matière ne soit pas intéressante! C'est là, par conséquent, un cercle vicieux d'où il devient extrêmement difficile de s'échapper si l'on ne possède pas la clef de la motivation. Pour détecter de la motivation chez l'élève, 1-G-3 note ailleurs «l'éclair dans les yeux» de l'élève motivé, son écoute attentive, son absence de distraction, toutes références implicites à une réaction de l'apprenant à un exposé discursif de l'enseignant (Notons que comme opposé à «motivé», 1-G-3 recourt au terme «endormi»). L'intérêt de l'élève ne se mesure pas à sa capacité de questionner, de raisonner, de prendre des initiatives, etc. En fait, il suffit qu'on puisse l'inférer au regard du faciès de l'apprenant.

Une seule fois 1-G-3 laisse entendre qu'un enseignant capable de susciter l'intérêt générera un questionnement chez l'apprenant lui-même. Mais l'on observe très vite que l'idée de ce questionnement ne se pose pas comme support à sa conception de l'enseignement ou de l'apprentissage. Le questionnement de l'apprenant n'apparaît que comme conséquence à la réussite de l'enseignant dans son entreprise de motivation auprès de l'élève. Et il n'est pas repris par la suite pour expliquer, par exemple, les difficultés que l'on rencontre lorsqu'on veut dispenser un enseignement de qualité. C'est bien plutôt à la motivation des deux partenaires impliqués dans le processus que l'on a recours pour rendre compte de telles difficultés, de même que pour envisager de les contrer. De sorte que le problème qui se pose n'est pas de savoir, par exemple, ce qui permettrait la structuration d'un questionnement systématique chez l'apprenant mais plutôt ce qui pourrait susciter sa motivation.

1-G-3 veut devenir enseignant de sciences, plus exactement de biologie. Alors, quel(s) but(s) vise-t-il lui-même dans l'enseignement des sciences? Pour 1-G-3:

L'enseignement des sciences, c'est d'abord de donner une vision de ce qu'est la science, premièrement, vision globale pour les niveaux que l'on enseigne. [Ce n'est] pas quelque chose qui s'enseigne comme le français, [ce n'est] pas des règles bien définies, c'est un peu une façon de penser, la science. [...] C'est une façon de voir. C'est de montrer aux jeunes un peu qu'est-ce qu'on doit apprendre dans la science, qu'est-ce que c'est réellement. [Ce n'est] pas seulement que le futur, c'est le présent, mais c'est même le passé, aussi, la science. C'est tout ce qui nous entoure. [Ce n'est] pas seulement dans les airs, c'est tactile, on peut le sentir, c'est tout ça, la science. C'est d'essayer de faire percevoir au jeune, lui donner un certain intérêt sans l'épeurer [l'apeurer] et sans lui montrer quelque chose de vraiment surnaturel, ou des choses comme ça. C'est [de lui faire] mettre le pied, [de lui] mettre ça terre à terre et de lui faire voir [que], vraiment, c'est ça, [ce n'est] pas si compliqué, c'est simple, ça s'apprend et puis, on peut faire des bonnes choses avec ça, c'est utile pour nous autres. [...] C'est d'essayer un peu de démystifier le mot science, de le mettre au niveau d'un peu tout le monde, puis de leur faire réaliser que c'est accessible à tout le monde, puis que c'est facile. [...] Mon but, pour moi, c'est de donner de l'intérêt, de donner de la motivation pour la science. Si je peux donner ça, je vais être bien content. Apprendre, je [ne] serais pas toujours capable de dire à l'autre, ce que je sais, [ce n'est] pas toujours évident, mais si je donne l'intérêt pour que l'autre puisse lui-même peut-être aller le chercher plus tard, ce que [je n'ai] pas réussi à lui faire comprendre, là je vais être content. [...] C'est pour ça que l'évaluation, tu sais, j'aime un peu moins ça.

Les objectifs, en apparence hétéroclites et peu systématiques, qu'exprime 1-G-3 à l'égard de l'enseignement des sciences, nous révèlent cependant qu'il cherche à promouvoir une certaine représentation de «la science». La science dont il fait état ne recèle pas de méthode proprement dite puisqu'elle ne s'identifie pas à «des règles bien définies». Et qui plus est, elle est une «façon de penser», une «façon de voir». Il veut enseigner ce que c'est «réellement» que la science. Par ailleurs, ses propos laissent soupçonner que la science aurait aussi une histoire: elle s'intègre aussi bien dans le présent et le futur que dans le passé. La science est également omniprésente dans la représentation de 1-G-3: «c'est tout ce qui nous entoure». Cette formulation à l'égard de l'idée de science peut laisser supposer que la science pourrait être appréhendée à partir de n'importe quel objet qui nous entoure. On remarque, dans le même ordre d'idée, que 1-G-3 insiste sur le fait que la science n'est pas quelque chose de «surnaturel» mais qu'elle doit être approchée de façon «terre à terre», «pas compliquée», «simple», «facile», qu'elle doit être démystifiée, mise «au niveau d'un peu tout le monde», «accessible». L'ambition poursuivie par 1-G-3 s'apparente davantage à un processus de vulgarisation de la science qu'à un processus d'érudition qui irait s'intensifiant et auquel on assimile en général les sciences en milieu scolaire. La réputation d'aridité et d'abstraction des sciences qu'on retrouve souvent chez les apprenants rejoint d'ailleurs cette dernière approche. Alors, 1-G-3 cherche donc à contrer cette tendance. Pour y parvenir, il s'oriente vers une approche de vulgarisation de la science plutôt que vers une métaréflexion à son égard, bien que les expressions «façon de penser» ou «façon de voir» auraient pu nous le laisser entrevoir. Autrement dit, pour 1-G-3, la science n'apparaît pas comme un phénomène à repenser dans le cadre de l'enseignement des sciences mais bien comme un objet à vulgariser, un objet d'ailleurs qu'il traite au singulier de préférence au pluriel.

Que constitue pour 1-G-3 un apprentissage réussi en sciences?

Le petit éclair dans les yeux, le petit intérêt à aller plus loin, le petit intérêt à aller chercher à la bibliothèque. On nous impose souvent d'aller chercher à la bibliothèque, d'aller lire sur les sujets. [...]. On [ne] te donne pas le goût d'aller lire à la bibliothèque. [...] Ça va peut-être être la différence entre mon étudiant, puis l'étudiant d'un autre [enseignant]. Non, ce ne sera pas dans sa note. [...] Un étudiant qui a de l'intérêt n'est pas toujours bon pour apprendre. [...] La science, [ce n'est] pas nécessairement de tout comprendre, de tout savoir, mais c'est d'avoir de l'intérêt pour ça. C'est d'essayer d'être curieux. [...] Si jamais [il] a les capacités [il] va être capable [de les] assimiler [les noms des espèces d'oiseaux]. J'ai cette vision-là. C'est d'arriver devant quelque chose, [puis] de dire: «Bon, ça, c'est de la science». C'est tellement fascinant de regarder de l'huile et de l'eau, voir l'ensemble, puis, oups, [il] y a de la science là-dedans. [...] C'est ça que j'aimerais donner à l'élève, que j'aimerais bien, en tout cas, que j'espère, je me croise les doigts_ Que le jeune se promène, [puis] pas nécessairement qu'[il] te dise le nom latin du papillon qui vient de passer ou des choses comme ça mais qu'[il] puisse te dire: «C'est beau un papillon». [Puis] ça existe, c'est en vie, ça vit, [puis il] y a plein de choses qui [sont] autour de ça.

1-G-3 confirme ici qu'au bout du compte, un apprentissage réussi ne réside pas dans la qualité des concepts propres à la discipline enseignée et retenus par l'apprenant mais dans l'intérêt qu'il a su générer chez celui-ci.

Dans une telle optique, on comprend qu'une évaluation normative ne puisse servir de référence valable pour déterminer la qualité de l'apprentissage. On cherchera par conséquent d'autres indices permettant de conclure à un apprentissage réussi (par exemple, l'apprenant qui va faire des recherches ou des lectures dans la discipline concernée). Cela est d'autant plus net que 1-G-3 dissocie «apprendre» et «avoir de l'intérêt». Un bon cours pourra susciter l'intérêt de tous («le petit éclair dans les yeux») bien qu'il ne puisse garantir le succès de tous (puisque cela dépend des «capacités» de l'apprenant). En somme, l'enseignant enseigne (suscite l'intérêt) et l'élève apprend (s'il est capable). L'un n'implique pas nécessairement l'autre pour définir la réussite de l'apprentissage.

Par ailleurs, l'idée de science que nous livre cet extrait est intéressante. La science est partout, dans toutes les observations qu'une personne peut faire. Son caractère concret, palpable, «tactile» est mis en évidence. On peut faire un rapprochement avec la nécessité qu'exprime constamment 1-G-3 de recourir à des moyens visuels pour enseigner les sciences. Qu'arrive-t-il à la science, édifice théorique construit à grand peine, au fil des siècles, et ce, souvent au mépris des apparences sensibles? Cet édifice n'est-il pas en quelque sorte balayé, emporté, annihilé? Puisque la science est là: vous n'avez qu'à regarder!

La fascination exercée par la science sur 1-G-3 est indéniable de même que son désir de la partager grâce à l'enseignement. Pourtant, sa conception de science ne risque-t-elle pas d'induire chez l'apprenant de la confusion si elle n'est pas reproblématisée à tout le moins pour intégrer un dépassement conscient et explicite des apparences sensibles de l'expérience quotidienne pour atteindre à la réalité scientifique? Ne risque-t-elle pas de conduire 1-G-3 à un désenchantement non négligeable sur le plan professionnel si les jeunes auxquels il s'adresse ne «voient» pas aussi facilement qu'il le prétend la science autour d'eux et qu'ils la jugent au contraire abstraite malgré dessins, modèles, films, séances de laboratoire et autres moyens «visuels»? Il n'y a aucun indice de dialectisation entre théorie et faits, entre science et réalité. «Tout est donné, rien n'est construit», dans cette conception de la science de 1-G-3, à l'inverse de ce qu'affirme Bachelard (1975) et pour qui, en sciences, «rien n'est donné, tout est construit». Pour 1-G-3, la science apparaît extérieure à l'individu. Celui-ci semble toujours pouvoir se l'approprier dès qu'il est en état de réceptivité par l'intermédiaire de la seule perception («Tu regardes, puis oups, il y a de la science.»). D'où l'importance qu'il donnera tout au long de son discours à l'utilisation des moyens visuels pour faciliter cet apprentissage de la science.

Voyons maintenant comment 1-G-3 entend procéder concrètement pour effectuer son éventuel enseignement des sciences:

Oui, j'ai une bonne idée. [...] C'est surtout des notes de cours. [...] C'est un principe que j'aime bien: avoir des notes en sa possession. [...] Moi, je suis en sciences, en biologie. [...] Certains cours devraient avoir comme pré-requis un cours de sténo. Ça serait très pratique. [...] Parce qu'on n'a pas le temps de saisir la matière au cours, ni de l'assimiler. [...] C'est mon professeur de cégep qui m'est arrivé avec ce principe-là; puis, cette méthode, c'est d'avoir des notes de cours mais incomplètes. Moi, je trouve que j'ai appris de façon beaucoup plus rapide de cette façon-là. J'apprenais, j'étais capable d'assimiler un bon pourcentage de la matière seulement qu'à assister au cours. J'avais tout simplement à réviser, le soir, en arrivant chez-nous. En relisant, je le savais. J'avais écouté ce qu'il [l'enseignant] avait dit. Aussi, au lieu de me casser la tête à écrire, j'essayais de comprendre.

On prend vite conscience des rôles de l'enseignant et de l'élève: l'un dispensateur de connaissances, l'autre, assimilateur de savoirs. Les notes de cours sont un moyen, déjà expérimenté d'ailleurs par 1-G-3 comme apprenant, de facilitation de l'apprentissage. Le dosage de l'enseignant pourra s'effectuer par la quantité de notes fournies aux élèves et le nombre de blancs par page! L'assimilation en est améliorée, ce que s'empresse de confirmer 1-G-3 par son expérience personnelle d'apprenant. Remarquons que cette expérience de 1-G-3 est une des sources de référence qui guident son choix vers cette forme particulière d'enseignement. D'autre part, ce modèle d'enseignement que retient 1-G-3, il reconnaît le devoir à un enseignant qui l'exerçait et il l'adopte donc comme futur enseignant parce qu'il lui a plu en tant qu'apprenant. L'histoire de l'expérience cognitive de l'apprenant et le cadre d'enseignement au cours de la formation de celui-ci ont donc des répercussions évidentes et déterminantes sur la conception de l'apprentissage et de l'enseignement de 1-G-3 en tant que futur enseignant. On retrouve aussi dans son discours l'importance accordée aux procédés audiovisuels dans l'enseignement et une réticence manifeste au cours magistral reconnu comme une forme traditionnelle de l'enseignement. On voit que 1-G-3 visualise de façon très nette l'enseignement qu'il projette. La matière sera divulguée sous la forme de notes de cours incomplètes remises aux élèves et dont les blancs seront révélés par l'enseignant et remplis par les élèves: voilà donc pour l'enseignement. Quant à l'apprentissage, il consistera à mémoriser lesdites notes de cours. Il en sera facilité puisque l'élève n'aura pas à se mobiliser pour l'écriture, allant de pair avec la prise de notes, mais pourra se concentrer sur l'écoute des explications fournies par l'enseignant à la lecture des notes,

qu'enrichira le recours à des procédés audiovisuels:

Pour moi, c'est un modèle, je m'y fie [bien] gros. C'est sûr qu'il y a des choses à améliorer, comme dans n'importe quoi. Mais je trouve que c'est une bonne base, un bon point de départ [...]. Les notes de cours, ça, c'est juste une chose. Comme je le disais aussi, il [l'enseignant modèle] utilisait beaucoup de moyens audiovisuels, autant des diapositives, des magnétophones, des acétates, tout ce qui nous permettait de ne pas être là en train d'écrire [...]. [Ce n'était] pas toujours le même cours magistral du professeur en avant avec les deux mains dans les poches, puis qui parlait, ou l'autre qui a une main dans la poche et qui écrit au tableau.

1-G-3 nous fait connaître ici sa perception des séances de laboratoire dans l'enseignement des sciences en se référant à son expérience personnelle d'apprenant:

Les laboratoires m'ont apporté du concret [...]. Moi, j'adore ça de pouvoir voir, de percevoir n'importe quoi. Ça, les laboratoires, ça nous permet de mettre en pratique la théorie, la fameuse théorie qu'on nous apprend. Des laboratoires, moi, je trouve ça important, sans exagérer non plus. Il faut que tu aies une connaissance théorique avant d'accéder au laboratoire. Sans laboratoires, j'aurais peut-être trouvé ça abstrait. Ça m'a vraiment montré c'était quoi la science. La science, c'est dans les livres, il faut l'apprendre, tout ça, mais c'est plus que ça.

Pour 1-G-3, les séances de laboratoire permettent d'illustrer ou de «mettre en pratique la théorie» apprise en classe. Réponse classique qui reprend une idée fort répandue selon laquelle l'efficacité des laboratoires en enseignement des sciences repose sur l'opportunité qu'offrent ceux-ci de matérialiser une science qu'on prétend abstraite. Mais enfin, la science est-elle abstraite ou concrète? La plaidoirie de 1-G-3 à l'égard de l'enseignement des sciences, nous l'avons vu, s'appuie essentiellement sur l'accessibilité de la science par tous via l'observation, via la nature concrète qu'il confère à la science, via sa mise en «choses» plutôt qu'en «mots», via son côté «pratique», «tactile», «visuel» plutôt que «théorique». Comme il n'y a pas de dialectisation explicite de la part de 1-G-3 entre pratique et théorie en sciences, le laboratoire est vu comme une simple illustration de la théorie, une concrétisation de celle-ci. En définitive, la science abstraite devient concrète au laboratoire: du moins est-ce la représentation que véhicule l'image actuelle de l'usage du laboratoire dans l'enseignement des sciences et que reprend 1-G-3 à son compte. Nous verrons cependant qu'il se montrera beaucoup plus critique sur les séances de laboratoire lors de la prochaine entrevue.

De cette représentation initiale, il ressort que l'idée d'enseignement et d'apprentissage de G-3 repose sur la conviction que le savoir est détenu par l'enseignant et capté par l'élève attentif et persévérant. Ce savoir est divulgué au mieux lorsque s'améliorent les conditions physiques, matérielles (réduction de la prise de notes, usage accru d'objets ou de moyens visuels) dans lesquelles l'enseignant place l'apprenant. La connaissance, dans ce contexte, est extérieure, établie et transmissible. La représentation sociale de l'enseignement et de l'apprentissage s'appuie largement sur une certaine théorie de l'information ou de la communication selon laquelle le savoir est une information exacte qui, dans le contexte éducatif traditionnel, passe par un canal de transmission bien réglé (l'enseignant) et aboutit sans ambages au destinataire attentif (l'apprenant). Toutes les références discursives de G-3 montrent qu'il a intégré cette représentation, comme la quasi totalité des autres sujets interviewés, et qu'il s'apprête à donner un enseignement conforme à une telle vision. Des notes ordonnées qu'il commentera et qu'il suffira à l'apprenant de mémoriser, et le tour est joué! La passivité au plan cognitif de l'apprenant est manifeste; le rôle de l'enseignant est clair: divulguer ce savoir, le transmettre. Il lui suffit de puiser dans son expérience d'apprenant et de trouver un enseignant qui a incarné pour lui cette double exigence. Combinant conceptions spontanées à l'égard de l'apprentissage et de l'enseignement et pratique pédagogique exemplaire, G-3 dispose d'une représentation solide de sa tâche d'enseignant parce que cohérente avec sa façon de voir et concrètement applicable, puisqu'il l'a lui-même expérimentée comme apprenant. Sa conceptualisation de l'enseignement et de l'apprentissage s'appuie donc sur ses propres compétences de cognition pour juger de la validité d'une approche pédagogique quelconque et sur les compétences pédagogiques qu'il impute à un enseignant dans l'exercice de ses fonctions. Ainsi pour G-3, le problème de conceptualiser l'enseignement à promouvoir ne se pose pas en termes d'une remise en question, par exemple, de ce processus d'apprentissage généré par l'entremise d'une certaine théorie de la communication mais se résout par l'intégration à un processus d'apprentissage couramment véhiculé d'une dimension supplémentaire, mais non négligeable du point de vue de G-3, celle de susciter un intérêt certain auprès de l'apprenant.

Traces de complexification conceptuelle de la représentation initiale

Que retrouve-t-on lors des entrevues subséquentes quant aux concepts d'apprentissage et d'enseignement véhiculés par G-3? Pour 2-G-3, il est clair que les conceptions spontanées représentent des notions de déjà-là chez quiconque et que, pour lui, ce concept était intuitivement présent dans sa conception initiale d'enseignement. Mais lors de l'expérience pédagogique à laquelle il a participé, il découvre, d'abord, dans le concept de conceptions spontanées, une confirmation de l'une de ses intuitions premières en enseignement et, ensuite, par l'envergure qui est donnée à ce concept dans le processus d'apprentissage des apprentis enseignants, eux-même apprenants, il effectue une prise de conscience bien arrêtée de leur importance dans toute perspective d'enseignement:

Avant, j'aurais pu le faire aussi mais cela n'aurait pas été conscient. Et là, je le fais consciemment et je le fais dans un but. Le but, c'est de... un peu faciliter la compréhension des élèves face à un sujet. À partir de leur(s) conception(s), c'est que je travaille avec eux autres pour la [les] modifier, l'[les] améliorer mais c'est toujours à partir de leurs choses à eux autres, de ce qu'ils pensent. Puis, cela, j'ai trouvé ça pratique. Cela m'a aidé. Cela a été une vision.

Il y a donc ici l'expression d'une conviction intime de la part de 2-G-3 sur l'importance que revêtent les conceptions spontanées dans le processus d'apprentissage. Il dira d'ailleurs que cela permet de comprendre pourquoi un élève «ne comprend pas» et «ressort tout le temps avec son idée qu'il avait en tête» lorsqu'on tente de lui imposer un autre point de vue que le sien, concluant: «Cela va bien mieux [...] de prendre son idée et de lui démontrer qu'elle ne s'applique pas toujours dans tous les contextes. J'ai joué beaucoup là-dessus et cela m'a aidé pas mal». En somme, habiliter l'élève à discriminer les contextes dans lesquels une solution convient lui est apparu plus valable que d'amener celui-ci à renoncer à ses idées. 2-G-3 prend en compte l'intérêt de l'étudiant et se fonde sur ses opinions, idées, croyances, etc., pour s'engager comme enseignant dans une perspective d'enseignement marquée par la contextualisation des savoirs savants et des savoirs communs. Ainsi l'enseignant ne débite plus un savoir officiel, même si celui-ci se voulait le moins «spécifique» possible ou le plus vulgarisé ou accessible possible, comme l'exprimait antérieurement 1-G-3, mais il discute de la validité d'un savoir quelconque en fonction du contexte dans lequel il s'inscrit. C'est pour 2-G-3 une «vision» en ce sens, croyons-nous, qu'il peut dès lors approcher l'enseignement en tenant compte de ses propres conceptions (susciter l'intérêt par exemple) tout en apercevant, dorénavant, à l'horizon de sa future activité professionnelle, de nouveaux possibles c'est-à-dire de nouveaux éléments pour penser apprentissage et enseignement qui rompent avec la position traditionnelle de l'enseignement.

L'une des premières occasions offertes aux futures enseignants de passer à la pratique se trouve dans le cadre des stages à l'enseignement auxquels ils doivent s'inscrire. L'extrait qui suit illustre comment 2-G-3, stagiaire, s'y est pris pour traiter de la respiration avec des élèves du secondaire en s'appuyant sur le concept de conceptions spontanées. Cet extrait permet de se faire une idée de sa conception de l'apprentissage et de l'enseignement des sciences dans le contexte d'un premier stage à l'enseignement. On notera que cette conception paraît bien éloignée de ses intentions initiales visant alors à fournir aux élèves des notes de cours incomplètes!

Cela fait qu'ils ont eu à construire eux autres mêmes comment ils pensaient que cela se faisait la respiration. [...] Là, ils m'ont donné certains résultats. Puis, ensuite, on a analysé ensemble les résultats qui avaient été apportés par chacune des équipes. [...] Je pense que cela a facilité leur compréhension [aux élèves] du mécanisme parce que c'était leurs propres énoncés qu'ils avaient émis. Puis, c'est à partir de ceux-là qu'on a travaillé. C'était facile pour eux autres de comprendre ou je voulais aller en sachant de quoi j'étais parti. Je travaillais avec leurs notions et on les travaillait ensemble. [...] Cela a été plus facile, d'une façon, et cela a été plus plaisant, d'une autre façon. Ils ont bien apprécié l'activité [selon les commentaires recueillis par 2-G-3 auprès des élèves]. [...] Cela a permis au jeune aussi de s'exprimer, de donner son opinion, d'argumenter sur sa façon de penser, [...] la façon [selon laquelle] il pensait que le mécanisme se produisait. Il avait à débattre [de] son opinion, à argumenter avec l'autre et c'est un peu comme on a fait dans nos activités en classe [lors de l'expérience pédagogique], on devait débattre [de] notre opinion. C'est de même que la science se fait aussi. Tu as ton opinion, tu la soumets à d'autres. Tu débats avec et après ça, il y a un consensus qui se forme. [...] Au début, ils [les élèves] étaient gênés. [...] Mais je leur ai dit: «[Ne vous genez] pas. Même si vous n'êtes pas certains, [parfois] on peut partir [...] avec une niaiserie que, peut-être, on ne pense pas qu'il y a [un] rapport mais qui peut avoir [un] rapport. Mais il faut que tu saches la débattre, bien entendu. Tu ne dis pas n'importe quelle stupidité pour parler tout simplement. Mais essayez de penser qu'avant de parler, il faut que vous soyez capables de débattre, que vous ayez des arguments face à ce que vous venez de dire [...]». Et ils ne se sont pas gênés. Ils ont eu peut-être de la difficulté à partir un petit peu parce que ce n'était pas dans leurs habitudes de travailler en équipe. Ils n'ont jamais travaillé en

équipe dans ce cours-là. Avec le professeur avec qui je donnais [faisais le stage], il n'y avait jamais de travail en équipe.

La tenue du stage d'enseignement est indépendante de la stratégie pédagogique qui nous préoccupe ici. Par cela, il faut comprendre que le stagiaire n'a pas à se conformer à une théorie de l'enseignement quelconque. Si 2-G-3 a abordé son stage en tenant compte des conceptions spontanées et dans une perspective qu'il qualifie de constructiviste, cela nous amène à penser que ces concepts ont fait leur chemin dans la représentation de 2-G-3, et ce, de façon suffisamment forte pour dépasser le discours proprement dit et prendre forme dans l'expression de sa pratique d'expérimentation de l'enseignement. De plus, la séquence des événements tels que racontés par 2-G-3 nous donne quelques indices sur les priorités relatives à son concept d'apprentissage et d'enseignement: d'abord, la nécessité de débiter l'apprentissage par le recours au savoir initial des élèves, assortie de l'idée de construction de ce savoir; aussi l'organisation du travail en équipe fournissant des occasions aux apprenants de débattre de leurs idées, d'argumenter leurs dires, d'analyser leurs résultats. Force est-il de constater qu'il a mis en oeuvre lors de son stage une approche pédagogique totalement différente de celle qu'il entrevoyait et préconisait lors de la première entrevue! On se doit incidemment d'attirer l'attention sur le fait que la pédagogie mise en oeuvre lors de l'expérimentation pédagogique a fortement influencé 2-G-3 qui s'y réfère explicitement («C'est un peu comme on a fait dans nos activités en classe») et qui en fait en quelque sorte une adaptation pour le niveau d'enseignement secondaire. L'approche pédagogique est d'abord jugée valable par 2-G-3, apprenant, qui la reprend, enseignant! On peut donc penser qu'elle lui est apparue plausible et féconde au plan de l'apprentissage, au plan de son apprentissage, pour qu'il en fasse dès le départ la plaque tournante de sa première expérience pédagogique.

Dans le même ordre d'idée, il veut former les jeunes à cet esprit critique dont le développement lui apparaît important:

Il faut que vous [les jeunes] ayez un esprit critique. Il ne faut pas que vous preniez tout ce que je [2-G-3 enseignant] dis pour de la vérité. [...] C'est un peu s'interroger mais c'est d'avoir son esprit critique. Et ça, je trouve ça très important. Si tu es capable de faire développer ça à quelqu'un, cela veut dire qu'il comprend bien de [quoi] il parle et qu'il est capable avec ça de juger l'autre. Façon de parler, de juger, ce n'est pas un terme que j'aime bien. Mais c'est d'apporter des critiques, d'essayer de demander des explications, des choses comme ça. [...] Et si le jeune est capable de critiquer, si tu es capable de t'en rendre compte, déjà, il y a une bonne grosse démarche de faite.

L'image de l'enseignant qui tente de s'imposer à travers les choix discursifs de 2-G-3 se démarque du traditionnel détenteur et dispensateur de savoirs officiels et absolus. Le nouvel enseignant prend ses distances avec «la vérité» et, ce faisant, il est dorénavant capable d'inciter les apprenants à développer une approche critique à l'égard de tout orateur, qu'il soit enseignant ou non, pour juger des tenants et aboutissants d'un discours quelconque. Le développement de cette compétence réflexive, «la pensée critique», chez l'apprenant, devient ainsi l'un des plus importants objectifs à poursuivre en enseignement selon 2-G-3.

3-G-3 expose ici sa conception de l'apprentissage. On observe immédiatement l'importance qu'il donne à l'option constructiviste pour approcher le sujet:

Elle a évolué aussi [son idée d'apprentissage des sciences]. J'avais ma petite idée, puis cela, j'ai été content d'une façon parce que je m'y suis rattaché avec le cours que j'ai eu en didactique des sciences [l'expérience pédagogique]. La petite idée de constructiviste, je l'avais, je pense, inconsciemment, sans savoir, sans pouvoir la définir, ce que c'était exactement. Mais j'avais cette petite idée-là. [...] En tout cas, moi, j'aimais ça, lorsque j'étais en classe, qu'on me demande mon avis. [...] Ce que je savais sur une chose. Moi, je n'aimais pas ça me faire confronter à la réalité du professeur. Et que c'est la grosse bagarre pour savoir..., bon, je lâche complètement mon idée pour prendre la sienne. Moi, je détestais ça. Moi, j'aimais mieux prendre ma petite idée et la modifier. Moi, j'ai toujours été conservateur de cette façon-là. J'avais mes idées et tu ne me les enlèveras pas du jour au lendemain. Si tu veux m'orienter différemment, c'est beau. Mais dis-moi en quoi mon idée n'est pas correcte, comment [dans quel sens] je dois la modifier et on verra si je dois me rattacher à celle que tu proposes. [...] Moi, j'ai toujours voulu qu'on m'instruise de cette façon-là. [...] Cela n'a pas été toujours fait comme ça. C'était toujours un affrontement. Tu vas prendre ça, tu ne dis pas un mot, la tienne [ton idée] est peut-être bonne mais la mienne [comme enseignant] est meilleure et cela reste comme ça. Et je ne voyais pas le lien assez souvent qu'il y avait avec mon idée et l'idée qui m'était proposée. [...] Et cela me fâchait. [...] Et

souvent, avec le temps, tu t'apercevais que ce que tu pensais, ce n'était pas aussi fou que ça. Il n'y avait qu'un petit pas à faire pour te rattacher à ce qu'on avait proposé. Et cela aurait été moins fâchant, moins frustrant et plus facile, je pense, d'apprendre de cette façon-là.

À travers les réflexions précédentes de 3-G-3, on constate une fois de plus un recours immédiat à ses conceptions spontanées pour jauger de la valeur cognitive du concept d'apprentissage dans une perspective constructiviste. Ce qui fait dire à 3-G-3 que cette idée d'apprentissage l'habitait mais qu'elle trouve ici un contexte propice pour s'épanouir et devenir un tremplin pour penser son futur enseignement plutôt que de rester une idée vague et mal définie: «Je vais l'utiliser beaucoup plus [le constructivisme]. [...] Je vais avoir plus de fondements, de bases pour appuyer mon point de vue, puis, partir dans cette direction-là.» En somme, à travers la conception du constructivisme que s'est construite 3-G-3, il trouve une expression articulée et argumentée compatible avec ses idées initiales sur l'apprentissage. C'est pourquoi il y attache autant d'importance et mise dessus pour projeter son futur enseignement.

Manifestement, la conception de l'enseignement et de l'apprentissage de 3-G-3 prend appui sur certaines idées -- recours à une approche constructiviste et aux conceptions spontanées -- qui lui permettent de penser autrement son propre engagement dans le processus éducatif. Pourrait-il encore être ce professeur qui distribue des notes de cours incomplètes, tel qu'il se voyait lors de la première entrevue? Toujours concernant l'apprentissage, il ne pense pas que celui des concepts en sciences présente des difficultés particulières si on présente ceux-ci comme des constructions. Initialement, il misait sur la simplicité du langage pour s'assurer d'une bonne communication entre l'enseignant et l'apprenant. Le statut des connaissances s'en trouve donc modifié, de même que le rapport de la science à la réalité:

Je ne crois pas [à des difficultés]. Cela dépend de la façon dont on leur démontre ce que c'est qu'un concept. Si on leur dit, le concept d'une cellule, par exemple, si on leur dit, c'est la réalité, c'est ça, il n'y a rien d'autre, cela ne change pas, c'est immuable, c'est ce que l'on a découvert et cela va toujours être comme ça. Je pense que c'est dur à gober, d'une façon, pour un élève. [...] Si tu y arrives de cette façon-là, encore là, c'est de percevoir l'enseignement comme la divinité, un savoir absolu qu'on te propose. Moi, je pense que tu ne peux pas rattacher personne avec ça. [...] Tu leur perçois [fais percevoir] comment on en est rendu avec ce concept-là, ou on en est rendu, de quelle façon on le perçoit. De quelle façon vous [les élèves] le percevez. Vous pouvez le modifier vous-mêmes. [...] Il me semble que c'est plus gratifiant que de dire: «Vous n'avez rien à faire là-dedans; vous l'apprenez, point final, c'est tout.»

On remarque que, si le concept d'apprentissage se modifie, celui d'enseignement opère aussi un virage. Ici, l'idée de science (nature des connaissances, leur rapport à la réalité) suggère un autre statut au savoir (lequel ne peut plus dès lors être communiqué ou assimilé sur un mode absolu et autoritaire), un statut d'historicité par lequel tout être pensant peut être amené à influencer le développement ou l'évolution. Si la conception du savoir à enseigner, en l'occurrence la science, se modifie, on constate un effet sur le concept d'apprentissage de même que le concept d'enseignement. Voir la science autrement suppose en faire un nouvel apprentissage et exige en conséquence de l'enseigner différemment.

Discussion

Dans les paragraphes suivants, nous tenterons de faire ressortir l'intérêt que peut présenter ce type de recherche en formation à l'enseignement par l'entremise de l'illustration offerte ici. Il est apparent que le discours de G-3 sur l'apprentissage et l'enseignement des sciences prend de nouvelles colorations discursives dans les deux dernières entrevues, notamment par son recours à deux concepts clés -- les conceptions spontanées et le constructivisme -- pour en faire l'élaboration. Ces deux concepts reçoivent un appui manifeste de la part de G-3 dans la mesure où justement ils sont perçus comme une théorisation congruente par rapport à ses propres conceptions spontanées sur l'apprentissage et l'enseignement. Ils prennent donc sens à l'intérieur de sa représentation, comme futur enseignant, de l'enseignement et de l'apprentissage, ce qui accentue, à notre avis, l'importance de tenir compte des conceptions des futurs enseignants à l'égard de ces concepts. On remarque d'ailleurs une référence constante de la part du locuteur à son expérience cognitive en tant qu'apprenant tout au long des entrevues et quel que soit le sujet abordé (stages, histoire des sciences, idée de science, d'enseignement, d'apprentissage, etc.) pour rendre compte de sa position sur ces concepts ou des motifs qui l'animent dans ses prises de décision pédagogiques actuelles (dans le cas des stages) ou projetées (dans ses projets d'enseignement).

L'élaboration discursive de G-3 sur les idées d'apprentissage et d'enseignement, grâce à ces nouveaux concepts, a

par ailleurs comme conséquence de générer une nouvelle manière d'entrevoir l'apprentissage et l'enseignement par rapport à celles qu'il exprimait en première entrevue. Entre autres, elle rend à l'apprenant la responsabilité cognitive de son apprentissage, idée qui incontestablement n'était pas présentée antérieurement. G-3 réclamait alors une sorte de plasticité intellectuelle empreinte de docilité pour y modeler le savoir plus ou moins à sa guise. L'élève «attentif» donnait le ton à la couleur de l'apprentissage. Mais la conception actuelle de G-3 repose dorénavant sur une approche constructiviste qui nécessite une prise en charge cognitive de son savoir par l'apprenant. Le questionnement à partir des conceptions spontanées du sujet devient de mise, par conséquent, et contribue à revoir tant l'enseignement que l'apprentissage au plan pédagogique, ce qui fait de la stratégie de formation un outil utile dans la reproblématisation de ces concepts centraux en formation à l'enseignement.

Sans que nous nous attardions à supputer en profondeur la teneur «constructiviste» de ces nouveaux concepts chez G-3, nous pouvons tout de même observer que, tout au long de son discours, ils ont du sens pour lui puisqu'il les intègre tant dans l'expression de ses idées sur l'enseignement et l'apprentissage que dans les pratiques pédagogiques qu'il leur associe, sans compter l'initiative personnelle qu'il a prise de les incorporer au meilleur de sa connaissance, dans la construction des stratégies pédagogiques qu'il a mises en oeuvre en tant que stagiaire. La cohérence du sujet est telle à ce propos qu'il insistera auprès de son enseignant associé, durant les stages, pour mettre à l'épreuve son idée d'enseignement, fondée sur la connaissance qu'il a du constructivisme et des conceptions spontanées, et cela bien qu'il sache pertinemment qu'elle va à l'encontre de manière assez flagrante de celle véhiculée par ce maître associé dont il dépend sur le plan institutionnel. À cet égard, la stratégie de formation à l'enseignement axée sur une réflexion épistémologique est susceptible d'engendrer des retombées pratiques non négligeables qui peuvent concourir à actualiser la perspective constructiviste en classe.

Dans un autre ordre d'idée, G-3 fait état d'une responsabilité accrue de la part de l'enseignant dans sa tâche, telle qu'il la conçoit dorénavant. Plus spécialement, et c'est ici que l'idée de science joue un rôle déterminant, l'enseignant de sciences devient responsable de la représentation que son enseignement promeut vis-à-vis des apprenants à l'égard des sciences, dimension à laquelle G-3 avoue avoir été totalement insensible avant l'expérience pédagogique. La complexification de l'idée de science de G-3, incluant selon toutes apparences une idée de modélisation de la réalité plutôt qu'un savoir-reflet de celle-ci -- ce qui constitue un changement de statut du savoir scientifique à l'intérieur de la représentation du locuteur -- a pour conséquence, entre autres, de générer auprès du futur enseignant une prise de conscience d'un nouveau rôle de l'enseignement et, dès lors, des enseignants. Il s'agit dorénavant d'assumer la responsabilité de véhiculer une certaine idée de science, que G-3 souhaiterait plus conforme à celle de la «science-telle-qu'elle-se-fait». Notons, par ailleurs, que G-3 a maintes fois souligné le rôle important qu'a joué la complexification de son idée de science pour penser ses interventions pédagogiques, tant dans son enseignement à venir que lors de ses stages. Enfin remarquons que tout comme les idées d'apprentissage et d'enseignement, l'idée de science de G-3 et les transformations qu'il lui reconnaît font une fois de plus ressortir la pertinence de la théorisation des conceptions spontanées dans un apprentissage quelconque, puisque c'est toujours à leur aune que le sujet évalue son apprentissage. Il ressort également que G-3, dans une expérience de réflexion épistémologique comme celle qu'il a vécue, a été amené à mesurer les écarts de sa représentation avec la représentation sociale, notamment scolaire, pour mieux prendre le pouls de la sienne et lui permettre de la dialectiser, de l'argumenter, tant au plan théorique que pratique.

Par ailleurs, G-3 exprime avec force, discursivement parlant, toute l'importance qu'il accorde à l'avenir au développement d'une compétence de pensée critique dans l'apprentissage. C'est dans ce même ordre d'idée qu'il insiste aussi sur la nécessité de développer l'argumentation des apprenants à l'égard des savoirs qu'ils revendiquent. Selon lui, la prise de conscience de telles compétences est directement et uniquement imputable à son expérience pédagogique fondée sur le dérangement épistémologique. Ici encore, on prendra note de l'importance de l'histoire cognitive de l'apprenant dans son concept d'enseignement. Car, c'est à titre d'apprenant, que G-3 a mesuré la validité du développement de telles compétences réflexives et qu'il soutient maintenant, d'un point de vue d'enseignant, leur pertinence dans le cadre de l'enseignement à privilégier. La cohérence qui apparaît chez G-3 entre sa propre perception de son expérience d'apprenant et les projets d'enseignement qu'il esquisse devrait nous inciter à considérer les conceptions spontanées des futurs enseignants à l'égard de leur apprentissage et à miser davantage sur leur complexification au cours de la formation pédagogique si on souhaite une révision en profondeur de la qualité de l'enseignement. On peut également se faire une idée de l'impact de telles conceptions sur l'idée d'enseignement du futur enseignant simplement en appréciant, de ce point de vue, les fréquents recours de celui-ci aux activités vécues en classe de formation, ici dans une optique constructiviste, pour bâtir ses propres interventions pédagogiques, et ce, parce qu'elles lui sont personnellement apparues profitables en tant qu'apprenant. En gros, le futur enseignant sélectionne ainsi certaines activités, les adapte selon l'objet d'enseignement qu'il conçoit et selon son appréciation du niveau d'apprentissage des apprenants à qui il s'adresse ou les reporte telles quelles dans sa pratique pédagogique effective (lors des stages) ou prévisible.

Conclusion

Au terme de leur participation à une stratégie de formation à l'enseignement à caractère constructiviste, plusieurs apprentis enseignants, à l'instar de G-3, ont reconsidéré leurs représentations initiales de l'apprentissage et de l'enseignement des sciences. En questionnant leurs conceptions spontanées sur le sujet, tel que les a invités à le faire l'approche constructiviste concernée, sept futurs enseignants sur dix ont complexifié leurs représentations initiales, ce qui les a conduits à revoir le contexte de mise en oeuvre de leur pratique pédagogique éventuelle (et, à l'occasion, effective, par l'entremise des stages dans lesquels ils ont été impliqués). L'illustration faite ici concourt à mettre en valeur le potentiel d'une réflexion épistémologique sur la nature des concepts clés que sont l'apprentissage et l'enseignement dans le cadre de la formation à l'enseignement, de même que celui de sciences, dans le contexte plus spécifique de l'enseignement des sciences, si l'on souhaite parvenir à un renouvellement sensible et pertinent des pratiques pédagogiques selon une perspective constructiviste chez les futurs enseignants. En l'absence d'une prise de conscience manifeste de la puissance des représentations initiales, vis-à-vis de l'apprentissage et de l'enseignement, à influencer sur la pratique des futurs enseignants et, le cas échéant, de la nécessité de les reproblématiser, il semble risqué, pour les formateurs d'enseignants, d'escompter des changements en profondeur dans le champ de l'enseignement.

Références bibliographiques

- AGUIRRE, J. M., HAGGERTY, S. M. et LINDER, C. J.
Student-teachers' conceptions of science, teaching and learning: a case study in preservice science education. *International Journal of Science Education*, 1990, 12 (4): 381-390.
- BACHELARD, G.
La formation de l'esprit scientifique. Paris: Éd. Vrin, 1975.
- BLANCHET, A., et al.
L'entretien dans les sciences sociales. L'écoute, la parole et le sens. Paris: Bordas, 1985.
- BRICKHOUSE, N. W.
Teacher's beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice. *Journal of Teacher Education*, 1990, 41 (3): 53-62.
- BULLOUGH, R. V.
Exploring personal teaching metaphors in preservice teacher education. *Journal of Teacher Education*, 1991, 42 (1): 43-51.
- DÉSAUTELS, J., LAROCHELLE, M., GAGNÉ, B. ET RUEL, F.
La formation à l'enseignement des sciences: le virage épistémologique. *Didaskalia*, 1993, 1: 49-67.
- GEDDIS, A. N.
Using concepts from epistemology and sociology in teacher supervision. *Science Education*, 1988, 72 (1): 1-18.
- GLASERSFELD, E. VON.
Pourquoi le constructivisme doit-il être radical? *Revue des sciences de l'éducation*, Numéro thématique «Constructivisme et Éducation», 1994, 20 (1): 19-25.
- GOLINSKI, J.
The theory of practice and the practice of theory: sociological approaches in the history of science. *ISIS*, 1990, 81: 492-505.
- JONNAERT, P.
Apprentissages mathématiques en situation: une perspective constructiviste. *Revue des sciences de l'éducation*, 1996, vol. XXII, 2: 233-252.
- JODELET, D. (dir.).
Les représentations sociales. Paris: Presses universitaires de France, 1989.
- KUHN, T.
La structure des révolutions scientifiques. Paris: Éd. Flammarion, 1983.
- LAROCHELLE, M. et BEDNARZ, N.
À propos du constructivisme et de l'éducation. *Revue des sciences de l'éducation*, 1994, vol. XX, 1: 5-19.
- LAROCHELLE, M. ET DÉSAUTELS, J., avec la collaboration de RUEL, F.
Autour de l'idée de science. Itinéraires cognitifs d'étudiants et d'étudiantes. Québec/Bruxelles: Presses de l'Université Laval et De Boeck-Wesmael, 1992.
- LAROCHELLE, M., DÉSAUTELS, J. ET RUEL, F.
Les sciences à l'école: portrait d'une fiction. *Recherches sociographiques*, numéro thématique «Science et société au Québec», 1995, XXXVI, 3: 527-555.
- PARÉ, A.

Créativité et intervention pédagogique (Vol. I). Victoriaville, Québec: Éditions NHP, 1977.

PETERSON, P. L.

Considering the "pragmatical consequences" of constructivist approaches: three cases of "constructivist" mathematics teaching, pp. 246-269 dans *Proceedings of the Thirteenth Annual Meeting of Psychology of Mathematics Education*, 1991, Vol. 2, Virginie.

REDDY, M. J.

The conduit metaphor -- A case of frame conflict in our language about language. In A. Ortony (Ed.), *Metaphor and thought*. New York, Cambridge University Press, 1984, pp. 284-324.

RUEL, F.

La complexification conceptuelle des représentations sociales discursives à l'égard de l'enseignement et de l'apprentissage chez de futurs enseignants et enseignantes de sciences. Québec, Université Laval, 1994, thèse de doctorat non publiée.

RUEL, F., DÉSAUTELS, J. ET LAROCHELLE, M.

Enseigner et apprendre les sciences: représentations de futurs enseignants et enseignantes. *Didaskalia*, 1997, 10: 51-73.

THUILLIER, P.

Comment se constituent les théories scientifiques? *La Recherche*, 1971, 2 (13): 537-554.

THUILLIER, P.

Jeux et enjeux de la science: essais d'épistémologie critique. Paris: Éd. Robert Laffont, 1972.

VIGNAUX, G.

Le discours acteur du monde. Énonciation, argumentation et cognition. Gap: Ophrys, 1988.

YIN, R. K.

Case study research. Designs and methods. Beverly Hills: Sage, 1984.



Association canadienne d'éducation de langue française (ACELF)

268, rue Marie-de-l'Incarnation, Québec (Québec) G1N 3G4

Téléphone: (418) 681-4661 - Télécopieur: (418) 681-3389

Site Internet: <http://www.acelf.ca/c/revue/>

© Copyright ACELF, Québec 1997.

RECHERCHE

🔍 Cherchez dans *Éducation et francophonie*:

🔍 [Recherche par mots-clés](#)

🔍 [Index des auteurs](#)

LIENS

🔍 [Consultez cette section pour avoir accès à de nombreux rapports de recherche en éducation de langue française.](#)

ABONNEMENT

🔍 [Abonnez-vous gratuitement à la revue *Éducation et francophonie* et recevez un avis vous informant de chaque parution dès sa mise en ligne.](#)

PUBLICITÉ

🔍 [Associez-vous à la revue *Éducation et francophonie* et faites-vous connaître auprès d'un vaste réseau en éducation de langue française. La revue compte plus de 5000 abonnés répartis sur tous les continents.](#)

RÉSUMÉ

Quelques illustrations discursives d'une représentation sociale à l'égard de l'apprentissage et de l'enseignement - le cas d'un futur enseignant de sciences

Françoise Ruel

Éducation et francophonie

Volume XXV, numéro 1, printemps-été 1997

L'apprentissage et l'enseignement des sciences et des mathématiques dans une perspective constructiviste

RÉSUMÉ - ABSTRACT - RESUMEN

RÉSUMÉ

En regard d'une expérience pédagogique axée sur le dérangement épistémologique vécue par une cohorte de futurs enseignants de sciences au secondaire ou au collégial et par l'entremise d'une série d'entrevues semi-dirigées, le présent article met en évidence des traces de complexification conceptuelle de la représentation sociale de l'enseignement et de l'apprentissage d'un futur enseignant pris comme cas de figure. Il illustre comment le virage épistémologique amorcé par ce futur enseignant l'amène vers une nouvelle conception de l'apprentissage et de l'enseignement qui rompt à plusieurs égards avec une approche de type empirico-réaliste et témoigne davantage d'une prise de conscience de la perspective constructiviste, tant par les propos tenus que par les projets pédagogiques menés ou envisagés à court ou moyen terme. En conclusion, se dégage la nécessité d'amener les futurs enseignants et enseignantes à remettre en question leurs conceptions initiales quant à l'apprentissage et l'enseignement si l'on souhaite un renouvellement en profondeur des pratiques d'enseignement dans une perspective délibérément constructiviste de l'apprentissage.

[RETOUR](#)

ABSTRACT

In the light of a pedagogical experiment centred around an epistemological confusion experienced by many future teachers of science at the secondary level, and by means of a series of semi-directed interviews, this article points out traces of conceptual complexification of the social representation of teaching and of the training of an aspiring teacher who is taken as an example. It illustrates how the epistemological conversion experienced by this future teacher leads him toward a new conception of teaching projects carried out or envisaged over the short and medium terms. In conclusion, the article points out the necessity of encouraging future teachers to question their original conceptions as to training and teaching if an in-depth change in teaching methods in a deliberately constructivist perspective in training is desired.

[RETOUR](#)

RESUMEN

Frente a una experiencia pedagógica centrada en el desordenamiento epistemológico vivido por una cohorte de futuros maestros de ciencias para secundaria y colegial, y a través de una serie de entrevistas semi-dirigidas, el presente artículo pone en evidencia los indicios de la creciente

complejidad conceptual de la representación social del maestro tomado como un ejemplo. Se ilustra cómo el cambio epistemológico ya iniciado por el futuro maestro lo conduce hacia una nueva concepción del aprendizaje y de la enseñanza que rompe, en ciertos aspectos, con una óptica de tipo empírico-realista y sobre todo, demuestra que se ha tomado conciencia de la perspectiva constructivista, tanto por las declaraciones que por los proyectos pedagógicos promovidos o previstos a corto y mediano plazo. En conclusión, se subraya la necesidad de provocar, entre los futuros maestros y maestras, el cuestionamiento de sus concepciones iniciales del aprendizaje y de la enseñanza, si se quiere renovar a fondo las prácticas de la enseñanza a partir de una perspectiva del aprendizaje abiertamente constructivista.

[RETOUR](#)

[Numéros disponibles](#) | [Numéros à paraître](#) | [Appel d'articles](#) | [Comité de rédaction](#) | [Partenaires](#)
[Plan du site](#) | [Archives](#) | [Contactez-nous](#) | [Acelf](#)

L'apprentissage et l'enseignement des sciences et des mathématiques dans une perspective constructiviste, Volume XXV N° 1, printemps-été 1997.

Des conduites d'élèves en construction - le cas de figure des relations multiplicatives

Suzanne VINCENT

Professeure, Université Laval

Table des matières

- Résumé
- Abstract
- Resumen
- Introduction
- Des références utiles pour comprendre les conduites mathématiques des élèves
 - Les perspectives fécondes issues des théories cognitive et sociale du développement de l'intelligence
 - Quelques études piagésiennes en mathématique
 - Le cadre de la didactique des mathématiques
- Le cadre expérimental de l'étude
- Les modèles de représentation de la multiplication et les conduites sous-jacentes
 - Le modèle de représentation additif
 - Le modèle de représentation mixte
 - Le modèle de représentation multiplicatif
- Discussion au regard des construits des élèves et de la pédagogie
 - Quelques considérations d'ensemble au regard des conduites observées
 - Une pédagogie plus audacieuse sur le plan de la sollicitation cognitive des élèves
- Conclusion
- Références bibliographiques

Résumé

Le présent article propose l'examen des conduites endossées par de jeunes élèves de la troisième année de l'école primaire dans la résolution de problèmes de multiplication simples, avant même que son enseignement ne débute en classe. Soumis à des tâches où entre en jeu un opérateur multiplicatif, ces élèves font montre de procédés nombreux et variés qui témoignent de l'existence de différents modèles de représentation des relations multiplicatives, soit les modèles additif, mixte et multiplicatif; ces modèles prennent appui sur des connaissances élaborées dans le cadre d'activités antérieures relatives à la numération et aux structures additives. L'examen de quelques conduites de sujets met en évidence les actions et les verbalisations

invoquées pour illustrer les modèles identifiés. Cette recherche tire profit des théories et études piagésiennes, des concepts féconds de la psychologie sociale ainsi que des travaux en didactique des mathématiques, pour interpréter les construits mathématiques des sujets et suggérer des pistes d'action pour l'enseignement.

Abstract

This article is intended to examine how young third-grade students at elementary school go about solving simple multiplication problems, even before they are taught how to do so in class. Assigned tasks involving a multiplying operator, these students demonstrate many and varied procedures which bear witness to different models of representation of the multiplying modules. These modules are supported by knowledge elaborated within the framework of previous activities relative to numbering and to additive structures. An examination of the behaviour of certain subjects points up the actions and verbalization used to illustrate the models identified. This research is supported by Piagetian theories and studies, fertile concepts of social psychology, and didactic work on mathematics, to interpret what the subject has constructed mathematically and to propose action for teaching.

Resumen

Este artículo se avoca al examen de los comportamientos desplegados por alumnos de tercer año de primaria al resolver los problemas simples de multiplicación, antes que que se les haya enseñado en clase. Sometidos a tareas en donde entra en juego un operador multiplicativo, los alumnos utilizaron procedimientos múltiples y variados que demuestran la existencia de diferentes modelos de representación de las relaciones multiplicativas, es decir, de los modelos aditivo, mixto y multiplicativo; dichos modelos se apoyan en conocimientos elaborados en el cuadro de actividades anteriores relacionadas con la numeración y las estructuras aditivas. El examen de algunos de los comportamientos de los sujetos puso en evidencia las acciones y las verbalizaciones invocadas en la ilustración de los modelos identificados. En la interpretación de las construcciones matemáticas de los sujetos y en la formulación de sugerencias para la enseñanza, esta investigación se inspira en la teoría y los estudios piagetianos, en los fécondos conceptos de la psicología social y en los trabajos de la didáctica de las matemáticas.

Introduction

On oublie trop souvent que les enfants amorcent la construction des différents concepts en cause dans les savoirs disciplinaires avant même que les enseignants ne se mettent en frais de les aborder de manière systématique en classe. En mathématique comme dans d'autres disciplines, il arrive que l'on sous-évalue ou même que l'on ignore les savoirs véritables élaborés par les élèves relativement aux notions nouvelles introduites dans l'enseignement. On renforce ainsi l'idée, à tort bien entendu, que le trajet d'apprentissage de ceux-ci découle presque naturellement et directement de l'enseignement formel alors que, le plus souvent, ces derniers ont déjà «en tête» tout un bagage de références et d'expériences qu'ils activent lorsqu'on les sollicite adéquatement. Des recherches, dont certaines portant sur les structures additives (Poirier, 1991), ont d'ailleurs montré l'existence de modèles de résolution implicites chez les jeunes élèves.

Notre étude (Vincent, 1992), qui s'inscrit dans la lignée des travaux en didactique des mathématiques relativement aux modes d'élaboration des savoirs, convient aussi de l'existence de modèles de représentation variés des structures multiplicatives chez de jeunes élèves de la troisième année du primaire, avant même l'enseignement systématique de la multiplication en classe. Le but du présent article est justement de faire état des modèles dégagés par ceux-ci dans le cadre d'une expérience menée en situation non scolaire. Avant de préciser le sens de ces modèles, il convient toutefois de nous référer aux études qui éclairent le processus de construction des savoirs chez les jeunes enfants et, en particulier, des savoirs mathématiques, et de présenter le dispositif de recherche retenu. Par la suite, nous dégageons les modèles observés et les illustrons par des conduites d'élèves. Finalement, nous discutons de considérations d'ensemble au regard des construits élaborés et dégageons quelques implications d'ordre didactique.

Des références utiles pour comprendre les conduites mathématiques

des élèves

En raison des perspectives fécondes qu'elles offrent pour l'examen et l'interprétation des conduites observées chez les élèves, nous nous sommes référée aux théories issues de la psychologie génétique du développement de l'intelligence et de la psychologie sociale ainsi qu'à quelques études plus spécifiques reliées au domaine des mathématiques. Nous nous sommes également intéressée au cadre offert par la didactique des mathématiques. Ces références, qui souscrivent à une épistémologie constructiviste et qui prennent en compte la dimension sociale dans l'apprentissage, sont utiles pour éclairer les rapports dynamiques, interactifs et contextualisés que l'élève entretient avec les objets de savoir et comprendre la formation des concepts. Notre étude, qui vise à mieux cerner les représentations de jeunes sujets dans la résolution de problèmes multiplicatifs, tire profit de telles références. Il convient d'en préciser ici les grandes lignes.

Les perspectives fécondes issues des théories cognitive et sociale du développement de l'intelligence

L'épistémologie constructiviste, qui est particulièrement mise en lumière dans les travaux piagétiens, attribue un rôle éminemment actif et créateur au sujet et insiste aussi sur le rapport dialectique et évolutif que ce dernier entretient avec l'objet de connaissance, rapport géré par un processus de rééquilibration constante, producteur d'un état cognitif «majoré». Les théories de l'équilibration (Piaget, 1973, 1975) et de l'évolution du possible et du nécessaire (Piaget, 1981, 1983) éclairent le processus de construction opératoire ainsi que l'évolution des conduites d'apprentissage chez les jeunes enfants. Ces théories montrent que la construction du réel se nourrit de régulations au sein du processus d'équilibration et s'appuie sur les interprétations que le sujet compose à la suite de son activité. De telles interprétations, qui tiennent lieu de «possibles» et qui s'avèrent provisoires, évoluent en cours de développement jusqu'à ce l'une d'entre elles s'impose comme «nécessaire». Ce sont les obstacles que le sujet rencontre dans sa trajectoire d'apprentissage qui «forcent» les coordinations nouvelles et qui le contraignent à réviser ses interprétations. Ces théories, qui insistent, d'une part, sur le jeu des accommodations et des compensations et, d'autre part, sur l'évolution des diverses interprétations ou des divers possibles dans l'apprentissage, servent de toile de fond ou de cadre de référence pour situer les conduites cognitives des sujets.

Si la genèse de l'élaboration des savoirs est éclairée, en grande partie, par le développement psychogénétique, on peut dire que sa compréhension est aussi enrichie par les apports de la psychologie sociale. Plusieurs travaux ont en effet insisté sur le caractère social de l'acte de cognition et démontré le rôle structurant des représentations et des interactions dans l'apprentissage (Perret-Clermont, 1979; Doise et Mugny, 1981; Moscovici, 1984). On a également tenté de mettre en évidence le rôle régulateur et médiateur du langage dans le développement de la pensée et le caractère agissant de la médiation exercée entre des acteurs de niveaux cognitifs différents (Vygotsky, 1981, 1985). On parle d'ailleurs maintenant de l'apprentissage comme étant aussi le «produit» d'une médiation socioculturelle (Cole, 1996; Wertsch, 1991) ou comme un acte étant culturellement situé (Lave et Wenger, 1991). Même si la composante sociale et médiatrice ne fait pas l'objet d'une préoccupation systématique dans notre étude, nous avons tenu compte d'une telle perspective pour orienter certains choix de recherche, notamment ceux reliés à la présentation de tâches mathématiques devant être résolues en coopération et à la prise en compte des interactions pour l'identification des procédés des élèves.

Quelques études piagétiennes en mathématique

Au-delà des perspectives épistémologiques décrites dans le cadre général évoqué précédemment, il nous faut aussi mentionner quelques études piagétiennes plus spécifiques pour rendre compte de la genèse et de la complexité du raisonnement proportionnel chez les jeunes enfants. De telles références permettent de situer les défis cognitifs qui lui sont particuliers mais aussi les différents niveaux de conduites observées. L'évolution vers la proportionnalité, qui constitue une question centrale dans notre étude, procède d'une démarche complexe et progressive. De fait, le passage de la préproportionnalité qualitative à la proportionnalité quantifiée ou métrique s'effectue de manière graduelle et ne trouve son achèvement que vers l'âge de 12 ans (Piaget, Grize, Szeminska et Bang, 1968).

Deux études sont particulièrement éclairantes sur le propos. La première, porte sur la *notion de proportion* (Sinclair, dans Piaget, Grize, Szeminska et Bang, 1968) et identifie quatre stades dans l'évolution vers la proportionnalité. Cette étude éclaire le sens de la gradation observée chez les jeunes enfants de 5 à 9 ans: l'enfant passerait d'une représentation basée sur la simple prise en compte des caractéristiques physiques des objets au stade 1, à une représentation caractérisée par le recours à l'opérateur multiplicatif pour convenir du

rapport métrique au stade 4, les stades intermédiaires 2 et 3 témoignant de tentatives de coordinations diverses mais non achevées comme, par exemple, la production de régularités dans le cas des petits nombres, coordinations basées sur le recours aux connaissances additives. La deuxième étude porte sur *l'associativité multiplicative* (Berthoud-Papandropoulou et Kilcher, 1983) et convient de l'existence de trois niveaux de conduites chez les jeunes enfants selon les statuts qu'ils attribuent aux variables de rang en cause dans la multiplication -- les éléments, les parties et le tout -- ou selon leur manière de composer les relations entre celles-ci. D'abord incapable de se centrer sur plus d'une variable de rang et d'arriver à une solution au premier niveau, l'enfant parviendrait à la coordination des variables -- d'abord par associativité commutative puis ensuite par correspondances numériques -- au troisième niveau, en passant par toutes sortes de tentatives de compensations en vue de stabiliser les relations entre les trois systèmes hiérarchiques au deuxième niveau. C'est d'ailleurs à ce niveau intermédiaire que l'enfant recourt à ses connaissances numériques ou à des calculs spontanés ou appris à l'école.

Le cadre de la didactique des mathématiques

Notre recherche s'est aussi intéressée aux théories, concepts et méthodes développés dans le cadre des travaux en didactique des mathématiques qui portent, comme on le sait, sur l'épistémologie des savoirs mathématiques, sur la genèse et l'acquisition des savoirs par les élèves, ainsi que sur la mise en oeuvre de cette genèse dans les situations scolaires d'enseignement (Laborde et Vergnaud, 1994). Nous nous sommes intéressée, de manière particulière, à *la théorie des situations* (Brousseau, 1986) et à la méthode d'ingénierie didactique qui en découle, ainsi qu'à la *théorie des champs conceptuels* appliquée aux structures multiplicatives (Vergnaud, 1983, 1990); ces théories nous permettent de mieux comprendre la dynamique des rapports qui s'établissent entre les élèves, le savoir et le système dans l'apprentissage et de mieux saisir les enjeux conceptuels sous-jacents aux notions mathématiques, notamment celles reliées aux structures mathématiques.

La *théorie des situations* distingue trois types de «situations» ou d'états sur le plan des rapports que l'élève établit avec l'objet de savoir et le système. Ainsi, l'élève peut être placé en «situation d'action» par rapport au problème ou à la tâche, sans pour autant qu'il ait à s'expliquer ou à se questionner sur le sens de ses actions. Il peut aussi être placé en «situation de formulation» et être amené à échanger avec ses pairs ou avec l'adulte pour produire ses actions, et donc à utiliser le langage, sans qu'il lui soit pour autant nécessaire de les justifier. Finalement, il peut être placé en «situation de validation», ce qui l'amène à produire des énoncés déclaratoires par rapport à son activité, énoncés dépassant le simple échange d'informations pour prendre la forme de jugements, de justifications ou d'auto-validation de son point de vue. On comprendra que les tâches proposées aux élèves en classe revêtent une importance stratégique sur le plan didactique étant donné qu'elles sont susceptibles de teinter les différents types de rapports au savoir. C'est pourquoi la méthode d'ingénierie didactique inhérente à cette théorie suggère l'analyse dite *a priori* des tâches de manière à pouvoir mieux situer les défis cognitifs inhérents aux tâches proposées. Dans le cas qui nous occupe, la référence à cette théorie et à sa méthode nous permet de comprendre le type de dialogue «intérieur» ou «interactif» que nos sujets entretiennent avec l'objet de savoir mathématique et, partant, de cerner de manière plus subtile les représentations endossées.

La didactique des mathématiques s'est également nourrie de l'éclairage fourni par la *théorie des champs conceptuels* (Vergnaud, 1991). Cette théorie se préoccupe de l'analyse des liaisons entre les connaissances du point de vue de leur contenu conceptuel et montre, entre autres, que la formation des concepts dépend du traitement d'un ensemble de situations-clés, de tâches ou de problèmes diversifiés. La formation des concepts ne peut donc dépendre de la résolution de quelques problèmes de même facture dans un temps prédéterminé ou, encore, se réduire à la maîtrise d'algorithmes, de procédures ou de formules. L'activité de conceptualisation est fonction des réalisations du sujet et procède d'une construction originale à partir des schèmes qu'il élabore, schème défini par Vergnaud comme étant une organisation invariante de la conduite pour une classe de situations donnée. Le concept de *représentation* est aussi fondamental pour comprendre la formation des connaissances. Ce concept ne peut toutefois être assimilé à quelque état statique formé d'images mentales auquel le sujet accéderait «après coup» une fois qu'il a agi sur le réel, pas plus qu'il ne peut être réduit au langage ou aux procédures utilisés. Ainsi que le précise Vergnaud, les représentations sont traduites par divers signifiants, tels le langage naturel, les gestes, les dessins et autres systèmes mais elles sont aussi structurées par des signifiés, tels les règles d'actions, les inférences, les prédictions ou les invariants opératoires implicites dans les conduites en situation. Le sujet forme et construit ses représentations dans ses interactions avec son environnement et les événements, en lien avec les objets, mais il est aussi influencé et guidé dans ses actions par de telles représentations.

Vergnaud (1991) a notamment éclairé les deux grandes classes de problèmes qui sont à la base de nombreux apprentissages en mathématiques, soit les structures additives et les structures multiplicatives. Le champ conceptuel des structures multiplicatives qui nous intéresse particulièrement est vaste et rejoint plusieurs classes

de problèmes de niveaux de difficulté différents, susceptibles d'être résolus par une multiplication ou une division. Trois formes de relations sont en cause dans de telles structures. La première forme, appelée «isomorphisme de mesures», implique quatre quantités, c'est-à-dire deux mesures de deux catégories différentes, et utilise deux types d'opérateurs, soit l'opérateur scalaire (sans dimension) ou l'opérateur fonction (exprimant un rapport). Les problèmes suivants, empruntés à l'auteur, témoignent de cette première forme rencontrée au début de l'apprentissage de la multiplication: «*Sylvie a 3 paquets de gommes; il y a 5 gommes dans chaque paquet. Combien a-t-elle de gommes en tout?*» ou «*3 pelotes de laine pèsent 200 grammes. Il en faut 8 pour faire un pull. Quel est le poids du pull?*». Les deux autres formes de problèmes portent respectivement sur le produit de mesures et sur les proportions multiples, formes qui nous intéressent moins dans le cadre de la présente étude. L'examen des différents problèmes multiplicatifs sous l'une ou l'autre des formes montre bien la diversité des calculs relationnels et, partant, la complexité des enjeux cognitifs en cause. On devine donc que la maîtrise de la notion d'emboîtement multiplicatif n'est pas simple et suppose une démarche laborieuse de la part des élèves, démarche qui comporte plusieurs difficultés. L'une d'entre elles, assimilée selon Vergnaud à un véritable obstacle épistémologique, a trait au rejet du modèle exclusif de la multiplication comme addition itérée d'un même nombre, schème souvent invoqué par les enfants et suffisamment prégnant en début d'apprentissage scolaire.

Le cadre expérimental de l'étude

Comme il a été dit précédemment, l'étude que nous avons menée a été effectuée dans un contexte non scolaire, c'est-à-dire dans un contexte exempt de toute visée d'enseignement. Nous apportons ici quelques précisions au regard du cadre expérimental déployé, notamment en ce qui a trait à l'échantillon retenu, aux tâches proposées, au déroulement des séances, à la consignation des données ainsi qu'aux analyses effectuées.

L'échantillon

Douze élèves de huit ans ont participé à l'étude. Ces élèves sont issus de deux classes de troisième année d'une école montréalaise. Les enseignants ont sélectionné les élèves sur la base des résultats identifiés au bulletin scolaire de fin de 2e année et selon leur appartenance à l'un ou l'autre des niveaux de performance couramment identifiés en milieu scolaire et correspondant aux catégories d'élèves forts, moyens ou faibles (entre 100 % et 60 %). Aucun des élèves faibles n'enregistre toutefois de retard ou de difficulté pouvant l'associer à l'une ou l'autre des catégories d'élèves handicapés et en difficulté d'adaptation ou d'apprentissage (EHDA). Le choix de retenir, pour les fins de l'expérimentation, des élèves de différents niveaux de performance n'a pas comme but de comparer les performances des élèves. Il correspond davantage au souci de tenir compte de la réalité composite de l'effectif-classe mais aussi et surtout à la nécessité de recueillir le plus large éventail de conduites différentes chez des sujets de ce degré scolaire.

Les tâches

Plus d'une trentaine de tâches ou de problèmes, impliquant des relations multiplicatives de type «fois plus» et «fois moins» et de différents niveaux de complexité, ont été soumis aux élèves à l'intérieur de six séances. Ces tâches ont été présentées au sein de deux environnements. Le premier, appelé environnement naturel, utilise les modes papier-crayon et manipulation d'objets concrets; les consignes sont présentées par écrit ou énoncées verbalement par l'expérimentateur, selon les cas. Le second, appelé environnement informatique, implique la résolution des problèmes sur écran d'ordinateur à partir de la création ou de l'arrangement de configurations basées sur l'ajout ou le retrait d'objets informatiques (fruits, plateaux, etc.); les libellés des problèmes sont affichés sur l'écran et comprennent des données lexicales, numériques et iconiques (Legault et Lemoyne, 1987); des consignes verbales sont également énoncées. Le choix de recourir à des tâches dans un environnement informatique est motivé par la latitude qu'il offre pour traiter les problèmes multiplicatifs.

Le déroulement des séances

Les tâches ont été présentées au cours de six séances qui se sont étalées de septembre à mars. Deux expérimentateurs encadrent les séances avec les élèves. L'un est assigné à la conduite des activités, alors que l'autre aux fonctions d'observation et d'enregistrement des données. Selon la convention établie entre les enseignants et les expérimentateurs, les élèves sont retirés de leur groupe-classe par groupe de six. Ils sont invités à travailler soit individuellement ou soit en petites équipes de deux ou de trois dans un local attenant à la

classe. Les interactions entre les élèves sont encouragées par des consignes explicites. Les séances ont une durée d'environ une heure quinze minutes.

La consignation des données

L'ensemble des conduites des élèves, pour toutes les tâches et dans quelque environnement qui soit, sont enregistrées sur magnétophone. Toutes les actions effectuées par les élèves dans l'environnement informatique sont graphiquement enregistrées alors que celles effectuées dans l'environnement naturel sont consignées, en cours de séance, par l'observateur. Des protocoles sont par la suite constitués, protocoles faisant état des actions et des verbalisations des sujets, lesquelles rendent compte d'ailleurs des diverses interactions entre eux et avec l'expérimentateur.

Les analyses effectuées

Deux types d'analyse ont été effectuées. La première, découlant de la méthode d'ingénierie didactique inhérente à la *théorie des situations*, porte sur l'analyse *a priori* des tâches et rend compte de l'inventaire des conduites possibles en fonction des défis cognitifs exigés par les tâches. Cette validation interne nous permet de répertorier l'ensemble des comportements ou des procédures de résolution susceptibles de rendre compte des conditions des tâches (but, contraintes, etc.). La deuxième, l'analyse *a posteriori*, a trait à la consignation et au décodage systématiques des conduites de résolution effectives des sujets, analyse qui mène d'abord à l'identification de procédés en fonction des schèmes utilisés par ceux-ci. Des procédés de base et des procédés dérivés sont ainsi identifiés selon la nature des schèmes invoqués mais aussi selon de degré de «maturité» des procédures utilisées, les procédés dérivés étant des applications locales et non achevées des procédés de base. Le regroupement par «familles» de procédés aboutit ensuite au dégagement des divers modèles de représentation de la multiplication, modèles qu'il convient de présenter et d'illustrer dans la partie qui suit.

Les modèles de représentation de la multiplication et les conduites sous-jacentes

L'analyse des tâches ainsi que l'analyse des conduites effectives des sujets nous ont permis de répertorier et de classer les divers procédés de résolution utilisés et, partant, de dégager différents modèles de représentation des structures multiplicatives, modèles mettant en lumière les schèmes invoqués par les élèves. Trois modèles de représentation sont identifiés: le *modèle additif*, le *modèle mixte* et le *modèle multiplicatif*. Nous décrivons brièvement chacun d'eux pour ensuite les illustrer par quelques conduites d'élèves. Six cas d'élèves sont présentés, cas qui relatent les problèmes posés, les actions et les verbalisations des sujets ainsi qu'une interprétation sommaire des conduites observées.

Le modèle de représentation additif

Dans l'étude, quelques élèves utilisent un *modèle additif* pour résoudre les problèmes de multiplication posés. Le sujet qui traite la relation multiplicative à partir d'un modèle additif est celui qui, dans les procédés qu'il endosse, considère la relation «fois plus» comme ayant la signification «de plus». Ce modèle est caractérisé par sa référence à l'ajout ou au retrait d'un nombre d'éléments équivalent à la valeur de la relation traitée et est basé sur la considération des éléments unitaires des collections qui correspond à la variable de rang «éléments». Le modèle de représentation additif est considéré dans l'étude comme étant le modèle le plus élémentaire en raison de la non-différenciation qui le caractérise de l'addition. Les élèves identifiés comme faibles dans l'étude font souvent référence à un tel modèle, bien que cela ne soit pas de façon exclusive.

Les illustrations qui suivent traduisent l'utilisation du modèle de représentation additif.

Cas n° 1: Simon (séance 1)

Problème

Dans un environnement papier-crayon, on demande au sujet d'illustrer *3 fois plus*. La relation est écrite sur une bande de papier et la consigne suivante est formulée à haute voix: «*fais un dessin qui explique ce qui*

est écrit, qui montre qu'il y a 3 fois plus».

Actions et verbalisations

Simon trace deux cercles identifiés par A et par B, dessine 19 étoiles dans le cercle A et 21 dans le cercle B. Invité par l'expérimentateur à justifier son illustration devant les autres enfants, il dit: «*c'est 2 fois plus*»? «*... fois plus veut dire de plus*». Confronté par un élève qui lui fait remarquer que c'est seulement «2 de plus» qu'il a illustré, Simon dit que «*... c'est 3 fois plus*». Il récite alors la comptine des nombres «19-20-21» en marquant bien chaque nombre récité par un hochement de tête.

Interprétation

En plus ici d'affirmer énergiquement l'identité des relations «de plus» et «fois plus», ce qui montre le traitement additif du problème posé, le sujet attribue une valeur différente à la relation, soit 2 au lieu de 3. Il ne semble pas, du reste, s'apercevoir qu'il affirme deux réponses différentes. La gestuelle qu'il déploie nous révèle que le procédé de comptage utilisé lors de la deuxième réponse est mis en cause dans la différence attribuée entre les collections, ce sujet comptant effectivement les chiffres récités lors de sa deuxième réponse. Une telle conduite, qui se produit fréquemment chez quelques élèves de 1^{re} année qui abordent les structures additives, semble pour le moins étonnante chez cet élève de 3^e année. Il persévéra dans ce modèle au cours des séances qui suivent même s'il endosse à quelques reprises un modèle mixte dans des tâches effectuées en collaboration, modèle qu'il utilise plus, selon nous, par complaisance vis-à-vis d'un partenaire performant qu'il admire que par «conviction» cognitive.

Cas n° 2: Mario (séance 2)

Problème

Dans un environnement informatique, Mario est invité à traiter la relation *3 fois plus*, inscrite en haut de l'écran en encadré, en apportant, s'il y a lieu, des modifications à la configuration existante qui se décrit comme suit: deux aquariums contenant 3 poissons chacun apparaissent à la gauche de l'écran pour constituer une première collection; un autre aquarium contenant 3 poissons constitue une autre collection et apparaît à la droite de l'écran. La consigne suivante est donnée verbalement: «*regarde bien l'écran; tu dois arranger le dessin pour qu'il y ait 3 fois plus*».

Actions et verbalisations

Partant de la configuration proposée, Mario regroupe les six poissons de la première collection dans un seul aquarium (ce qui donne 6 poissons dans l'aquarium à gauche) et laisse la collection de droite telle quelle, soit l'aquarium qui contient 3 poissons. Il déclare «*Voilà, c'est trois fois plus ici*» en désignant l'aquarium de gauche.

Interprétation

Ce sujet applique le modèle de représentation additif de la multiplication en associant la relation (\times) à la différence entre les collections. Pour lui, «fois plus» veut dire «de plus» malgré le fait qu'il n'en fasse pas mention contrairement à Simon. Même s'il ne change rien à la valeur de la collection initiale de gauche en regroupant les poissons des deux aquariums, ce sujet semble plus à l'aise de traiter avec les éléments unitaires de la collection qu'avec les regroupements, ce qui illustre l'absence de centration sur les parties de la collection donnée. L'arbitrage de la relation se fait à partir de la considération des éléments et du tout.

Le modèle de représentation mixte

Le second modèle, le *modèle mixte*, constitue de loin le modèle le plus invoqué par la majorité des sujets de l'échantillon. L'élève qui se réfère à un tel modèle coordonne deux schèmes distincts sur le plan relationnel: il soutient d'abord la nécessité d'effectuer un groupement «pareil» ou équivalent dans les différentes collections puis, ensuite, d'ajouter ou de retrancher des éléments à l'une des collections selon la valeur attribuée à la relation. Un tel ajout (ou retrait, selon le cas) peut s'appliquer à l'une ou l'autre des variables de rang, selon qu'il prend en considération les éléments unitaires ou selon qu'il se centre sur les partitions. Le modèle de résolution mixte utilisé pour résoudre un problème de multiplication témoigne, comme on le voit, de la considération de la variable de rang «parties», même si le nombre d'éléments unitaires composant chacune de ces parties n'est pas toujours constant. On ne peut parler de coordination achevée bien que les élèves qui invoquent ce modèle se montrent capables de considérer plus d'une variable de rang dans la plupart des cas mais non toutes, soit les partitions et le total, ou soit les éléments unitaires et les partitions. Le modèle de représentation mixte nous apparaît comme étant le plus intéressant en raison des nombreuses accommodations qu'il met en évidence chez les élèves, coordinations effectuées pour tenir compte des contraintes des tâches.

Les illustrations qui suivent traduisent l'utilisation du modèle de représentation mixte.

Cas n° 3: Anita (séance 1)

Problème

Dans un environnement papier-crayon, on demande au sujet d'illustrer *2 fois moins*. La relation est écrite sur une bande de papier et la consigne suivante est formulée à haute voix: «*fais un dessin qui explique ce qui est écrit, qui montre qu'il y a 2 fois moins*».

Actions et verbalisations

Anita dessine deux ensembles A et B qui contiennent respectivement 30 et 10 ronds; elle inscrit le signe moins (-) entre les ensembles ainsi qu'une flèche allant de la collection la plus petite vers la plus grande en disant «... je n'voulais pas que vous pensiez que c'était plus». Invitée par l'expérimentateur à expliquer son dessin aux autres sujets, elle dit: «... *c'est moins parce que c'est 2 fois moins, et 10 c'est 2 fois moins que 30*», puis ajoute après un certain moment «... *pour que l'autre collection en ait 2 fois moins*».

Interprétation

Ce sujet applique un modèle mixte qui consacre, rappelons-le, une quantité égale (paquets et nombre d'unités dans chaque paquet) pour les deux collections puis attribue un nombre de paquets égal à la valeur de «r» à l'autre collection, en l'occurrence ici, 2 paquets de 10 à l'une des collections. Ce qui singularise la conduite d'Anita, c'est qu'elle associe la relation «fois plus» à des paquets et la relation «de plus» à des unités, ainsi qu'elle nous le dit explicitement et le démontre à quelques reprises au cours des séances; en outre, elle spécifie que les paquets doivent absolument contenir 10 éléments et jamais moins pour qu'ils aient le statut de paquets. Chez ce sujet, la notion de paquet est associée à la base de regroupement «par 10» qui découle de sa connaissance du système décimal. On a là un bel exemple d'obstacle que le sujet devra franchir pour faire évoluer sa représentation de la multiplication; il devra abandonner une telle référence exclusive pour saisir que des paquets peuvent aussi contenir plus ou moins 10 éléments.

Cas n° 4: Guy et Sylvain en coopération (séance 2)

Problème

Ces deux sujets sont invités à illustrer, dans une tâche effectuée en coopération, la relation *3 fois plus*. Ils traitent la configuration suivante produite par un autre sujet: un aquarium contenant 6 poissons disposés en rangées de trois poissons est placé à gauche de l'écran et trois aquariums contenant chacun trois poissons sont placés à droite. La consigne suivante avait été formulée à haute voix au tout début de la tâche: «*vous travaillez ensemble et il faut que vous arrangiez le dessin pour qu'il explique ce qui est écrit, pour qu'il montre qu'il y a 3 fois plus*».

Actions et verbalisations (Guy)

Guy travaille seul et procède ainsi pour l'application du modèle de représentation mixte: il regroupe d'abord les poissons de deux aquariums placés à droite (contenant chacun 3 poissons) dans un seul aquarium; puis, il l'élimine et le re-crée dans la collection de gauche. Ceci donne la nouvelle configuration suivante: 2 aquariums de 6 poissons chacun à gauche disposés en rangées de 3 poissons (total de 12 poissons) et 1 aquarium de 3 poissons à droite (total de 3 poissons). En désignant la deuxième rangée de trois poissons du premier aquarium de gauche, Guy dit: «*ici, il y a trois de plus*»; puis, désignant cette même rangée ainsi que les deux rangées de trois poissons du deuxième aquarium de la même collection (i.e. celle de gauche), il poursuit en affirmant: «... *il y a trois fois plus et $3 \times 3 = 12$* ».

Actions et verbalisations (Sylvain)

Partant de la configuration produite par Guy, Sylvain poursuit en éliminant d'abord 3 poissons du deuxième aquarium de gauche et en créant ensuite 3 poissons dans le premier aquarium (ce qui équivaut au transfert d'une quantité, dans les faits); cela donne la nouvelle configuration suivante: 9 poissons dans le premier aquarium et 3 dans le deuxième pour la collection de gauche (total de 12 poissons) et trois poissons dans l'unique aquarium de la collection de droite (total de 3 poissons). Aucune justification verbale n'est fournie.

Interprétation

Ces deux sujets appliquent un modèle de représentation mixte de la multiplication. Il est intéressant de remarquer que, même s'ils avaient été invités à travailler en collaboration pour la tâche, ceux-ci ont effectué une production individuelle l'un à la suite de l'autre. Concernant le modèle utilisé, on voit bien qu'ils pensent déjà regroupements ou paquets «dans leur tête» même si les parties figuratives des collections ne comprennent pas le même nombre d'éléments. On remarque aussi qu'ils procèdent, après égalisation des quantités de paquets dans les collections, à l'ajout d'un nombre de paquets à l'une des collections. Dans le problème qui nous occupe ici, les deux sujets s'assurent de la présence d'un «paquet» d'éléments dans chacune des collections puis considèrent pour l'une d'entre elles «r» paquets de «r» éléments, le «r» correspondant à la valeur de la relation proposée dans le libellé du problème, soit 3. La

différence dans la manière d'arranger les collections chez Sylvain tient probablement au souci de marquer la symétrie entre les deux collections en soulignant visuellement l'équivalence par la présence d'un seul aquarium ou «paquet» ayant le même nombre d'éléments.

Le modèle de représentation multiplicatif

Quelques élèves résolvent les problèmes selon le modèle multiplicatif. Même si on ne peut parler, à l'examen des protocoles, d'une coordination franche des différentes variables de rang, on peut dire que le recours à ce modèle renvoie au type de représentation qui précède la formation de la multiplication, c'est-à-dire à l'établissement de liaisons, si élémentaires soient-elles, par rapport aux emboîtements éléments-parties-tout, comme l'indique l'étude de Berthoud-Papandropoulou et Kilcher sur la notion d'associativité multiplicative. Il peut être intéressant d'observer les conduites d'Anita et de Sylvain dans l'application d'un tel modèle, élèves dont on a examiné les productions plus haut pour l'application du modèle de représentation mixte.

Les illustrations qui suivent traduisent l'utilisation du modèle de représentation multiplicatif.

Cas n° 5: Anita (séance 3)

Problème

Dans un environnement informatique, Anita est invitée à traiter la relation *2 fois moins* en apportant des modifications à la configuration laissée par une autre élève qui devait résoudre individuellement le problème. Le libellé du problème se lit comme suit: «Jean a 2 fois moins de poires que Marie. Ensemble, ils ont 15 poires». La configuration produite sur l'écran présente deux personnages, Marie et Jean; la collection attribuée à Marie est composée de 2 plateaux contenant chacun 4 poires et de 1 plateau de 2 poires; la collection initiale attribuée à Jean comprend 1 plateau contenant 4 poires et 1 plateau contenant 1 poire. La consigne verbale suivante est donnée: *«lis bien le problème et regarde l'image à l'écran; tu dois arranger le dessin pour faire ce qui est écrit»*.

Actions et verbalisations

Anita intervient à partir d'une configuration produite par son amie qui, pour un même défi, avait attribué à Marie 1 plateau de 2 poires et, à Jean, 3 plateaux de 4 poires ainsi que 1 plateau de 1 poire. La configuration initiale du problème avait donc subi des transformations majeures et Anita ne conservait que le libellé du problème pour corriger cette production. Il faut préciser toutefois que le sujet précédent n'avait enlevé aucun élément au total d'éléments des deux collections bien qu'il les ait distribués différemment au sein de celles-ci; Anita était consciente de ce fait comme elle l'a signalé. Anita procède alors en transférant 2 plateaux de 4 poires à Marie qui possédait déjà, rappelons-le, 1 plateau de 2 poires (total de 10 fruits). La collection laissée à Jean consiste en 1 plateau de 4 poires et 1 plateau de 1 poire (total de 5 fruits). Par une gestuelle qui désigne, pour la collection de Marie, 1 plateau de 4 poires et 1 poire dans le plateau qui contient 2 poires, et ce à deux reprises, Anita dit *«... il faut compter autrement, c'est 1 fois, c'est 2 fois»*.

Interprétation

Le sujet applique un modèle multiplicatif; sa gestuelle ainsi que ses propos indiquent bien qu'il considère les éléments, les parties et le tout, même si l'arrangement final ne rend pas compte de l'existence de «parties» ayant un nombre égal de fruits. Il est clair toutefois que ce sujet s'appuie sur une partition «mentale» des collections appuyée par un procédé de comptage, ce sur quoi il insistera du reste dans ses justifications. On voit bien que c'est dans sa manière de compter les fruits que le sujet pense «parties» et non en construisant des partitions équivalentes, ce qui témoigne d'une coordination plutôt fragile des relations entre les différentes variables en cause.

Cas n° 6: Sylvain (séance 4)

Problème

Le problème posé en est un de distribution de jetons. On invite le sujet à donner 2 fois plus de jetons à Simon alors qu'un autre élève a déjà distribué 8 jetons à Anita et 10 à Simon. La consigne suivante est donnée: «donne 2 fois plus de jetons à Simon que ce que Karine a eu».

Actions et verbalisations

Sylvain entre en jeu une fois qu'un autre élève qui applique un modèle additif eût distribué 8 jetons à un premier élève et 10 à un second. Sylvain retire alors les jetons donnés au second élève, soit la collection de 10, ce qui ramène sa collection à 0; il maintient la collection du premier élève à 8. Il en donne alors 16 au second, par comptage, sans les disposer en groupes. Sylvain affirme alors *«8 + 8 ça fait 16 et 2 x 8 ça*

fait 16 aussi... voilà».

Interprétation

En un certain sens, on peut dire que ce sujet résout le problème de manière multiplicative puisqu'il semble considérer les éléments, les parties et le tout, du moins sur le plan du discours déployé, par sa référence aux tables de multiplication. Il est à noter que le mode classificatoire utilisé pour les procédés nous permettait d'inclure le recours à une telle référence dans le modèle multiplicatif. Toutefois, il est permis de penser que la considération des parties de la collection s'appuie plus sur la connaissance des tables d'addition que sur une composition véritable des partitions, en lien avec les autres variables de rang. Ainsi que l'a souligné Kamii (1985) dans l'examen des équations additives chez les jeunes enfants, la mémorisation des doublets numériques, comme par exemple $5+5$, $10+10$, etc., est aisée pour eux et facilement repérable pour résoudre les problèmes multiplicatifs, une telle référence supportant davantage une interprétation additive de la multiplication.

Discussion au regard des construits des élèves et de la pédagogie

L'analyse des conduites de résolution de problèmes multiplicatifs nous a permis d'identifier différents modèles de représentation des structures multiplicatives chez de jeunes élèves de la troisième année du primaire qui n'ont pas encore entrepris un tel apprentissage en classe. Le cas de figure des relations multiplicatives constitue une illustration intéressante pour comprendre le trajet d'apprentissage des jeunes enfants. Il convient de discuter de quelques considérations d'ensemble au regard des conduites observées chez ces derniers et de dégager quelques implications d'ordre didactique.

Quelques considérations d'ensemble au regard des conduites observées

À la suite de l'analyse des modèles de représentations des structures multiplicatives endossés par les jeunes sujets de l'étude, quelques considérations d'ensemble sont ici dégagées: on peut parler de l'existence de conduites «en construction», d'apprentissages effectués «en continuité» mais aussi de conduites peu interactives.

Des sujets en voie de transiter vers le modèle multiplicatif

La première considération qu'il convient de relever concerne la capacité des jeunes enfants de composer avec les relations multiplicatives avant leur introduction formelle en classe, même s'ils n'en saisissent pas encore tous les enjeux relationnels. Ceci peut sembler tenir du lieu commun que d'affirmer une telle capacité, d'autant que plusieurs enfants se réfèrent souvent aux notions «fois plus» ou «fois moins» dans le discours et connaissent «par coeur» les tables de multiplication. Il faut toutefois plus situer le sens de ce propos en lien avec les capacités «opératoires» des sujets plutôt qu'en fonction de leur performance académique, l'accent étant mis ici sur les tentatives de coordinations en vue de prendre en compte les différentes variables de rang dans les emboîtements multiplicatifs. On peut ainsi dire que ces élèves sont en voie de transiter vers le modèle multiplicatif, bien que l'on doive signaler des différences importantes dans leur manière de considérer les variables de rang ou de composer les relations entre elles. On observe, en effet, chez les jeunes élèves de cet âge, une diversité de modèles de représentation des problèmes multiplicatifs, soit les modèles additif, mixte ou multiplicatif. Toutefois, c'est surtout le recours fréquent au modèle mixte qui témoigne de cet état transitoire, modèle caractérisé, rappelons-le, par la coordination des schèmes d'équivalence et d'itération. De fait, ce modèle génère une multiplicité de procédés de résolution chez les sujets, correspondant à autant de tentatives d'accommodations en vue d'agir sur les propriétés relationnelles et numériques des problèmes. C'est pourquoi on parle de conduites «en construction».

Des sujets qui recourent au patrimoine mathématique constitué

La deuxième considération qu'il nous faut dégager à la suite de l'examen des modèles de représentation des structures multiplicatives chez les sujets porte sur le recours à leur bagage de connaissances acquises au cours d'expériences antérieures. Il faut dire que, très tôt, les jeunes enfants sont amenés à effectuer des jeux ou des activités qui leur permettent d'ajouter, d'enlever, de donner pareil, de faire des paquets, de partager, de trouver le tout, ou encore d'égaliser des quantités, soit en manipulant des objets (smarties, ficelles de réglisse, légos, billes, etc.), soit en se dédiant à des tâches en classe. Ces activités, exercées dans le cadre ludique ou académique de leur vie d'enfant ou d'écolier, leur permettent de se constituer un actif auquel ils pourront puiser par la suite pour asseoir la construction des structures multiplicatives. Le fait de situer l'enseignement de la

multiplication à la fin du premier cycle du primaire peut parfois donner l'impression qu'il est «en rupture» avec ce qui a été abordé précédemment en classe et qu'il tranche de manière abrupte avec les acquis antérieurs des élèves. Il n'en est rien. Il semble plutôt que les modèles de représentation invoqués dans le cas des structures multiplicatives s'appuient sur des connaissances élaborées lors d'expériences relatives à la numération et aux structures additives, ce qui témoigne bien de la filiation des concepts dans l'apprentissage. Des études (Kamii, 1985) ont d'ailleurs montré l'influence de telles connaissances dans la formation des structures multiplicatives. De fait, les élèves puisent au répertoire de connaissances et d'expériences dont ils disposent et en réinvestissent les «interprétations» dans leurs constructions nouvelles. On le voit bien, les notions mathématiques sont solidaires les unes des autres et sont mises en «réseau» par l'élève à partir des différentes liaisons opératoires qu'il effectue. Certaines connaissances et conduites procédurales semblent même projeter un «halo» particulier et avoir un effet structurant sur la construction de notions nouvelles comme c'est le cas, par exemple, de l'utilisation du zéro, de la référence au système décimal, de la formulation de l'addition répétée, du recours aux tables d'addition et de multiplication ou de l'utilisation de procédés de comptage assortis de gestuelles. Plusieurs élèves tablent d'ailleurs sur de telles connaissances pour se sortir des «impasses» auxquelles ils sont confrontés dans des tâches inédites et tenter ainsi des adaptations nouvelles. On parle donc d'apprentissages effectués «en continuité».

Des sujets plutôt réservés sur le plan des échanges interactifs et de l'explicitation de leur point de vue

La troisième considération générale que l'on peut formuler au regard des conduites des sujets a trait aux interactions engagées entre ceux-ci lors des tâches de type coopératif et au langage utilisé pour l'explicitation de leur point de vue. En effet, lorsque placés en situation de collaborer pour résoudre les problèmes et de justifier leurs productions, les sujets de l'étude se montrent plutôt réservés sur le plan de la coopération et de l'explicitation spontanée de leur point de vue. De fait, tout se passe comme s'ils agissaient «chacun pour soi» ou se parlaient «à eux-mêmes» dans leur tête, leurs conduites témoignant le plus souvent d'actions individuelles lors des tâches collectives et de discours «intérieurisés». Même si les consignes verbales les invitaient à co-construire les solutions aux problèmes pour certaines tâches ou, pour tous les problèmes, à rendre compte du sens de leur démarche, les enfants ont fait montre de conduites individualistes et peu explicites. Toutefois, comme on les a encouragés à collaborer de manière soutenue et qu'on les a sollicités par des questions en vue de constituer des protocoles expérimentaux «parlants», les enfants ont fait montre d'une certaine capacité d'interagir entre eux et de parler de leur réalisation. Encore là, des différences quant à la participation et à l'élocution ont été observées. Il est clair que de telles attentes, formulées en contexte expérimental, rompent avec les règles habituelles du contrat établi en salle de classe. L'intérêt plutôt mitigé pour la négociation et le partage des solutions, de même que le faible recours au langage pour expliquer les productions, pourraient bien être dus aux habitudes développées dans le cadre de la culture scolaire, laquelle laisse relativement peu de place aux conduites spontanées de coopération dans les devoirs et aux justifications cognitives de type verbal. Aussi, l'étude nous renseigne finalement peu sur la capacité réelle des enfants d'entretenir une dynamique interactive autonome lors de la construction de concepts mathématiques ou de se placer en «situation de formulation» par rapport à l'objet de connaissance. C'est dans un tel sens qu'il nous faut parler de conduites peu interactives et peu explicites.

Une pédagogie plus audacieuse sur le plan de la sollicitation cognitive des élèves

Les considérations d'ensemble évoquées plus haut sont intéressantes dans la mesure où elles inspirent l'action. Quelques pistes de réflexions sont suggérées ici en vue de supporter des visées pédagogiques plus audacieuses au regard de la sollicitation cognitive des élèves. Il faut situer une telle intention non pas dans le but d'exercer une pression qui aurait comme effet de «forcer» la performance mais plutôt dans celui de permettre aux enfants de mieux traduire le sens de l'activité engagée dans les tâches scolaires.

Dépassez les contenus notionnels prescrits dans les programmes d'études

On connaît l'importance qu'ont les programmes d'études pour l'enseignement et l'aide qu'ils apportent aux enseignants et enseignantes pour la préparation des leçons en classe. On sait aussi que les objectifs ou les compétences identifiés dans le curriculum sont répartis, de manière plus ou moins arbitraire, entre les différents degrés. S'ils ont un caractère prescriptif, les programmes d'études ne sont en tous cas pas limitatifs en ce qui a trait aux visées à poursuivre; même que l'on encourage plutôt les pédagogues à «dépassez» les contenus notionnels et les seuils de performance proposés. Les enseignants expérimentés tiennent certes compte du cadre

curriculaire proposé mais s'autorisent aussi à l'enrichissement didactique des situations d'apprentissage, forts de la connaissance qu'ils ont des élèves et convaincus qu'ils sont de la nécessité d'explorer les différentes notions au-delà des seuls angles ou modalités proposés. De telles pratiques sont à encourager parce qu'elles permettent aux enfants de témoigner des représentations qu'ils ont déjà construites et, aux maîtres, de détecter et de tenir compte des pré-conceptions des élèves dans leur enseignement. Même si l'on convient de l'importance de telles initiatives, on hésite encore trop souvent à solliciter les jeunes de manière plus audacieuse dans le cadre des travaux scolaires, au-delà de ce qu'ils ont vu ou de ce qui est prescrit au programme. Si l'on consent à être plus hardi auprès des élèves forts, on hésite toutefois à proposer des questionnements plus «déstabilisants» aux élèves moyens ou faibles et, ainsi, à s'enquérir de ce qu'ils connaissent effectivement. Il pourrait être intéressant de montrer plus d'audace sur le plan de l'exploration des contenus notionnels, au-delà du strict découpage d'objectifs prescrits pour chacun des degrés.

Favoriser l'exploration des situations d'apprentissage au-delà de la seule quête de la réponse

On hésite aussi, pour toutes sortes de raisons dont l'une a trait au temps imparti à l'enseignement de l'une ou l'autre des matières, à offrir aux enfants la possibilité d'explorer le même concept ou la même notion au sein de différentes tâches et de les faire réfléchir sur les contextes de ces tâches. Le plus souvent, c'est la quête de la réponse qui devient l'enjeu principal de l'activité cognitive pour l'élève, enjeu qui est parfois renforcé par le contrat établi en classe. Pourtant, la plupart des individus se permettent une telle exploration dans l'accomplissement des activités de la vie courante ou professionnelle, qu'il s'agisse du chef qui «bricole» une sauce d'accompagnement à partir des indications de plusieurs recettes, de la couturière qui «jongle» sur les mesures d'un tissu à motif avant de le découper, ou du menuisier qui «explore» l'espace d'une chambre avant d'entreprendre la percée d'une fenêtre. Pour saisir les continuités qu'il tisse tout autant que les ruptures qui se manifestent dans l'apprentissage, il importe d'observer l'élève dans sa manière de lire et d'interpréter les conditions des tâches ou, encore, de traiter une même notion dans différents problèmes. Pour apprendre, les enfants ont besoin de «jouer» et de «jongler» avec les données des problèmes, de lire des libellés de problèmes de nature et de facture différentes, mais aussi de «risquer» diverses interprétations du problème donné. Cela exige qu'on leur laisse le temps nécessaire pour explorer les problèmes et que l'on examine les accommodations qu'ils tentent en cours de résolution. Les enseignants d'expérience savent que l'activité exploratoire et investigatrice des élèves dans la résolution de problèmes est tout aussi, sinon plus, importante que la formulation de la réponse elle-même. En tous cas, une telle préoccupation risque de renseigner davantage sur le sens des divers «possibles» que l'élève élabore. Il pourrait être intéressant de montrer aussi de l'audace sur le plan de la variété des situations présentées tout autant que sur celui de l'approfondissement de la démarche de l'élève.

Encourager une dynamique interactive au sein de la classe

Il est admis que l'intelligence se développe en contexte d'interactions sociales et que le langage joue un rôle fondamental dans la construction des connaissances. Dans les situations de la vie courante, la confrontation et l'explicitation de points de vue avec l'entourage contribuent à aviver l'esprit et à modeler la pensée. Si cela est vrai pour les adultes, il faut reconnaître que les échanges interactifs et le langage y sont pour beaucoup dans la structuration de la pensée chez les jeunes enfants. Ces échanges permettent, entre autres, de répondre à des objections, de valider ou de redresser son point de vue, d'envisager des avenues non explorées ou de formuler des nuances. On se montre toutefois encore hésitant à permettre des confrontations de points de vue entre les élèves ou à les laisser verbaliser sur leurs productions ou leurs erreurs. Encore là, la culture scolaire peut expliquer en partie ce fait, l'apprentissage étant encore trop souvent considéré comme une aventure presque exclusivement individuelle. Il semble bien pourtant que l'on puisse tirer profit d'une dynamique plus interactive au sein de la classe, dynamique qui laisse une place aux débats «à-propos» des savoirs, aux questions et aux justifications des élèves. Comme il faut nécessairement tenir compte du contexte collectif de la classe avec ses exigences particulières quant au bon fonctionnement et à la discipline, il faut toutefois pouvoir gérer habilement une telle dynamique; en effet, celle-ci constitue une entreprise qui ne peut être improvisée, ni laissée au hasard. Les enseignants d'expérience savent bien que le questionnement «socratique» est une oeuvre exigeante qui n'a rien à voir avec le laisser-faire en classe. Il pourrait être intéressant, comme on l'a mentionné précédemment, de faire preuve de plus d'audace en ce qui a trait à la mise en oeuvre d'une telle dynamique interactive et ce, dans le respect des aptitudes de chaque enseignant.

Conclusion

La construction des connaissances procède d'un long cheminement et est ponctué par de multiples tentatives de la part de l'enfant en vue d'effectuer les coordinations nécessaires au regard des connaissances et de produire un état majoré dans l'apprentissage. Cette majoration est le fruit de son activité en rapport dialectique avec l'objet de connaissance et en lien dynamique et interactif avec son environnement. Les jeunes enfants ne constituent pas «des terrains en jachère» lorsqu'ils sont sur le point d'entreprendre l'exploration de notions nouvelles. Ils disposent déjà de représentations, de pré-conceptions, dont certaines peuvent être fort évoluées. Les modèles dégagés par les enfants dans quelque discipline que ce soit ne sont ni spontanés ni fortuits; ils sont le résultat d'une structuration originale du sujet. Il semble bien qu'on a tout intérêt à scruter attentivement les manières de faire et de dire des élèves, au-delà des seules réponses fournies dans les cahiers scolaires. C'est d'ailleurs une telle initiative qui nous permet d'aller au-delà des apparences pour chercher l'essence et le sens des conduites des enfants. Les positions avancées actuellement dans les différents rapports de conjoncture en éducation, au Québec ou ailleurs, autour de la question de la réussite scolaire des élèves soulignent la nécessité de susciter un engagement plus soutenu de leur part et d'offrir une pédagogie mieux adaptée à leurs possibilités. Il faut espérer que l'appel soit entendu, non pas pour satisfaire la demande sociale d'un encadrement plus structuré des élèves en vue de briller dans les palmarès de performance ou de rassurer les administrateurs et les parents, mais bien pour mieux servir leurs potentialités réelles. Après tout, les élèves ne cessent de nous dire qu'ils veulent «apprendre pour de vrai» à l'école (Conseil Supérieur de l'éducation, 1986).

Références bibliographiques

- BERTHOUD-PAPANDROPOULOU, I., KILCHER, H.
Multiplication et associativité multiplicative. In J. Piaget (dir), 2: *L'évolution du nécessaire chez l'enfant*, Paris: Presses universitaires de France, 1983, pp. 95-118.
- BROUSSEAU, G.
Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, Volume 7, numéro 2, 1986, pp. 33-115.
- COLE, M.
Culture in mind. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1996.
- CONSEIL SUPÉRIEUR DE L'ÉDUCATION.
Apprendre pour de vrai. Témoignages sur les enjeux et les conditions d'une formation de qualité. Rapport 1984-1985 sur l'état et les besoins de l'éducation. Québec, 1986.
- DOISE, W., MUGNY, G.
Le développement social de l'intelligence. Paris: Inter-Éditions, 1981.
- KAMII, C.
Les jeunes enfants réinventent l'arithmétique. Berne: Peter Lang, 1985.
- LABORDE, C., VERGNAUD, G.
L'apprentissage et l'enseignement des mathématiques. In G. Vergnaud (dir.), *Apprentissages et didactiques, où en est-on?* Paris: Hachette, 1994, pp. 63--93.
- LAVE, J., WENGER, E.
Situated learning. New York: Cambridge University Press, 1991.
- LEGAULT, B., LEMOYNE, G.
Pictron: un environnement de représentation de problèmes arithmétiques. Rapport technique 1, Université de Montréal, 1987.
- MOSCOVICI, S. (dir.)
Psychologie sociale. Paris: Presses universitaires de France, 1984.
- PERRET-CLERMONT, A.N.
La construction de l'intelligence dans l'interaction sociale. Berne: Peter Lang, 1979.
- PIAGET, J.
1. *Le possible et le nécessaire*. Paris: Presses Universitaires de France, 1981.
- PIAGET, J.
2. *Le possible du nécessaire chez l'enfant*. Paris: Presses Universitaires de France, 1983.
- PIAGET, J.
Introduction à l'épistémologie génétique (2^e Éd.). Paris: Presses universitaires de France, 1973.
- PIAGET, J.
L'équilibration des structures cognitives. Paris: Presses universitaires de France, 1975.
- PIAGET, J., GRIZE, J.B., SZEMINSKA, A., BANG, V.
Épistémologie et psychologie de la fonction. Paris: Presses universitaires de France, 1968.
- POIRIER, L.

Étude des modèles implicites mis en oeuvre par les élèves lors de la résolution de problèmes arithmétiques complexes mettant en jeu la reconstruction d'une transformation. Thèse de doctorat inédite. Université du Québec à Montréal, 1991.

SINCLAIR, H.

De la régularité à la proportionnalité. Dans Piaget, J. Grize, J.B., Szeminska, A. Bang, V. (dir), *Épistémologie et psychologie de la fonction*. Paris: Presses Universitaire de France, 1968, pp. 50-57.

VERGNAUD, G.

L'enfant, la mathématique et la réalité: problèmes de l'enseignement des mathématiques à l'école élémentaire (4^e Éd.). Berne: Peter Lang, 1991.

VERGNAUD, G.

La théorie des champs conceptuels. *Recherches en didactique des mathématiques*, 1990, vol. 10, n° 2-3, pp. 133--170.

VERGNAUD, G.

Multiplicative structures. In R. Lesh, M. Landau (Eds), *Acquisition of mathematical concepts and processes*. New York: Academic Press, 1983, pp. 127--173.

VINCENT, S.

La construction des structures multiplicatives chez des jeunes élèves du primaire. Thèse de doctorat inédite. Université de Montréal, 1992.

VYGOTSKY, L.S.

Pensée et langage. Paris: Éditions sociales, 1985.

VYGOTSKY, L.S.

The instrumental method in psychology. In J.V. Wertsch (Ed.), *The concept of activity in Soviet psychology*. Armonk, NY: M.E. Sharpe, 1981, pp. 134-143.

WERTSCH, J.V.

Voices of the mind: A sociocultural approach to mediated action. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1991.



Association canadienne d'éducation de langue française (ACELF)

268, rue Marie-de-l'Incarnation, Québec (Québec) G1N 3G4

Téléphone: (418) 681-4661 - Télécopieur: (418) 681-3389

Site Internet: <http://www.acelf.ca/c/revue/>

© Copyright ACELF, Québec 1997.

RECHERCHE

Cherchez dans *Éducation et francophonie*:

[Recherche par mots-clés](#)

[Index des auteurs](#)

LIENS

Consultez cette section pour avoir accès à de nombreux rapports de recherche en éducation de langue française.

ABONNEMENT

Abonnez-vous gratuitement à la revue *Éducation et francophonie* et recevez un avis vous informant de chaque parution dès sa mise en ligne.

PUBLICITÉ

Associez-vous à la revue *Éducation et francophonie* et faites-vous connaître auprès d'un vaste réseau en éducation de langue française. La revue compte plus de 5000 abonnés répartis sur tous les continents.

RÉSUMÉ

Des conduites d'élèves en construction - le cas de figure des relations multiplicatives

Suzanne Vincent

Éducation et francophonie

Volume XXV, numéro 1, printemps-été 1997

L'apprentissage et l'enseignement des sciences et des mathématiques dans une perspective constructiviste

RÉSUMÉ - ABSTRACT - RESUMEN

RÉSUMÉ

Le présent article propose l'examen des conduites endossées par de jeunes élèves de la troisième année de l'école primaire dans la résolution de problèmes de multiplication simples, avant même que son enseignement ne débute en classe. Soumis à des tâches où entre en jeu un opérateur multiplicatif, ces élèves font montre de procédés nombreux et variés qui témoignent de l'existence de différents modèles de représentation des relations multiplicatives, soit les modèles additif, mixte et multiplicatif; ces modèles prennent appui sur des connaissances élaborées dans le cadre d'activités antérieures relatives à la numération et aux structures additives. L'examen de quelques conduites de sujets met en évidence les actions et les verbalisations invoquées pour illustrer les modèles identifiés. Cette recherche tire profit des théories et études piagétienne, des concepts féconds de la psychologie sociale ainsi que des travaux en didactique des mathématiques, pour interpréter les construits mathématiques des sujets et suggérer des pistes d'action pour l'enseignement.

[RETOUR](#)

ABSTRACT

This article is intended to examine how young third-grade students at elementary school go about solving simple multiplication problems, even before they are taught how to do so in class. Assigned tasks involving a multiplying operator, these students demonstrate many and varied procedures which bear witness to different models of representation of the multiplying modules. These modules are supported by knowledge elaborated within the framework of previous activities relative to numbering and to additive structures. An examination of the behaviour of certain subjects points up the actions and verbalization used to illustrate the models identified. This research is supported by Piagetian theories and studies, fertile concepts of social psychology, and didactic work on mathematics, to interpret what the subject has constructed mathematically and to propose action for teaching.

[RETOUR](#)

RESUMEN

Este artículo se avoca al examen de los comportamientos desplegados por alumnos de tercer año de primaria al resolver los problemas simples de multiplicación, antes que se les haya enseñado en clase. Sometidos a tareas en donde entra en juego un operador multiplicativo, los

alumnos utilizaron procedimientos múltiples y variados que demuestran la existencia de diferentes modelos de representación de las relaciones multiplicativas, es decir, de los modelos aditivo, mixto y multiplicativo; dichos modelos se apoyan en conocimientos elaborados en el cuadro de actividades anteriores relacionadas con la numeración y las estructuras aditivas. El examen de algunos de los comportamientos de los sujetos puso en evidencia las acciones y las verbalizaciones invocadas en la ilustración de los modelos identificados. En la interpretación de las construcciones matemáticas de los sujetos y en la formulación de sugerencias para la enseñanza, esta investigación se inspira en la teoría y los estudios piagetianos, en los fecundos conceptos de la psicología social y en los trabajos de la didáctica de las matemáticas.

[RETOUR](#)

[Numéros disponibles](#) | [Numéros à paraître](#) | [Appel d'articles](#) | [Comité de rédaction](#) | [Partenaires](#)
[Plan du site](#) | [Archives](#) | [Contactez-nous](#) | [Acelf](#)

L'apprentissage et l'enseignement des sciences et des mathématiques dans une perspective constructiviste, Volume XXV N° 1, printemps-été 1997.

Rôle accordé aux interactions entre pairs dans l'enseignement des mathématiques - une illustration en classe d'accueil

Louise POIRIER

Professeure adjointe, Département de didactique
Faculté des sciences de l'éducation
Université de Montréal, Montréal (Québec)
Courriel: lpoirier@odyssee.net

Table des matières

- Résumé
- Abstract
- Resumen
- Problématique
- Contexte théorique sous-jacent
 - Les balises du socioconstructivisme
 - Comment un individu peut-il acquérir une connaissance du monde externe?
 - Impact sur l'enseignement
- L'approche mise en place
 - Description de la séquence d'activités
- Conclusion
- Références bibliographiques
- Notes

Résumé

Cet article a pour objectif d'illustrer un aspect du constructivisme, l'apport des interactions entre pairs dans l'enseignement des mathématiques. L'expérimentation s'est tenue dans une classe d'accueil du deuxième cycle du primaire. Après avoir présenté la problématique de la classe d'accueil et la théorie sous-jacente à l'approche, nous verrons comment, lors d'une séquence d'enseignement sur les fractions, s'est installée une culture de classe basée sur la discussion, l'argumentation, la négociation entre les élèves permettant à ces derniers de développer le sens de la fraction tout en approfondissant leurs connaissances du français. Des extraits d'échanges entre élèves viendront illustrer nos propos.

Abstract

This article is intended to illustrate one aspect of constructivism: the contribution of interactions between peers in the teaching of mathematics. The experiment was carried out in an integration class in the second cycle at

the elementary level. After introducing the problem at the integration class and the theory underlying the approach, we shall see how, during the teaching of fractions, a class culture was developed, based on discussion, arguments and negotiations among the students. This allowed them to comprehend the meaning of fractions while increasing their knowledge of French. Extracts from inter-student exchanges will serve to illustrate our text.

Resumen

Este artículo tiene como objetivo ilustrar un aspecto del constructivismo: la aportación de las interacciones entre pares en la enseñanza de las matemáticas. La experimentación se realizó en una clase de integración de alumnos inmigrantes del segundo ciclo de primaria. Debutaremos presentando la problemática específica de las clases de integración y de la teoría subyacente para después ver cómo, durante un periodo de enseñanza de las fracciones, se instaló un cultura de clase basada en la discusión, la argumentación y la negociación entre los alumnos, lo que les permitió desarrollar el significado de la fracción al mismo tiempo que mejoraban su conocimiento del francés. Algunos extractos de diálogo entre los alumnos ilustrarán nuestro tema.

Problématique

La classe d'accueil vise l'intégration de l'élève immigrant allophone au milieu francophone et à la classe ordinaire. Cette intégration se fera principalement par l'apprentissage du français; mais, cela implique également l'apprentissage dans cette nouvelle langue des autres matières à l'étude. Comment favoriser l'apprentissage des mathématiques dans un tel contexte? Deux types de caractéristiques, liées à l'élève et à sa motivation ainsi qu'à son milieu d'apprentissage, influencent l'apprentissage mathématique de l'élève qui arrive en classe d'accueil. Parmi les caractéristiques liées à l'élève, mentionnons d'abord sa maîtrise des mathématiques. Ainsi, un élève qui a eu certains contacts avec les mathématiques dans son pays d'origine, a pu développer ces concepts et le transfert dans sa nouvelle langue se fera plus facilement. Une maîtrise minimale de la langue française peut aussi faciliter son apprentissage des mathématiques. Ces deux caractéristiques, on s'en doute, sont hors du contrôle de l'enseignante et de l'enseignant qui devra composer avec des élèves aux profils mathématiques et langagiers très diversifiés. Finalement, la motivation de l'élève a un impact sur son apprentissage. Notons que cette caractéristique n'est pas propre aux élèves de classe d'accueil. On parle ici plus spécifiquement de l'attitude que l'élève a envers les mathématiques, attitude qui peut être influencée par celle de ses parents et de sa culture face aux mathématiques ainsi que par celle de l'enseignant et du type d'enseignement proposé.

Peuvent aussi favoriser l'apprentissage des mathématiques, des caractéristiques liées au milieu d'apprentissage, c'est-à-dire le développement d'une démarche spécifique à l'apprentissage des mathématiques en langue seconde mettant l'accent autant sur le vocabulaire approprié et la communication que sur la construction des concepts mathématiques par l'élève. Notre action se situe ici dans le développement de situations d'enseignement signifiantes pour le contexte de la classe d'accueil.

Avant d'entreprendre une telle démarche, il nous a semblé important, dans un premier temps, d'observer le fonctionnement de classes d'accueil afin de mieux en saisir le contexte et de mieux adapter nos interventions. Pour ce faire, nous avons assisté pendant un an (1993-1994) à plusieurs leçons de mathématiques dans diverses classes d'accueil. Nous avons alors été en mesure de dégager deux grands types d'enseignement des mathématiques en vigueur alors en classe d'accueil.

Une première pratique veut que l'enseignant présente d'abord le vocabulaire mathématique aux élèves, souvent à l'aide d'illustrations représentant les nombres ou les figures géométriques, par exemple. Les élèves doivent alors apprendre le vocabulaire et associer le mot à l'objet mathématique. C'est comme s'il fallait connaître les mots et les termes appropriés avant de faire des mathématiques. Nous remettons en question ce type d'enseignement mettant d'abord l'accent sur les termes mathématiques avant de travailler les concepts; nous soutenons l'idée inverse: nous pouvons mettre l'élève en situation permettant de développer les concepts mathématiques sur lesquels nous viendrons greffer les termes appropriés.

Une deuxième pratique liée à la réalité de la classe prévaut. En effet, nous retrouvons dans la classe d'accueil des élèves d'âges variés (9 à 12 ans, par exemple). Non seulement ces élèves sont-ils d'âges différents mais leur expérience mathématique antérieure l'est tout autant, certains d'entre eux n'ayant aucune ou peu d'expérience scolaire (ce sont les élèves sous-scolarisés). La classe d'accueil est donc composée d'élèves d'âges variés, de cultures et de langues diverses provenant de systèmes scolaires tout aussi variés. Devant cette disparité des

acquis mathématiques des élèves de la classe d'accueil, et soucieux du contenu mathématique à travailler avec ses élèves et de l'arrimage de ce contenu avec le programme du régulier, l'enseignant subdivise sa classe en autant de sous-groupes qu'il y a de niveaux scolaires présents. Chaque élève d'un sous-groupe aura son manuel scolaire, approprié à son niveau, et l'enseignant suivra ces différents manuels donnant à chaque sous-groupe une série d'exercices (souvent du type exercice de calcul, application d'algorithme) à faire puis ira de sous-groupe en sous-groupe afin de leur donner des explications supplémentaires. Une telle pratique donne rapidement à l'enseignant une impression d'essoufflement; il est débordé et n'a pas de vue d'ensemble de sa classe. Les élèves n'ont pour leur part plus le sentiment de faire partie d'une classe mais d'un sous-groupe basé sur leur compétence (ainsi un élève sous-scolarisé de 12 ans peut se retrouver avec les plus jeunes de la classe qui sont de deuxième année). Il en résulte moins d'occasions d'interaction avec le groupe-classe, moins de communication. Or, l'apprentissage ne se fait pas de façon isolée mais par le biais de situations sociales où le langage est utilisé dans un processus de dialogue (Vygotsky, 1978). Sans totalement rejeter ce type d'exercice individuel, les élèves en ayant besoin afin de consolider leurs apprentissages, nous ne pouvons bâtir notre enseignement autour de ces seules activités.

La démarche que nous proposons mise sur les interactions entre pairs, sur la communication pour d'une part développer les concepts mathématiques et d'autre part apprendre à communiquer en français. Cette approche puise ses fondements théoriques dans la perspective socioconstructiviste. Dans le présent article, nous mettrons l'accent sur un aspect du socioconstructivisme, le rôle des interactions sociales et nous nous centrerons sur la construction de concepts mathématiques par les élèves. Sans vouloir minimiser les acquisitions langagières des élèves, nous en parlerons à l'occasion, le but premier de notre intervention est de mettre en place des activités significatives pour le développement mathématique.

Contexte théorique sous-jacent

La dimension sociale du développement mathématique a pris une importance croissante dans les réflexions sur l'enseignement des mathématiques (Ernest, 1991; Bauersfeld, 1988). Lakatos (1976) dit des mathématiques qu'elles sont un dialogue entre des individus aux prises avec des problèmes mathématiques à résoudre. Cette dimension sert de cadre de référence à des activités menées en classe avec les élèves (Poirier et Bacon, 1996; Cobb, Yackel et Wood, 1992; Bednarz, 1991) où les processus de dialogue et de critique qui sont à la base du développement mathématique lui-même, jouent un rôle de première importance dans la construction de la connaissance mathématique.

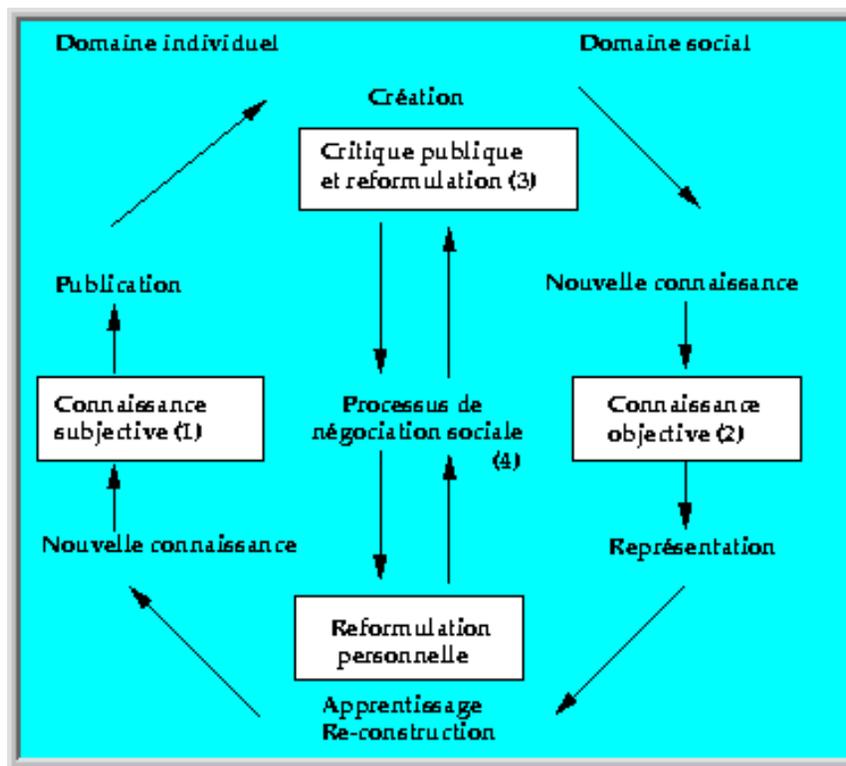
Les balises du socioconstructivisme

Dans son livre *The philosophy of mathematics education* paru en 1991, Ernest discute des balises du socioconstructivisme. S'inspirant des travaux de Wittgenstein et de Lakatos, il nous dit que pour le socioconstructivisme, la connaissance mathématique est une construction sociale puisque la base de la connaissance mathématique, la connaissance linguistique avec ses conventions et ses règles est une construction sociale et que les processus sociaux interpersonnels de dialogue et de critique sont nécessaires pour changer la connaissance mathématique subjective d'un individu en une connaissance objective socialement acceptée.

Le point central du socioconstructivisme est la genèse de la connaissance, mathématique dans notre cas. Ainsi, une nouvelle connaissance mathématique peut être soit subjective (propre à un individu) ou objective (commune à un groupe). Ernest, dans son modèle, considère ces deux formes de connaissance et les relie dans un cycle où chacune contribue au renouveau de l'autre. Ce cycle va d'une connaissance subjective (création personnelle d'un individu) au moyen d'une publication vers une connaissance objective, acceptée socialement. Cette connaissance objective est par la suite intériorisée, reconstruite par des individus durant leur apprentissage des mathématiques pour ainsi devenir une connaissance subjective. En utilisant cette connaissance, les individus créent et publient de nouvelles connaissances mathématiques complétant ainsi le cycle. La **Figure 1**, tirée du livre de Ernest, illustre cette relation entre connaissance objective et connaissance subjective.

FIGURE 1

Relation entre la connaissance objective et la connaissance subjective



En reprenant la **Figure 1**, nous voyons que tout individu possède des connaissances subjectives des mathématiques. La pensée fondamentale d'un individu est une pensée subjective (1). La connaissance mathématique est pour la plus grande part une connaissance objective apprise par un processus de re-création qui résulte en représentations uniques, subjectives de la connaissance mathématique. Pour qu'une telle connaissance subjective d'un individu devienne une connaissance objective (2), il faut d'abord la rendre publique (3), mais cela ne suffit pas. Il faut qu'elle soit socialement acceptée. Une connaissance rendue publique devient une connaissance objective par un examen critique des autres en suivant le processus heuristique proposé par Lakatos: hypothèse -- preuve -- émergence de contre-exemples -- ré-examen de la preuve -- reformulation du théorème -- ouverture à d'autres domaines de recherche... (4). Il peut donc résulter une acceptation de cette nouvelle connaissance mais, elle demeurera ouverte à la critique et à l'étude. Cette connaissance objective devient une connaissance subjective pour un autre individu (1). Cette nouvelle connaissance subjective est en grande part une connaissance objective re-construite et intériorisée. Cette intériorisation ou représentation interne et subjective, est une étape cruciale du cycle de la création mathématique et l'enseignement doit lui porter un intérêt tout particulier.

Comment un individu peut-il acquérir une connaissance du monde externe?

Pour le socioconstructivisme, l'esprit humain est actif, il fait des prédictions, des hypothèses à partir de ses expériences du monde physique et social, construisant ainsi des théories, des modèles. Ces modèles lui servent de guide pour agir; lorsqu'ils s'avèrent inadéquats, ils sont reformulés et modifiés ou rejetés et remplacés. Deux principes fondamentaux émergent:

- la connaissance n'est pas reçue passivement mais est construite activement par le sujet;
- la fonction de la cognition est adaptative et sert à organiser le monde.

Ernest rejoint en cela les propos de von Glasersfeld (1989) pour qui toute connaissance n'est pas reçue passivement mais est une construction individuelle qui s'adapte à des contraintes. La connaissance prend ici son origine dans l'action du sujet qui apprend. L'action sur le monde physique et social devient essentielle à l'élève pour lui permettre d'accommoder ses schèmes et pour assimiler de nouvelles situations.

Impact sur l'enseignement

L'élève devra donc se trouver en situation stimulant ses propres activités, l'amenant à présenter et discuter ses

idées, ses procédures, à argumenter, à négocier avec les autres élèves. Qu'entend-on par «situation»? Comme nous l'avons vu précédemment, pour Lakatos, les mathématiques sont un dialogue entre individus aux prises avec des problèmes mathématiques. S'il n'y a pas de problèmes à résoudre, de défis à relever, il n'y aura aucune motivation à développer de nouveaux concepts. Le socioconstructivisme identifie les mathématiques en tant qu'institution sociale, résultant de l'émergence et de la résolution de problèmes. On accorde ici un rôle central aux problèmes. L'enseignement devra fournir aux élèves des situations-problèmes riches et signifiantes permettant la discussion, l'argumentation, la négociation entre eux. L'expérience sociale est donc appelée à jouer un rôle fondamental participant au développement cognitif de l'élève et à sa construction de connaissances mathématiques. Dans cette perspective, «les dynamiques individuelles sont conçues comme se fondant sur des expériences sociales qu'elles sont amenées à structurer» (Mugny, 1985, p. 18). Cette dynamique va être envisagée dans les recherches qui s'inscrivent dans cette perspective socioconstructiviste, sous différentes formes. À l'origine, elle réfère aux interactions entre enfants mettant en place un conflit sociocognitif, c'est-à-dire «un conflit structurant, source de changement chez l'individu. Ce conflit ne sera possible que lors d'interactions où s'expriment simultanément plusieurs actions, solutions, discours... dans lesquels se manifeste un système de centrations cognitives opposées, posant le problème de leur coordination en de nouveaux systèmes d'ensemble qui permettent d'en rendre compte.» (Garnier, Bednarz et Ulanovskaya, 1991, p. 5).

Ayant comme point de départ le conflit sociocognitif, les recherches vont peu à peu s'en éloigner pour englober graduellement d'autres dimensions du social. C'est ainsi que des études s'intéressant au rôle des variables sociales dans le développement cognitif vont graduellement prendre place: «Dans ces recherches, l'expérience sociale est ainsi envisagée au-delà du conflit, sous les aspects signifiants attachés aux contenus des tâches et situations. Cette nature sociale de la situation présentée aux sujets rejoint les préoccupations de certains didacticiens sur le contrat didactique qui lie l'intervenant, les élèves et le savoir au sein d'une situation-pédagogique. (Brousseau, 1986; Schubauer-Leoni, 1986)» (Garnier, Bednarz et Ulanovskaya, 1991, p. 5).

D'autres études vont s'interroger davantage sur le rôle des particularités culturelles et sociales dans la construction des connaissances mises en place (Nunes, 1991; Janvier, 1991; d'Ambrosio, 1989). Un dernier type de recherche va s'intéresser à la dynamique des interactions sociales entre élèves effectuant ensemble une même tâche. C'est la perspective que nous reprenons ici.

Dans de telles études, les confrontations entre élèves, mises en place dans la classe et contribuant à l'évolution des connaissances mathématiques, peuvent prendre diverses formes: situations d'action entre les sujets où les élèves se partagent une même situation-problème, des situations de communication entre deux sujets ou deux groupes qui ont des rôles sociaux différents (Laborde, 1991; Brousseau, 1986) et des situations de validation où différentes solutions ou procédures seront exprimées et discutées. Ces diverses confrontations entre les élèves jouent un rôle important dans la théorie des situations de Brousseau (1986, 1972) où ce dernier développe le processus de mathématisation.

Durant la première phase du processus de mathématisation, nommée «dialectique de l'action», l'enfant est amené à élaborer certains modèles mentaux des relations entre les données de la situation, modèles qui guideront son action. C'est à partir de ces modèles que le processus d'apprentissage s'articule. Pour qu'il y ait mathématisation, il faut que l'élève soit en mesure d'explicitier son modèle par le biais d'un langage approprié. C'est la phase fondamentale chez Brousseau de la «dialectique de la formulation» «... il est clair qu'il n'y a pas vraiment d'apprentissage des mathématiques sans l'emploi par l'élève de modèles explicites, du langage et de l'écriture mathématique». (Brousseau, 1972, p. 64). Cette dialectique de la formulation met au premier plan les interactions entre les élèves. Durant ces interactions, les élèves doivent expliciter les termes utilisés, leurs choix; ceci entraîne des débats entre les élèves. Ces situations de débats, ou «dialectique de la validation» constituent l'occasion de discussions entre élèves comme moyen d'établir des preuves, d'en rejeter «Faire des mathématiques ne consiste pas seulement à émettre ou à recevoir des informations en langage mathématique, même en les comprenant. L'enfant mathématicien doit prendre maintenant vis-à-vis des modèles qu'il a construits une attitude critique.» (Brousseau, 1972, p. 64). Nous voyons dans ces différentes phases du processus de mathématisation l'importance accordée aux interactions entre élèves, au même titre que le processus de négociation sociale décrit par Ernest.

L'approche mise en place

L'intervention mise en place à l'automne 1995 (1), s'est déroulée durant toute l'année scolaire. La classe comptait 16 élèves âgés de 9 à 12 ans et d'origines diverses, Roumanie, Pakistan, Égypte, Russie, Haïti, Liban, Sri-Lanka, Guatemala, Cambodge. Quant à leurs niveaux scolaires, ils variaient de la deuxième à la sixième année du primaire. La plupart des élèves ont été scolarisés dans leur pays d'origine, parfois allant aussi à l'école dans un pays de transition avant d'arriver au Québec. Durant l'année scolaire, nous avons travaillé les notions

mathématiques à l'étude au programme du deuxième cycle primaire. Toutes les séances en classe ont été filmées sur bandes vidéoscopiques puis retranscrites sous forme de protocole. De plus, les productions des élèves, sous forme écrite, ont été conservées. Dans ce qui suit, nous allons illustrer la dynamique de la classe à partir du protocole d'une leçon portant sur les fractions, leçon qui s'est tenue au mois de février, soit au début de l'enseignement des fractions.

Description de la séquence d'activités

C'est par le pliage de bandes de papier (Scott, 1981) que les élèves ont d'abord été amenés à construire, comparer, ordonner des nombres fractionnaires. Les élèves ont aussi estimé, trouvé les facteurs d'un nombre. Une mise en contexte des bandes de papier a permis, par la suite, la résolution de problèmes écrits. Nous avons ici travaillé un des sens de la fraction, soit la partie d'un tout; d'autres sens de la fraction ont été travaillés lors de leçons subséquentes.

Après avoir distribué des bandes de papier de même longueur (21,5 cm sur 3 cm) à chaque élève, nous leur avons demandé de prendre une bande de papier et de la plier en 2 parts égales. Tous les élèves, peu importe leur âge ou leur scolarité antérieure, peuvent plier une bande de papier en deux parts égales; tous les élèves de la classe sont alors engagés dans la même activité.

Enseignante

On a plié la bande de papier en deux. (elle la déplie) Combien de parts, combien de sections avez-vous?

Les élèves (en chœur)

Deux!

Enseignante

(dessine un rectangle au tableau, le divise en deux et colorie une part). Quelle portion de la bande de papier j'ai coloriée?

Élève 1

(il écrit avec son doigt dans les airs $\frac{1}{2}$)

Enseignante

Peux-tu venir l'écrire au tableau?

Élève 1

(il écrit: $\frac{1}{2}$)

Enseignante

Comment on dit ça?

Élèves

(silence)

Enseignante

Avez-vous déjà vu ça?

Élèves

Une dizaine d'élèves lèvent la main.

Enseignante

En français, on dit demi (elle écrit au tableau *une demie*). J'ai colorié une demie de la bande de papier. On peut dire aussi la moitié. (elle écrit au tableau *moitié*).

Le même scénario est repris avec une autre bande de papier, cette fois pliée en quatre. L'extrait que nous venons de présenter illustre comment les termes mathématiques, une demie, un quart viennent se greffer, après coup, à l'action. Nous n'avons pas présenté aux élèves des rectangles dessinés et divisés en deux ou en quatre en leur disant voici une demie, voici un quart. Le pliage des bandes de papier a amené les élèves à construire une demie et un quart que nous avons par la suite nommés. L'enseignante demande ensuite aux élèves de plier une autre bande de papier afin d'obtenir 8 parts. La longueur de la bande de papier soit 21,5 cm ne permet pas aux élèves d'avoir recours aisément au mesurage et à la division ($21,5 \text{ cm} \div 8$). Aucun élève n'a d'ailleurs ressenti le besoin d'utiliser sa règle. C'est donc à nouveau par le pliage que les élèves sont arrivés, non sans difficulté, à obtenir 8 parts égales.

Plusieurs élèves

C'est facile!

Élève 2

(après avoir plié sa bande de papier en deux et encore en deux, il la déplie, compte les parts obtenues et la replie encore en deux. Il dénombre maintenant 8 parts) J'ai fini madame!

Enseignante

Lorsque les élèves ont terminé leur pliage, l'enseignante leur demande de vérifier s'ils ont vraiment 8 parts.

Élève 3

(Elle en dénombre 16)

Élève 4

J'en ai 8!

Enseignante

Comment as-tu fait?

Élève 4

J'ai plié en deux, toujours en deux.

Enseignante

Peux-tu me dire exactement ce que tu as fait? Je vais l'écrire au tableau.

Élève 4

J'ai plié en deux puis j'ai plié en deux.

Enseignante

(tout en écrivant) Combien de parts avais-tu alors?

Élève 4

4 parts, puis j'ai plié encore en deux. C'est comme 2 fois 2 fois 2, ça fait 8.

Enseignante

C'est beau! Est-ce qu'il y en a qui ont fait cela d'une autre façon?

Élève 5

Moi, j'ai pris la bande de 4 et j'ai plié en 2.

Enseignante

(écrit au tableau: bande de 4 pliée en 2).

Élève 4

C'est comme 4×2

Enseignante

(s'adressant à l'élève 3 qui avait obtenu 16 parts) Comment as-tu fait pour avoir 16?

Élève 3

(reprenant sa bande et la repliant). J'ai plié ma bande, oui, en 2 puis j'ai plié en 2, en 2 et en 2. (procédure additive erronée, elle a fait $2 + 2 + 2 + 2$)

Élève 4

Tu en as fait trop!

Enseignante

Qu'est-ce que tu as obtenu?

Élève 3

16. C'est trop. (Reprenant à son compte l'explication de l'élève 4, qui le premier a fait ressortir la structure multiplicative de la situation) J'ai fait 8×2 , 16.

Enseignante

(dessine un rectangle, le divise en 8 parts en colorie une) Comment on pourrait écrire une part?

Élève 6

(va au tableau et écrit $1/8$)

Enseignante

Comment on va dire cela?

Élève 2

Un octave.

L'extrait que nous venons de voir illustre plusieurs aspects de l'approche. Un tel pliage de bandes de papier fait appel à une structure multiplicative comme l'exprime l'élève 4. Or, il n'est pas rare de retrouver dans une telle situation, des élèves qui auront recours à une procédure additive erronée (voir l'élève 3). En provoquant l'utilisation de cette procédure additive, nous forçons cette élève à réorganiser sa pensée; ce qu'elle fait en s'appuyant sur l'argumentation de l'élève 4 qui a auparavant fait ressortir la structure multiplicative. C'est d'ailleurs la même élève qui, quelques minutes plus tard ira montrer aux autres comment plier une bande de papier en cinq parts égales. De plus, ce fut une belle occasion de revenir sur l'étymologie du mot «octave» grâce à l'intervention de l'élève 2 qui propose le terme «octave» pour désigner la fraction $1/8$. Les élèves sont ensuite amenés à plier une bande de papier en trois parts égales. Ce pliage s'est avéré beaucoup plus complexe pour certains élèves puisqu'on ne peut, ici, se baser sur un pliage en 2. C'est un élève de la classe qui a trouvé une technique astucieuse en «roulant» la bande de papier de manière à obtenir trois épaisseurs. Il est alors amené à expliquer et démontrer sa technique aux autres. Ce dernier pliage en trois parts égales amène l'élève 1 à émettre une hypothèse:

Élève 1

C'est facile! Les nombres pairs, c'est toujours plier en deux. (N'oublions pas que jusqu'ici, nous avons fait 2, 4, 8 et 3). Les nombres impairs, c'est plus difficile.

Enseignante

Je vous demande maintenant de prendre une autre bande de papier et de la plier pour avoir 6 parts.

Élève 2

(reprenant sa procédure de dénombrement au fur et à mesure, plie la bande en deux puis en deux, ce qui lui donne 4 parts; la replie en deux et dénombre 8 parts)

Élèves

Plusieurs élèves, par pliage, arrivent à 8 parts. Quelques élèves procèdent par pliage «accordéon», c'est à dire font une première pliure à partir d'une extrémité de la bande puis replient de la même largeur jusqu'à ce qu'ils atteignent l'autre extrémité de la bande. La largeur de la première pliure est aléatoire; c'est ainsi qu'ils arrivent à 4, 5 ou 6 parts et une autre plus petite ou plus grande. Les élèves recommencent à plusieurs reprises pour trouver 6 parts.

Élève 1

6 C'est pair mais on peut pas!

Élève 7

(se levant de sa chaise pour nous montrer son pliage) Moi, madame! Moi, madame! J'ai trouvé! (Notons qu'il s'agit d'un élève sous-scolarisé.)

Enseignante

Qu'as-tu fait?

Élève 7

J'ai fait comme ça (et il nous montre un pliage en 3 puis un pliage en 2).

Élèves

Plusieurs élèves reprennent sa façon de procéder.

Enseignante

Est-ce qu'il y aurait eu une autre façon de procéder?

Élève 8

On peut plier en 2 puis en 3.

Enseignante

(s'adressant à l'élève 7), est-ce différent de ta façon de faire?

Élève 7

J'ai fait en 3 et en 2. (On en profite pour discuter de la commutativité en multiplication.)

Dans cet extrait, on voit bien la dynamique de la classe qui s'est installée. Les élèves, depuis le début de l'année scolaire, sont amenés à émettre des hypothèses, à argumenter, à vérifier. C'est ainsi que l'élève 1 nous dit que le pliage de nombres pairs est facile puisque c'est toujours par deux. L'enseignante leur propose alors un nombre pair, 6, mais qui ne pourra se faire uniquement en pliant par deux. Il est intéressant de noter que le premier élève à trouver la procédure est un élève très peu scolarisé dans son pays d'origine. Nous revenons ici sur un des buts de l'activité à savoir la participation de tous les élèves de la classe peu importe leur niveau scolaire. Cet épisode de l'activité a permis un premier travail sur les facteurs. L'enseignante en profitera ensuite pour demander aux élèves de trouver différentes façons d'obtenir 12 parts, sans faire le pliage. En d'autres termes, les élèves sont-ils capables, à ce point de l'activité, de se détacher du pliage et de dégager la structure multiplicative afin de trouver les facteurs de 12.

L'activité se poursuit par des pliages en 9 et en 5. Partant de leur pliage en 3, des élèves arrivent à la conclusion que pour trouver 9 parts, il faut plier en 3 et replier de la même façon en 3. Le pliage en 5, nombre premier, s'avère plus difficile: il n'y a qu'une façon de plier en 5 et cela demande une estimation à partir des bandes de 4 et de 6 déjà faites. Les élèves ont donc sur leur pupitre des bandes de papier pliées en 2, 3, 4, 5, 6, 8 et 9. L'enseignante leur demande de les placer en ordre croissant de la plus petite part à la plus grande part. Les élèves y parviennent non sans plusieurs difficultés; le nombre 2 est plus petit que 3 et pourtant une demie, c'est plus grand qu'un tiers... Une discussion s'engage alors entre les élèves.

Élève 2

J'ai compris qu'en 2, c'est plus grand qu'en 3, plus grand qu'en 4 toujours plus grand.

Élève 9

(reprenant ce que l'élève 2 a dit). Oui, je comprends que plus le chiffre est petit plus la partie est grande.

Élève 2

C'est ça!

Élève 10

Plus le nombre de parties est petit, plus chaque partie est grande.

Cet extrait nous montre comment l'explication partielle du premier élève («en 2, c'est plus grand qu'en 3»), reprise et raffinée par deux autres élèves, devient un principe plus général «plus le nombre de parties est petit, plus chaque partie est grande». L'enseignante en profite alors pour introduire l'idée du numérateur et du dénominateur et leur rôle respectif.

Conclusion

Les bénéfices que l'élève peut tirer des interactions sociales sont nombreux et se situent à divers moments du processus, reformulation par un élève de la consigne donnée par l'enseignante, explicitation de la démarche, d'une stratégie, d'une technique, débat autour d'une hypothèse, d'une solution... À chacun de ces moments, le fait de communiquer permet à l'élève d'affiner sa pensée; cela permet aussi aux autres élèves de s'approprier une démarche, une justification et finalement, cela permet une co-construction des concepts mathématiques.

En choisissant de travailler les fractions, nous avons un défi de taille à relever. En effet, nous voulions illustrer comment il est possible de travailler en classe d'accueil, avec des élèves d'âges et de niveaux scolaires différents, à une tâche commune. Bien que les élèves aient eu l'âge correspondant au deuxième cycle du primaire, cycle où sont introduites les fractions, certains d'entre eux avaient peu ou pas d'expérience scolaire antérieure (par le fait même peu ou pas d'expérience avec les fractions). C'était le cas, entre autres, des élèves 1 et 7; et pourtant, ces deux élèves ont été des facteurs importants dans la dynamique de cette leçon et ont grandement aidé, par leurs interventions, la coconstruction d'un sens de la fraction. En misant sur l'importance des interactions sociales et en mettant les élèves en situation riche et signifiante, ils ont été amenés à expliciter, à justifier leurs choix, à débattre des idées leur permettant ainsi de construire des concepts mathématiques. De plus, nous sommes dans une classe d'accueil, en février, ces élèves ont au mieux six mois d'expérience en français; l'approche leur a aussi permis de s'exprimer et de débattre en français, d'apprendre, en contexte, de nouveaux termes. L'extrait présenté ici illustre aussi le rôle important de l'enseignant tant lors de la planification des activités, par les choix didactiques à poser (par exemple, la dimension des bandes de papier) que lors de la réalisation des activités en classe. Tout au long de la leçon, le questionnement de l'enseignant doit s'articuler sur la démarche des élèves afin de leur permettre d'affiner leur pensée et d'argumenter. Cette année, l'expérience se poursuit avec la même enseignante, de façon systématique afin de mieux suivre le développement mathématique et langagier de chaque élève. L'expérience poursuit deux buts, développer des activités et approche d'enseignement adaptées à ces élèves et mieux comprendre les éléments en jeu dans un tel contexte.

Références bibliographiques

BAUERSFELD, H.

Interaction, construction and knowledge: alternative perspectives for mathematics education. In T. Cooney & D. Grouws (Eds.), *Effective mathematics teaching*. Reston, VA: National Council of Teachers on Mathematics, 1988.

BEDNARZ, N.

Interactions sociales et construction d'un système d'écriture des nombres en classe primaire. In C. Garnier, N., Bednarz & I. Ulanovskaya (Éds.), *Après Vygotski et Piaget. Perspectives sociale et constructiviste. Écoles russe et occidentale*. Bruxelles, Belgique, Éditions de Boeck, 1991, pp. 51-67.

BROUSSEAU, G.

Théorisation des phénomènes d'enseignement des mathématiques. Thèse de doctorat d'État. Université de Bordeaux, 1986.

BROUSSEAU, G.

Processus de mathématisation. *Bulletin de l'association des professeurs de mathématiques de l'enseignement public*, fév. no. 282, 1972, pp. 57-84.

COBB, P., YACKEL, E., & WOOD, T.

A constructivist alternative to the representational view of mind in mathematics education, *Journal for Research in Mathematics Education*, 23 (1), 1992, pp. 2-33.

D'AMBROSIO, V.

What can we expect from ethnomathematics? in *Science and technology education: mathematics, education and society*. C. Kertel (Ed) Paris, UNESCO, 1989.

ERNEST, P.

The philosophy of mathematics education. Hamshire, UK: The Falmer Press, 1991.

GARNIER, C., BEDNARZ, N. & ULANOVSKAYA, I. (Éds.)

Après Vygotski et Piaget. Perspectives sociale et constructiviste. Écoles russe et occidentale. Bruxelles, Belgique, Éditions de Boeck, pp. 51-67.

GLARSERSFELD, E, von

Constructivism in Education, in Husen, T. et Postlethwaite, N., (éd) *International Encyclopedia of Education*, Oxford. Pergamon, 1989, pp. 162-163.

JANVIER, C.

Contextualisation et représentation dans l'utilisation des mathématiques. in C. Garnier, N. Bednarz et I. Ulanovskaya (ed) *Après Vygotski et Piaget. Perspectives sociale et constructiviste. Écoles russe et occidentale.* Bruxelles, Belgique, Éditions de Boeck, 1991.

LABORDE, C.

Deux usages complémentaires de la dimension sociale dans les structures d'apprentissage en mathématiques. In C. Garnier, N., Bednarz & I. Ulanovskaya (Éds.), *Après Vygotski et Piaget. Perspectives sociale et constructiviste. Écoles russe et occidentale.* Bruxelles, Belgique, Éditions de Boeck, 1991.

LAKATOS, I.

Proofs and refutations: The logic of mathematical discovery. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1976.

MUGNY, G.

Psychologie sociale du développement cognitif. Berne, 1985.

NUNES, T.

Systèmes alternatifs de connaissances selon différents environnements. In C. Garnier, N. Bednarz & I. Ulanovskaya (Éds.), *Après Vygotski et Piaget. Perspectives sociale et constructiviste. Écoles russe et occidentale.* Bruxelles, Belgique, Éditions de Boeck, 1991.

POIRIER, L., BACON, L.

Interactions between children in mathematics class: an example concerning the concept of number. In H. Mansfield, N.A. Pateman & N. Bednarz.,(Eds), *Mathematics for tomorrow's young children..* Kluwer Academic Publishers, 1996, pp. 166-176.

SCHUBAUER-LEONI, M.L.

Le contrat didactique: un cadre interprétatif pour comprendre les savoirs manifestés par des élèves en mathématique. *European Journal of Psychology of Education 1, 2*, pp. 139-153.

SCOTT, W.R.

Fractions taught by folding paper strips. *Arithmetic Teacher.* Janv. 1981, pp. 18-21.

VYGOTSKY, L.S.

Mind in society: the development of higher psychological processes. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.

Notes

(1)

Intervention mise en place dans la classe de Madame Madeleine Duranleau, enseignante en classe d'accueil à l'école François-de-Laval, CECM.



Association canadienne d'éducation de langue française (ACELF)

268, rue Marie-de-l'Incarnation, Québec (Québec) G1N 3G4

Téléphone: (418) 681-4661 - Télécopieur: (418) 681-3389

Site Internet: <http://www.acelf.ca/c/revue/>

© Copyright ACELF, Québec 1997.

RECHERCHE

Cherchez dans *Éducation et francophonie*:

[Recherche par mots-clés](#)

[Index des auteurs](#)

LIENS

Consultez cette section pour avoir accès à de nombreux rapports de recherche en éducation de langue française.

ABONNEMENT

Abonnez-vous gratuitement à la revue *Éducation et francophonie* et recevez un avis vous informant de chaque parution dès sa mise en ligne.

PUBLICITÉ

Associez-vous à la revue *Éducation et francophonie* et faites-vous connaître auprès d'un vaste réseau en éducation de langue française. La revue compte plus de 5000 abonnés répartis sur tous les continents.

RÉSUMÉ

Rôle accordé aux interactions entre pairs dans l'enseignement des mathématiques - une illustration en classe d'accueil

Louise Poirier

Éducation et francophonie

Volume XXV, numéro 1, printemps-été 1997

L'apprentissage et l'enseignement des sciences et des mathématiques dans une perspective constructiviste

RÉSUMÉ - ABSTRACT - RESUMEN

RÉSUMÉ

Cet article a pour objectif d'illustrer un aspect du constructivisme, l'apport des interactions entre pairs dans l'enseignement des mathématiques. L'expérimentation s'est tenue dans une classe d'accueil du deuxième cycle du primaire. Après avoir présenté la problématique de la classe d'accueil et la théorie sous-jacente à l'approche, nous verrons comment, lors d'une séquence d'enseignement sur les fractions, s'est installée une culture de classe basée sur la discussion, l'argumentation, la négociation entre les élèves permettant à ces derniers de développer le sens de la fraction tout en approfondissant leurs connaissances du français. Des extraits d'échanges entre élèves viendront illustrer nos propos.

[RETOUR](#)

ABSTRACT

This article is intended to illustrate one aspect of constructivism: the contribution of interactions between peers in the teaching of mathematics. The experiment was carried out in an integration class in the second cycle at the elementary level. After introducing the problem at the integration class and the theory underlying the approach, we shall see how, during the teaching of fractions, a class culture was developed, based on discussion, arguments and negotiations among the students. This allowed them to comprehend the meaning of fractions while increasing their knowledge of French. Extracts from inter-student exchanges will serve to illustrate our text.

[RETOUR](#)

RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo ilustrar un aspecto del constructivismo: la aportación de las interacciones entre pares en la enseñanza de las matemáticas. La experimentación se realizó en una clase de integración de alumnos inmigrantes del segundo ciclo de primaria. Debutaremos presentando la problemática específica de las clases de integración y de la teoría subyacente para después ver cómo, durante un periodo de enseñanza de las fracciones, se instaló un cultura de clase basada en la discusión, la argumentación y la negociación entre los alumnos, lo que les permitió desarrollar el significado de la fracción al mismo tiempo que mejoraban su conocimiento del francés. Algunos extractos de diálogo entre los alumnos ilustrarán nuestro tema.

[Numéros disponibles](#) | [Numéros à paraître](#) | [Appel d'articles](#) | [Comité de rédaction](#) | [Partenaires](#)
[Plan du site](#) | [Archives](#) | [Contactez-nous](#) | [Acelf](#)

L'apprentissage et l'enseignement des sciences et des mathématiques dans une perspective constructiviste, Volume XXV N° 1, printemps-été 1997.

La compréhension de concepts mathématiques chez des élèves anglophones en immersion française au secondaire

Réjean PÉPIN

École Sir James Dunn, Sault-Sainte-Marie (Ontario)

Jean DIONNE

Université Laval, Ste-Foy (Québec) G1K 7P4

Courriel: Jean.Dionne@did.ulaval.ca

Table des matières

- Résumé
- Abstract
- Resumen
- Introduction
- Problématique
- Modèle de compréhension constructiviste élargi
- Compréhension du concept de cercle
 - Compréhension du concept physique de cercle
 - Compréhension du concept mathématique de cercle
- Méthode de la recherche
 - Outils d'investigation
 - Choix des participants et collecte des données
 - Modalités de l'analyse
- Conclusions des analyses
 - Conclusions de l'analyse des réponses au test
 - Conclusions de l'analyse des réponses à l'entrevue
- Puisqu'il faut conclure...
- Références bibliographiques
- Annexe
- Notes

Résumé

L'immersion est un mode d'apprentissage d'une langue seconde dont la popularité est croissante. Mais encore faut-il s'assurer que la maîtrise de cette langue seconde ne s'acquière pas aux dépens d'une compétence véritable dans les autres matières scolaires, dont les mathématiques. C'est pour répondre à de telles inquiétudes en dépassant les habituelles mesures de rendement académique que cette étude sur la compréhension de trois concepts mathématiques -- point, distance et cercle -- a été menée. Elle permet de constater, d'une part, qu'il est possible de décrire et d'évaluer de façon opérationnelle la compréhension de concepts mathématiques et, d'autre part, que la compréhension des trois concepts élaborée par les élèves

anglophones d'un programme d'immersion française s'avère, sinon parfaite, du moins suffisante pour reconnaître la qualité et la valeur des apprentissages réalisés.

Abstract

Immersion is an acknowledged popular method of teaching a second language. Care must be taken, however, to ensure that this second language is not learned to the detriment of real competence in other subjects, such as mathematics. This study on the understanding of three mathematical concepts -- point, distance and circle -- was carried out in order to meet these concerns by bypassing the usual methods of assessing academic performance. It shows that on the one hand, the understanding of mathematical concepts can be described and operationally assessed, and on the other hand, that while the understanding of the three concepts, elaborated by English-speaking students in a French immersion program, may not be perfect, it is at least sufficient to acknowledge the quality of the learning accomplished.

Resumen

La inmersión es una manera de aprender una segunda lengua cuya popularidad ha sido reconocida. Pero hay que cerciorarse de que la adquisición de la segunda lengua no se realiza en detrimento de una verdadera competencia en otras materias escolares, entre ellas las matemáticas. Con el fin de dar una respuesta a este tipo de inquietud, e ir más allá las clásicas escalas de rendimiento académico, hemos realizado este estudio sobre la comprensión de tres conceptos matemáticos: el punto, la distancia y el círculo. Este estudio nos ha permitido constatar, por una parte, que es posible describir y evaluar la comprensión de conceptos matemáticos de manera operacional. Por otra parte, que la comprensión de los tres conceptos realizada por los alumnos anglófonos de un programa de inmersión en lengua francesa es, sino perfecta por lo menos suficiente como para reconocer la calidad y el valor de lo aprendido.

Introduction

L'immersion, définie comme «une forme d'éducation bilingue dans laquelle une langue seconde est utilisée en sus de la langue maternelle de l'élève pour l'enseignement pendant une partie de sa formation primaire et/ou secondaire» (Genesee, 1983, p.3, notre traduction), est un phénomène relativement récent dans l'histoire de l'éducation canadienne: on s'entend pour en situer les débuts en 1965 à Saint-Lambert, une banlieue de Montréal. Depuis, sa popularité n'a cessé de croître, notamment parce qu'on a constaté qu'en adoptant une langue seconde comme langue d'enseignement de la majorité des matières, il est possible de rendre fonctionnellement bilingues des classes entières d'élèves (Bordeleau *et al.*, 1988). Ce qui n'a pas empêché certaines inquiétudes de se manifester: de nombreux éducateurs et éducatrices s'interrogent notamment sur le danger de voir le développement cognitif des enfants retardé par la présence de deux langues.

L'adoption d'une langue seconde comme langue d'enseignement dans un domaine plus particulier comme celui des mathématiques soulève également quelques craintes chez les élèves et chez leurs parents. Les mathématiques sont en effet perçues comme une discipline d'une importance primordiale, mais souvent difficile. Le choix d'une langue seconde comme véhicule d'enseignement ne vient-il pas ajouter à cette difficulté, introduisant un élément susceptible de nuire à la compréhension développée par les élèves, voire de compromettre leurs chances de succès? Cette crainte se prolonge en une autre plus générale: la nécessité d'assurer la continuité des apprentissages est un principe pédagogique bien connu; or beaucoup d'élèves qui, à une étape donnée de leurs parcours scolaire, pensent à l'immersion ont jusque-là étudié dans leur langue maternelle et prévoient poursuivre dans cette même langue maternelle des études ultérieures où les mathématiques risquent d'intervenir à divers titres. Ne serait-il pas préférable dans ces conditions de limiter l'immersion aux matières comme l'histoire, la géographie, les arts langagiers où les risques de causer des torts paraissent moindres?

Problématique

Les questions soulevées dans les brefs paragraphes d'introduction traduisent des préoccupations bien présentes

chez les personnes -- élèves, enseignants, parents,... -- impliquées dans un programme d'immersion française pour anglophones de niveau secondaire en Ontario. Diverses études ont heureusement conduit à des résultats susceptibles d'apaiser une part de leurs inquiétudes. En effet, les recherches menées depuis 1960 ont permis de mettre en évidence plusieurs effets positifs du bilinguisme sur le développement cognitif (Peal et Lambert, 1962; Balkan, 1970; Lambert et Tucker, 1972; Cummins et Gulutsan, 1974). Quelques notes discordantes sont toutefois apparues: Skutnabb-Kangas et Toukomaa (1976) ont ainsi observé des enfants finlandais qui, émigrés en Suède, ont obtenu des résultats inférieurs aux normes à des tests d'habileté verbale en suédois comme en finlandais. Ces mêmes enfants ont aussi donné des signes de déficit cognitif, n'arrivant pas à développer leur potentiel linguistique dans les deux langues. De telles observations ont forcé les chercheurs et chercheuses à pousser davantage leurs investigations. Les travaux de Lambert (1974; 1977; 1984), de Cummins (1976; 1977; 1978; 1984) et de Hamers et Blanc (1983) ont notamment mis en évidence l'importance de tenir compte du statut de chacune des langues en présence: il en ressort que, dans des conditions où la langue maternelle de l'enfant n'est pas socialement dévalorisée au regard de la langue seconde, les élèves en immersion ne courent guère de risques d'accuser un retard significatif aux plans linguistique et conceptuel par rapport à leurs pairs qui étudient dans leur langue maternelle. Au contraire, dans certains cas, ils ou elles seraient même avantagés, l'obtention d'un seuil élevé de compétence bilingue pouvant contribuer favorablement à leur développement cognitif. Les recherches portant sur l'apprentissage des mathématiques viennent confirmer les conclusions précédentes: les élèves anglophones en immersion prenant leurs cours de mathématiques en français réussissent aussi bien que leurs pairs qui suivent les mêmes cours dans leur anglais maternel (Lambert et Tucker, 1972; Swain et Lapkin, 1981; 1982; Genesee, 1983).

Les inquiétudes évoquées paraissent donc vaines, les questions posées semblent bien avoir reçu réponses satisfaisantes... jusqu'à ce qu'on se rende compte que les conclusions rapportées s'appuient sur les comparaisons de résultats obtenus de tests standardisés mesurant essentiellement le rendement académique. Pour les chercheurs et chercheuses, le recours à de tels tests est tentant: ils sont largement disponibles, faciles à administrer, les données sont simples à traiter et conduisent à des mesures que l'on interprète de manière presque immédiate et qui paraissent objectives. Burns (1986) critique pourtant vertement cette centration étroite sur le rendement académique qui, dit-il, a permis de conclure que non seulement l'immersion fonctionnait, mais qu'elle fonctionnait extrêmement bien. Le rendement académique n'est que la variable la plus facilement mesurable, la plus séduisante pour le public, mais aussi la plus trompeuse en éducation alors que sont ignorées les caractéristiques particulières du programme comme celles de l'élève: par exemple, les tests standardisés sont toujours administrés à l'écrit, négligeant ainsi des dimensions linguistiques cruciales.

Les critiques à l'encontre des tests de rendement académique débordent d'ailleurs le contexte de l'immersion. Nantais (1989) insiste sur la conception réductionniste des mathématiques et de l'apprentissage des mathématiques qui les sous-tend. Ces tests, explique-t-elle, ne mesurent que la performance et sont centrés sur l'obtention de réponses justes; s'y limiter, c'est prétendre que de telles réponses et les bonnes notes qui les sanctionnent donnent un reflet fidèle de ce qui a été enseigné, appris, compris. Or de nombreuses études ont mis en évidence que la compréhension des concepts n'est pas nécessairement reliée aux résultats scolaires (Erlwanger, 1973; Dionne, 1988).

L'enseignement des mathématiques, croyons-nous, doit aller au-delà des bonnes réponses, au-delà des règles et formules qui y conduisent, au-delà des problèmes stéréotypés susceptibles d'apparaître aux examens et autres tests. Il a pour mission générale de développer chez les élèves une créativité authentique, d'engendrer chez ces personnes un esprit d'invention suffisant pour qu'elles puissent affronter des situations inédites et faire évoluer leurs connaissances. Il doit en particulier les amener à la compréhension des notions mathématiques: par compréhension, « nous entendons la structuration des connaissances, l'établissement de relations entre les divers éléments de cette connaissance. » (Dionne, 1995, p.196) Bien établi, ce réseau permettra le transfert des connaissances à des situations originales et l'acquisition de savoirs neufs. Pour être significative et cohérente avec cette mission de l'enseignement des mathématiques, c'est de cette compréhension dont doit s'assurer l'évaluation. Alors seulement pourra-t-elle convaincre de l'efficacité réelle de ce qui a été fait en classe, de la qualité des apprentissages réalisés.

Ce qui vient d'être dit de l'enseignement des mathématiques en général vaut aussi pour celui proposé dans un contexte immersif. D'autant qu'une évaluation portant sur la compréhension chez les élèves en immersion permettrait de répondre moins superficiellement qu'on ne l'a fait jusqu'ici aux inquiétudes des parents, leur donnerait une meilleure idée des apprentissages réels de leurs enfants et de leurs chances de succès lors d'études ultérieures.

C'est ainsi que nous avons formulé notre question générale de recherche: le fait d'étudier les mathématiques dans une langue seconde, en l'occurrence le français en contexte immersif, a-t-il un impact sur la compréhension des concepts? Apporter réponse à une telle question nous a forcés à certains choix: choix d'un modèle pour décrire la compréhension de manière opérationnelle et choix d'un ou de quelques concepts pour y limiter notre étude car il

ne pouvait être question d'évaluer la compréhension de tous les concepts mathématiques abordés dans le programme. Au chapitre du modèle, nous avons retenu le modèle de compréhension constructiviste élargi de Herscovics et Bergeron (1988); alors qu'en ce qui concerne les concepts, nous nous sommes arrêtés à la notion de cercle de même qu'à celles de point et de distance, nécessaires à l'étude de la première.

Modèle de compréhension constructiviste élargi

Le modèle élaboré par Herscovics et Bergeron (1988) propose deux paliers: le premier décrivant la compréhension des concepts physiques préliminaires; et le second s'attachant à la compréhension des concepts mathématiques émergents.

Le premier palier présente une hiérarchie de trois niveaux de compréhension:

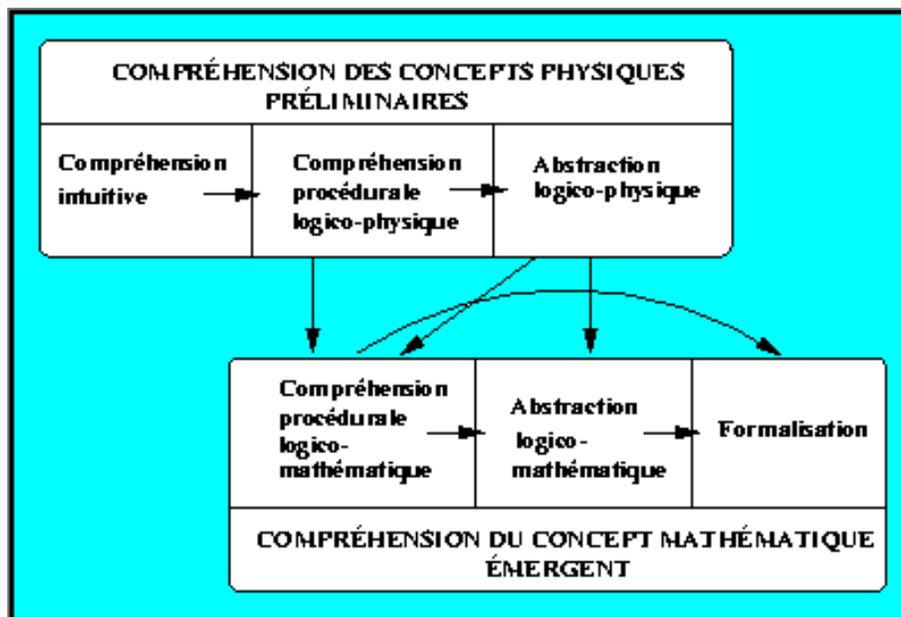
- la *compréhension intuitive* d'une notion a trait à la perception globale de cette notion; résultant d'une forme de pensée essentiellement basée sur la perception sensorielle, le plus souvent visuelle, elle ne fournit que des approximations non numériques rudimentaires;
- la *compréhension procédurale logico-physique* a trait à l'acquisition de procédures s'exerçant sur des objets ou des transformations physiquement perceptibles que l'élève peut relier adéquatement à ses connaissances intuitives et utiliser de façon appropriée;
- l'*abstraction logico-physique* a trait à la construction d'invariants par rapport à des transformations spatio-temporelles, à la réversibilité et à la composition des transformations ainsi qu'à des généralisations les concernant.

Le second palier comprend, non pas des niveaux de compréhension, mais trois composantes:

- la *compréhension procédurale logico-mathématique* a trait à l'acquisition de procédures logico-mathématiques explicites que l'élève peut relier aux notions physiques sous-jacentes et utiliser de façon appropriée;
- l'*abstraction logico-mathématique* a trait à la construction d'invariants logico-mathématiques reliés aux invariants logico-physiques pertinents, à la réversibilité et à la composition de transformations et opérations logico-mathématiques et à leur généralisation;
- la *formalisation* a d'abord trait à la symbolisation des notions pour lesquelles une certaine compréhension procédurale ou un certain degré d'abstraction existent déjà. On l'associe également à l'usage de définitions, axiomes et preuves qui sont souvent liés à la recherche de justifications mathématiques.

L'intérêt de cette perspective sur la compréhension, c'est qu'elle décrit un processus dans lequel l'élève part de ses intuitions qu'il ou qu'elle précise en représentations physiques, celles-ci s'intériorisant ensuite pour devenir représentations mentales, le tout fournissant une base solide, génératrice de sens pour les représentations symboliques conventionnelles. Avec une telle description, on se retrouve donc au coeur de la démarche d'apprentissage, là même où l'on peut le mieux juger de la valeur d'un enseignement en s'appuyant sur la qualité des connaissances construites par l'élève, ce qui correspond à nos préoccupations. La démarche décrite n'est cependant pas linéaire: l'élève peut par exemple passer directement de procédures physiques à des procédures mathématiques ou arriver à des abstractions mathématiques depuis leurs pendants physiques. La même absence de linéarité existe entre les composantes du second palier puisqu'il est possible de formaliser certaines procédures avant de passer par l'abstraction. C'est ce qu'illustre le diagramme qui apparaît ci-dessous.

Modèle de compréhension constructiviste élargi



Compréhension du concept de cercle

Le choix de modèle étant posé, restait à fixer celui d'un concept: il en fallait un qui soit suffisamment important pour permettre un jugement significatif sur la compréhension des élèves. Rapidement la géométrie analytique s'est imposée comme champ intéressant de sélection puisqu'elle se situe au confluent de la géométrie et de l'algèbre, deux des grands thèmes de l'enseignement secondaire. De plus, le modèle convient bien à la description des concepts qu'on y trouve, les aspects géométriques et algébriques présentant des aspects très visuels et d'autres plus formellement mathématiques, fournissant ainsi naturellement des critères pour les deux paliers. La notion de droite déjà étudiée par Boukhssimi (1990) nous a un moment intéressés; mais comme c'est la toute première abordée par les élèves en géométrie analytique, le concept de cercle qu'ils et qu'elles étudient un peu plus tard nous a semblé plus représentatif de ce que les élèves apprennent une fois acquise une certaine expérience dans le domaine. Et puis, c'était là l'occasion d'enrichir nos connaissances en procédant à l'analyse d'un concept encore non traité dans la perspective du modèle.

Les objectifs spécifiques de recherche dont nous voulons faire état dans ces pages sont ainsi devenus les suivants:

1. Décrire la compréhension du concept de cercle en nous basant sur le modèle constructiviste élargi de Herscovics et Bergeron (1988).
2. Décrire la compréhension construite par des élèves anglophones suivant des cours de mathématiques au niveau secondaire en immersion française.

La première étape du travail a donc été celle de l'analyse du concept de cercle dans le cadre du modèle constructiviste élargi. Pour décrire la compréhension de ce concept, nous avons procédé en trois temps. Le premier temps a été celui d'un *remue-méninges* ("brainstorming") où, en nous appuyant sur les descriptions des diverses cases du modèle, nous avons formulé une première série de critères. Ce premier temps nous a aussi permis, à l'instar de ce qui s'était produit dans l'étude de Boukhssimi (1990) sur le concept de droite, d'identifier deux notions préalables à l'élaboration de la compréhension du cercle, les notions de point et de distance. Le concept de point avait déjà été analysé par Boukhssimi (1990) alors que, pour l'étude de la distance, nous avons pu nous inspirer des travaux de Héraud (1989 a et b) sur la longueur et sa mesure, y adjoignant simplement des éléments de géométrie analytique pour parler de distance entre deux points placés dans un système d'axes. Le **Tableau 2** et le **Tableau 3** résumant les critères de compréhension de ces deux notions se trouvent en annexe et les lectrices ou lecteurs intéressés par des explications plus détaillées pourront se référer aux travaux de Boukhssimi et de Héraud donnés en bibliographie. Le deuxième temps de l'analyse conceptuelle du cercle a été celui de l'enrichissement où, faisant appel aux hélas trop rares recherches se rapportant à la connaissance de cette figure, recherches notamment de Piaget *et al.* (1948) et d'Artigue et Robinet (1982), nous avons approfondi plusieurs des critères retenus et en avons ajouté quelques autres. Le troisième temps nous a conduit à la construction du tableau de critères, sorte de matrice cognitive que l'on retrouve au **Tableau 1** et dont nous allons décrire brièvement les divers éléments dans les paragraphes qui suivent.

TABLEAU 1
COMPRÉHENSION DU CERCLE SUIVANT LE MODÈLE ÉLARGI

Compréhension du concept physique du cercle

Compréhension intuitive	Compréhension procédurale	Abstraction logico-physique
Reconnaissance visuelle de la forme circulaire d'un objet.	Tracé d'un cercle avec une ficelle fixée à un point.	Reconnaissance de l'invariance du rayon à l'intérieur d'un même cercle.
	Épreuve de Piaget: trouver où placer des billes pour qu'elles soient à égale distance d'un point fixe.	Reconnaissance de l'invariance d'un rayon d'un cercle soumis à une translation, une rotation ou une symétrie.
	Épreuves du collier: former un cercle à l'aide d'un collier, d'abord sans point centre donné, puis avec.	Le centre d'un cercle détermine une famille de cercles concentriques.
	Reconnaissance des figures tracées au compas.	

Compréhension du concept mathématique du cercle

Compréhension procédurale	Abstraction logico-mathématique	Compréhension formelle
Détermination de l'appartenance d'un point au graphique d'un cercle par mesure à l'aide d'une règle ou d'un compas.	Détermination du centre et du rayon d'un cercle à partir d'une équation standard.	Correspondance entre l'équation et les points du cercle: tout point du cercle satisfait l'équation et inversement.
Détermination algébrique de l'appartenance d'un point au graphique (comparaison de la mesure des rayons).	Cercle vu comme ensemble infini de points.	Si le centre est $(0, 0)$ et le rayon est r , l'équation est $x^2 + y^2 = r^2$.
Détermination de l'équation d'un cercle dans des cas numériques particuliers: passage de la propriété géométrique des points du cercle à une expression algébrique.	Reconnaissance de l'invariance de la relation entre les coordonnées des points.	Si le centre est (h, k) et le rayon est r , l'équation est $(x - h)^2 + (y - k)^2 = r^2$.

	L'équation est une représentation de la relation entre les coordonnées des points du cercle.	Recours à d'autres formes de l'équation du cercle.
--	--	--

Compréhension du concept physique de cercle

Le cercle, rapportent Artigue et Robinet (1982) est considéré comme une figure pour laquelle «l'illusion de transparence est des plus forte» et dont la «connaissance» est souvent assimilée à sa reconnaissance perceptuelle. S'il est sans doute prématuré de parler de «connaissance» achevée, l'idée de perception sensorielle correspond assez précisément à la description de l'intuition présentée dans notre modèle. C'est pourquoi nous avons retenu la reconnaissance visuelle de la forme circulaire comme critère de la compréhension intuitive.

Le compas est un instrument simple qui permet à des enfants même très jeunes de tracer des cercles. Il ne faudrait cependant pas méprendre l'utilisation adéquate de l'outil pour la reconnaissance des raisons de cette adéquation, lesquelles tiennent essentiellement à la définition du cercle comme lieu géométrique des points équidistants d'un centre. Les critères de compréhension procédurale doivent témoigner de cette reconnaissance «en acte». C'est ainsi que nous avons retenu l'épreuve dite de Piaget dans laquelle l'élève doit trouver où placer des billes pour qu'elles soient à égale distance d'un point fixe et l'épreuve «du collier» où il ou elle doit former un cercle à l'aide d'un collier, le centre pouvant ou non être donné. À ces critères, s'ajoutent la procédure permettant de tracer un cercle à l'aide d'une ficelle fixée à un point de même que la capacité de reconnaître des figures qui peuvent être tracées au compas.

Quant à l'abstraction logico-physique, elle se manifestera notamment par la reconnaissance de l'invariance du rayon à l'intérieur d'un même cercle, par la reconnaissance de l'invariance du rayon d'un cercle soumis à une translation, une rotation ou une symétrie. Par ailleurs, étant donné un point centre, il existe une infinité de possibilités de placer des points autour de ce centre de manière à ce qu'ils en soient équidistants. Cela nous amène à un critère lié à une forme de généralisation de la définition du cercle, la reconnaissance du fait que le centre d'un cercle détermine une famille de cercles concentriques.

Compréhension du concept mathématique de cercle

Le second palier, dit logico-mathématique, nous amène peu à peu vers la géométrie analytique. Le point de départ procédural demeure physique puisqu'il est encore question de gestes de mesure, les instruments étant cependant plus sophistiqués qu'au palier précédent: l'élève pourra déterminer l'appartenance d'un point à un cercle par mesure à l'aide de la règle ou d'un compas. Par la suite, connaissant les coordonnées du centre, celles d'un point et la longueur du rayon, il ou elle pourrait procéder algébriquement à cette détermination en ayant recours à la formule de la distance entre deux points. De là, troisième critère, il lui serait possible de traduire la propriété géométrique commune à l'ensemble des points du cercle en une expression algébrique et déterminer l'équation de ce cercle particulier, la longueur du rayon et les coordonnées du centre étant données.

Les critères de l'abstraction logico-mathématique se situent dans le prolongement des précédents. Le premier a trait à la réversibilité puisque l'élève doit cette fois pouvoir déterminer le centre et le rayon d'un cercle dont on lui fournit l'équation; autrement dit, au-delà de la compréhension procédurale lui permettant d'arriver à l'équation d'un cercle, l'élève peut maintenant reconnaître qu'une équation de tel type correspond à un cercle et il ou elle peut en extraire des informations sur le centre et le rayon. Le second critère a trait à la généralisation, l'élève arrivant à considérer le cercle comme ensemble infini de points. L'élève serait de même en mesure de reconnaître le pattern invariant liant les coordonnées d'un point du cercle, pattern plus complexe que celui existant entre les points d'une droite puisqu'ici, on se retrouve avec des expressions du second degré. Dernier critère enfin, l'élève verrait l'équation comme représentation de cette relation entre les coordonnées des points du cercle.

Les critères de la compréhension formelle nous plongent encore plus profondément dans l'univers de la géométrie analytique. Le premier a trait à la correspondance entre équation et points du cercle, les coordonnées de tout point du cercle devant satisfaire l'équation et inversement, toute paire de coordonnées satisfaisant l'équation déterminant un point appartenant au cercle. Les deux critères suivants touchent la reconnaissance de la forme d'équations particulières, celle du cercle centré à l'origine ($x^2 + y^2 = r^2$) et celle du cercle centré en un point autre $(x - h)^2 + (y - k)^2 = r^2$. Un quatrième critère porte sur le recours à d'autres formes de l'équation du cercle et à la capacité de passer d'une forme à l'autre.

Cette analyse sommairement résumée du concept de cercle demeurait jusqu'à un certain point «théorique» dans la mesure où les critères retenus n'avaient pas tous fait l'objet d'observations même si certains avaient été inspirés par les travaux d'autres chercheurs et chercheuses. Mais cette description explicite de la compréhension du cercle et de son équation, premier objectif de notre travail, nous fournissait tout de même une base intéressante sur laquelle élaborer les instruments d'investigations -- tests écrits et protocoles d'entrevues -- nécessaires à l'atteinte de notre deuxième objectif.

Méthode de la recherche

Dans ce qui suit, nous décrivons brièvement ces tests et protocoles, de même que la manière dont nous les avons utilisés aux fins de l'évaluation de la compréhension et les modalités d'analyse des réponses obtenues.

Outils d'investigation

L'entrevue est l'outil que nous avons privilégié pour scruter en profondeur la compréhension du cercle chez quelques élèves. Le protocole d'entrevue comportait trois parties, la première touchant la notion de point, la deuxième, celle de distance et la troisième, le concept de cercle proprement dit; les concepts préliminaires ont été inclus car l'étude de la compréhension de ces concepts est nécessaire à celle du cercle lui-même. Pour chacune des trois notions, des tâches et des questions ont été préparées en fonction des divers critères des cases du tableau en décrivant la compréhension. Dans les lignes qui suivent, nous présentons les questions relatives à la compréhension du concept de cercle (questions numérotées «ECn» pour «Entrevue Cercle no n»); le lecteur ou la lectrice pourra constater que ces questions et tâches collent généralement bien aux critères données dans le **Tableau 1** même si au moment de l'analyse des réponses, nous avons évité d'en faire une lecture trop étroite, certaines réponses pouvant fournir des indices liés à d'autres critères de compréhension qu'à celui objet de notre attention au moment de formuler la question.

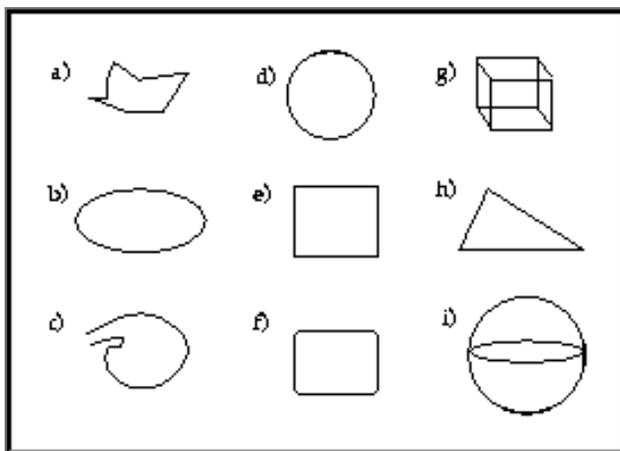
L'entrevue démarre avec une question d'introduction très ouverte: (EC1) qu'est-ce qu'un cercle? Le but est ici de dégager une première idée générale, l'élève pouvant répondre par une définition livresque ou plus personnelle, ou par une liste de propriétés, ou encore en donnant une indication vague -- «quelque chose de rond...» -- accompagnée ou non d'exemples d'objets circulaires. Les questions suivantes sont plus directement rattachées à des niveaux et critères particuliers.

Compréhension intuitive -- Il n'y a ici qu'une seule question:

EC2

Parmi les figures suivantes, dans la **Figure 1**, lesquelles crois-tu être des cercles? Pourquoi?

FIGURE 1



Compréhension procédurale logico-physique -- Les tâches touchent directement les épreuves retenues comme critères, celle de Piaget et la double épreuve du collier de même que la reconnaissance de figures tracées au compas:

EC3

Peux-tu placer les billes suivantes pour qu'elles soient à égale distance du point A? (On remet à l'élève sept billes et une feuille où se trouve un point A.)

EC4 Question:

- Forme un cercle à l'aide d'un collier de billes.
- Qu'est-ce qui te fait croire que ce que tu as fait est effectivement un cercle?

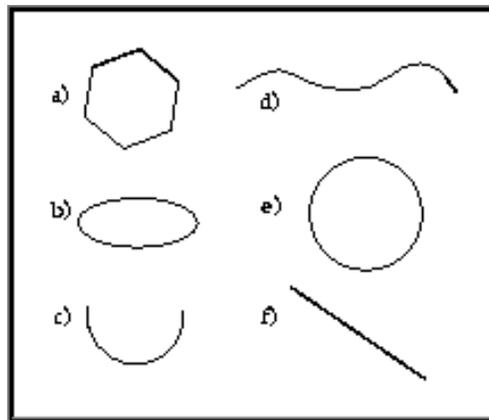
EC5 Question:

- Forme un cercle à l'aide d'un collier de billes et d'un point fixe donné.
- Qu'est-ce qui te fait croire que ce que tu as fait est effectivement un cercle?
- Y a-t-il d'autres façons d'effectuer ceci? Combien? (Cette question **EC5c** touche le troisième critère de l'abstraction logico-physique)

EC6 Question:

- Parmi les figures suivantes, dans la **Figure 2**, lesquelles pourrais-tu reproduire à l'aide d'un compas?
- Pourquoi as-tu choisi ces figures en particulier et non pas les autres?

FIGURE 2



Abstraction logico-physique -- Ici, une question préliminaire (EC7) doit nous permettre de nous assurer que les élèves connaissent bien les mots «rayon» et «centre», faute de quoi les questions subséquentes perdraient tout sens.

EC7 Question:

- Peux-tu m'expliquer ce qu'est le rayon d'un cercle?
- Peux-tu m'expliquer ce qu'est le centre d'un cercle?

EC8

Dans le cercle suivant, nous avons tracé un rayon.

- Ce cercle possède-t-il d'autres rayons? Combien?
- Peux-tu tracer deux autres rayons?
- Si la longueur du rayon que nous avons tracé est de 3 cm, quelle est la longueur de chaque rayon que tu as tracé toi-même?

EC9

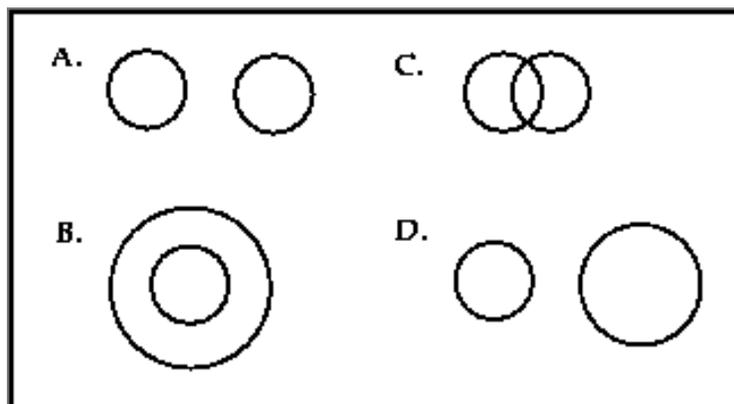
Étant donné un cercle fixé à l'aide d'une aiguille sur une feuille de papier, cercle sur lequel apparaît le tracé d'un rayon de longueur connue:

- Demander à l'élève de déterminer la longueur du rayon après avoir fait subir une rotation au cercle.
- Demander à l'élève de déterminer la longueur du rayon après avoir fait subir une translation au cercle en le déplaçant sur la feuille.

EC10

Nomme toutes les choses que possèdent en commun les cercles suivants:

FIGURE 3



Compréhension procédurale logico-mathématique -- La première des deux questions (EC11) touche simultanément les deux premiers critères de cette composante, l'intervieweur devant simplement noter la procédure, physique ou plus algébrique, utilisée par l'élève.

EC11 Question:

- Détermine les points qui appartiennent au graphe d'un cercle de rayon 5 et centré à l'origine.
- Détermine les points qui appartiennent au graphe d'un cercle de rayon 6 et centré à $(2, -3)$.

EC12

En utilisant la définition du cercle, détermine

- l'équation d'un cercle de rayon 6 et centré à l'origine et
- l'équation d'un cercle de rayon 5 et centré à $(-4, 5)$.

Abstraction logico-mathématique -- L'élément délicat ici est de bien s'assurer que les calculs ne sont pas simplement effectués mécaniquement, mais qu'ils ont un sens pour l'élève.

EC13

Détermine le centre et le rayon des cercles suivants:

- $x^2 + y^2 = 49$
- $(x + 2)^2 + (y - 3)^2 = 121$

EC14 Question:

- Les points A $(-10, 0)$, B $(10, 0)$ et C $(6, -8)$ sont situés sur un cercle centré à l'origine. Situe ces points dans le plan cartésien (qui est donné avec la tâche).
- Peux-tu déterminer d'autres points qui sont situés sur ce cercle?
- $(2 \times 21^{1/2}, 4)$ et $(5, 5 \times 3^{1/2})$ sont deux autres points du cercle (1); combien penses-tu qu'il y a de points sur le cercle? Combien sur l'arc BC?

Compréhension formelle -- La compréhension formelle exige peu de vérifications dans la mesure où il est relativement facile de voir si l'élève peut utiliser le symbolisme de façon adéquate. L'important est de s'assurer du sens attribué aux symboles et équations, ce que permet l'ensemble des questions qui précèdent. C'est pourquoi on ne retrouve qu'une seule question spécifique ici.

EC15

Parmi les équations suivantes, quelles sont celles qui représentent l'équation d'un cercle?

- $x^2 + y = 4$
- $x^2 - y^2 = 16$
- $y^2 = 4 - x^2$
- $3x^2 + 3y^2 - 16 = 0$
- $4x^2 - 9 - 4y^2 = 2$
- $5x^2 + 6y^2 = 12$

Ces questions constituaient l'armature de notre protocole d'entrevue sur le cercle. D'autres questions de la même

eau, c'est-à-dire se rapportant de la même manière aux critères concernés, nous ont servi à aborder les préconcepts de point et de distance. Nous ne pouvons les donner en détails, faute d'espace, mais elles sont faciles à deviner, et nous y ferons référence de manière suffisamment explicite au moment de parler des réponses obtenues de manière à ce qu'il n'y ait pas de confusion ou d'ambiguïté dans l'esprit des lecteurs et lectrices. Par ailleurs, nos questions sur le point sont à toutes fins pratiques celles proposées par Boukhssimi (1990) où on pourra les retrouver avec toutes les explications utiles.

Une fois établie cette armature, des sous-questions ont été prévues afin d'aider au besoin les élèves à expliciter leurs procédures ou raisonnements, car ce que nous visions, c'était une mise à jour des processus de pensée de ces élèves. Ces sous-questions varient en fonction des tâches mais se ramènent le plus souvent à des interrogations du genre: pourquoi as-tu fait cela? Peux-tu me décrire comment tu as fait? Peux-tu me redire ceci dans tes propres mots? Comment expliquerais-tu cela à quelqu'un qui n'en a jamais entendu parler?... Ajoutons que l'entrevue se voulait semi-structurée, l'intervieweur conservant le loisir d'ajouter encore d'autres questions d'éclaircissement si nécessaire. Les entrevues ont été enregistrées sur bandes magnétoscopiques afin de garder des traces des actions et réactions des élèves autant que de leurs propos, notamment parce que certaines tâches supposaient le recours à du matériel.

Un test écrit a aussi été proposé, test qui avait pour but de nous permettre une évaluation plus globale de la compréhension élaborée par l'ensemble des élèves; cela supposait encore une fois que l'on puisse dépasser les réponses fournies par ces élèves pour atteindre les processus de pensée sous-jacents. C'est en cela que notre test se distingue de ceux servant généralement à mesurer le rendement académique. S'appuyant, comme l'entrevue, sur les divers critères décrivant la compréhension du point, de la distance et du cercle, il est composé de questions «ouvertes» reprenant toutes les questions et tâches de l'entrevue qui pouvaient être présentées par écrit sur chacun de ces concepts. Cependant, en ce qui concerne le cercle, nous avons dû laisser de côté les questions **EC4**, **EC5**, **EC9** et **EC13** qui ne se prêtaient pas à cette forme écrite, quelques abandons analogues s'avérant nécessaires pour les deux concepts préliminaires de point et de distance.

Un des problèmes centraux de notre expérimentation avait trait à la langue que nous devions utiliser pour des entrevues d'élèves anglophones en immersion française. Ayant exploré les écrits se rapportant à cette question et procédé à une pré-expérimentation, nous sommes arrivés à la conclusion qu'il était approprié d'avoir recours au français avec eux puisque c'était la langue de leurs apprentissages. Un problème semblable se posait pour les tests écrits que nous avons résolu suivant la même logique.

Choix des participants et collecte des données

En vue d'atteindre notre objectif de description de la compréhension construite par des élèves anglophones suivant des cours de mathématiques au niveau secondaire en immersion française, nous avons choisi vingt-deux élèves suivant ou ayant suivi le cours de mathématiques de douzième année avancé dans un tel programme d'immersion, dix-neuf auxquels nous avons administré le test écrit, et trois que nous avons individuellement soumis à l'entrevue. Le groupe ayant répondu aux questions du test écrit était constitué de quatorze filles et de cinq garçons. Il comportait sept sujets jugés «faibles» par les autorités de l'école, c'est-à-dire des sujets dont le rendement académique était inférieur à la moyenne, six sujets «moyens» et six «forts». Quant aux personnes retenues pour les entrevues, il y avait une fille et deux garçons, la première considérée comme «forte», les deux autres comme «moyen» et «faible» respectivement.

Modalités de l'analyse

Avant de dégager nos conclusions, nous précisons brièvement les modalités de l'analyse. Nous avons commencé par regarder le test écrit, lequel comportait trois parties: une sur le point, une sur la distance entre deux points et une sur le cercle. Pour chacune de ces trois parties, nous avons d'abord analysé, question par question, les réponses fournies par nos dix-neuf élèves afin d'obtenir une description globale de la compréhension manifestée par ces participants et participantes à la recherche. L'analyse de l'entrevue a suivi. Les modalités d'analyse des réponses ont été sensiblement les mêmes, sinon qu'au lieu de simples réponses écrites, nous avions les transcriptions des propos des élèves et les bandes magnétoscopiques grâce auxquelles nous pouvions tenir compte des manipulations effectuées. Ainsi dans l'épreuve dite de Piaget (trouver où placer les billes pour qu'elles soient à égale distance d'un point fixe) ou dans celles du collier, nous avons pu rendre compte des autres réactions: expressions du visage, hésitations, silences, gestes de la main... Matière rendue plus riche aussi par le fait qu'au moment de l'entrevue elle-même, les réponses moins limpides ont amené des sous-questions d'éclaircissement. Tout cela explique la profondeur plus grande que nous pouvions légitimement espérer atteindre.

La majorité des questions du test comme de l'entrevue était directement reliée à l'un ou l'autre des critères particuliers de compréhension de l'un des trois concepts. L'analyse d'une réponse consistait donc à décider, à partir de ce que l'élève avait écrit sur sa feuille ou dit et fait devant la caméra, s'il avait satisfait au critère visé. Cette interprétation et ce jugement devaient toutefois dépasser le caractère bon ou mauvais de la réponse pour s'attacher aux processus de pensée, seuls indicateurs valables de compréhension: c'est ainsi que nous n'avons tenu compte des réponses au test que si elles étaient accompagnées d'une justification.

Nous avons évité le recours aux statistiques dans notre analyse car ce recours nous paraissait inapproprié: à cause du faible nombre de participants et participantes d'abord, mais aussi parce que le fait de décrire la compréhension en s'appuyant, par exemple, sur le nombre de critères satisfaits s'avérait réducteur, voire insignifiant. Nous pouvions faire oeuvre plus utile, nous a-t-il semblé, en décrivant en mots la compréhension comme elle s'était manifestée chez les élèves.

Conclusions des analyses

Nous pouvons maintenant résumer les descriptions tout juste évoquées. Suivant notre plan d'analyse, nous nous arrêterons d'abord aux descriptions plus globales émergeant des réponses au test pour nous concentrer ensuite sur les entrevues. Dans chacun des cas, nous aborderons dans l'ordre les concepts de point, de distance puis de cercle.

Conclusions de l'analyse des réponses au test

Au palier logico-physique de la compréhension du point, les 19 élèves ont facilement satisfait à chacun des critères de l'intuition, deux personnes manifestant déjà une compréhension qui allait au-delà de cette intuition pour rejoindre l'abstraction, pourtant non visée par les tâches et questions proposées: elles ont en effet reconnu dès ce moment le caractère immatériel du point, les autres élèves ne reconnaissant ce caractère qu'un peu plus tard, au moment de répondre aux questions touchant directement l'abstraction. Ces connaissances ont évidemment rendues caduques les questions sur la procédure permettant d'arriver au point par réduction d'une figure géométrique initiale...

Au palier logico-mathématique, tous les élèves ont fait preuve d'une compréhension remarquablement semblable, notamment au chapitre des procédures où la plupart n'ont guère éprouvé de difficulté à passer du point euclidien au point algébrique situé numériquement par rapport à une origine sur une ligne ou dans un plan, et au chapitre de la formalisation où, au contraire, très peu sont arrivés au recours à un point généralisé (x, y) pour représenter n'importe quel point du plan. Et pour ce qui est de l'abstraction, si la plupart ont réussi à établir la correspondance biunivoque entre les points du plan et les couples ordonnés, ils et elles ont moins bien saisi le phénomène du changement d'échelle.

Au palier logico-physique de la compréhension de la notion de distance, les 19 élèves ont répondu de manière satisfaisante à l'ensemble des questions touchant les aspects intuitifs où on leur demandait d'évaluer ou de comparer visuellement des distances, tous et toutes choisissant alors de s'exprimer en termes qualitatifs, parfois fort nuancés. Ils et elles ont ensuite fait preuve d'une belle maîtrise des procédures, qu'il s'agisse de comparer directement des distances, de les ordonner ou de les comparer à l'aide d'un intermédiaire. Quant à l'abstraction, la plupart ont perçu deux invariants, celui qui a trait au sens de la mesure et celui de la distance dans une translation.

Toujours pour la distance, mais au palier logico-mathématique cette fois, on retrouve une grande similitude entre les procédures élaborées par les élèves qui n'ont guère éprouvé de mal à calculer des distances horizontales et verticales dans un plan. Par contre, la grande majorité n'ont pas réussi à évaluer les autres distances sans recourir directement à la formule qu'ils n'ont par ailleurs pu expliquer. Une seule question de cette partie du test portait sur l'abstraction mathématique, question touchant l'invariance de la distance dans un changement de repère: ce type de changement ayant déjà été source de difficultés avec le point, nous n'avons pas été surpris de voir la moitié seulement du groupe donner une réponse satisfaisante. Enfin, très peu d'élèves ont semblé être arrivés à la formalisation de la distance, leurs réponses s'avérant souvent nébuleuses...

Nous arrivons enfin au cercle lui-même pour lequel la compréhension des participants et participantes n'a pas beaucoup dépassé le palier logico-physique. Au chapitre de l'intuition, les réponses obtenues forment deux catégories: certains sujets se sont attachés au cercle comme ensemble de points, les autres le définissant comme une figure ou forme géométrique. On peut aussi noter que plusieurs ont préféré des descriptions personnelles (et justes!...) aux définitions scolaires habituelles. La plupart ont semblé satisfaire aux critères de la compréhension

procédurale même si la tâche qui consistait à dessiner sept billes à égale distance d'un point donné a causé quelques problèmes qui montrent qu'une telle question se prête mieux à une entrevue avec manipulation de vraies billes qu'à un examen écrit. De même, une majorité a fait preuve d'une compréhension abstraite logico-physique de la notion de cercle en ayant notamment reconnu les invariants qui la caractérisent.

Quant à la compréhension logico-mathématique, les réponses se sont révélées décevantes. Au chapitre des procédures, une douzaine d'élèves ont pu expliquer comment décider de l'appartenance d'un point au graphe d'un cercle, mais quatre seulement sont parvenus à trouver l'équation du cercle de rayon 5 centré à $(-4, 5)$. Il n'y a guère à dire des critères de l'abstraction et de la formalisation, sinon qu'ils n'ont pas été atteints par la plus grande partie des personnes interrogées.

On l'aura constaté à la lecture de ce qui précède, le test a fourni des indications précieuses sur la compréhension élaborée par nos élèves, indications sur lesquelles nous reviendrons. Il a aussi montré ses limites qui tiennent pour beaucoup à son caractère d'«examen» écrit. C'est ainsi que plusieurs critères -- les épreuves traitant de procédures logico-physiques comme celles du collier constituant les exemples les plus flagrants -- se prêtent mal ou pas du tout à des questions posées sous cette forme. Par ailleurs, l'analyste s'est trouvé fort dépourvu devant la brièveté de plusieurs réponses et l'impossibilité de les faire clarifier ou expliciter. L'entrevue devait permettre de résoudre ces problèmes et d'approfondir notre compréhension de la compréhension des élèves.

Conclusions de l'analyse des réponses à l'entrevue

Comme nous l'espérions, les entrevues conduites auprès de trois élèves, une fille et deux garçons, ont permis un approfondissement du regard jeté sur cette compréhension. Dans les paragraphes qui suivent, nous en décrivons certains aspects particuliers dans le but de mettre en lumière des caractéristiques importantes du savoir dont elle et ils se sont dotés. Nous traiterons dans l'ordre de chacun des trois concepts de point, de distance et de cercle en regardant d'abord, pour chacun, la compréhension logico-physique pour ensuite nous attacher à la compréhension logico-mathématique.

Au palier physique de la compréhension du point, les élèves étaient d'abord priés de désigner parmi plusieurs figures celles qui pouvaient représenter un point. Tous se sont rabattus sur les figures les plus petites, associant fréquemment le point à une forme circulaire pleine. Une autre figure a aussi été unanimement retenue, un petit x évoquant pour la plupart l'intersection de deux droites; un des garçons, s'est distingué par une explication plus littéraire que mathématique, le x lui rappelant la marque identifiant le point d'enfouissement des trésors sur les cartes des livres de son enfance... Lorsqu'on leur demande de placer des points avant ou après un autre ou entre deux points sur une courbe, les élèves interrogés choisissent le point le plus à gauche possible comme premier point de la courbe pour situer à sa droite ceux qui viennent après, quoique deux des élèves reconnaissent explicitement le caractère arbitraire de ce choix. Enfin, dans leur esprit, le point paraît conserver une certaine dimension quoique celle-ci soit vraiment minuscule: une courbe comprend bien une multitude indénombrable de points à leurs yeux, mais elle et ils ajoutent qu'une courbe plus courte en comporte moins; elle et ils projettent de la sorte la logique du fini sur leur intuition, encore vague il est vrai, de l'infini.

Pour aborder le point «algébrique» au palier logico-mathématique, une droite numérique où seuls les intervalles et un point identifié par la lettre A sont marqués (voir **Figure 4**) est proposée aux élèves qui doivent localiser ce point A.

FIGURE 4



Deux des élèves reconnaissent spontanément avoir besoin d'une origine et la choisissent en expliquant son caractère conventionnel, alors que le troisième attribue d'abord une valeur arbitraire au point A et trouve ensuite l'origine en donnant valeur unitaire aux intervalles marqués sur le segment de droite. Tous les élèves interviewés font par ailleurs preuve d'une excellente compréhension du plan cartésien, deux des trois élèves y faisant même spontanément et explicitement référence pour situer un point donné sur une surface. Tous trois reconnaissent le caractère biunivoque de la correspondance entre les points du plan et les couples ordonnés de nombres réels et aucun n'est abusé par le changement d'échelle qui déplace le point sur la feuille sans en modifier les coordonnées. Ces élèves témoignent ainsi de leur maîtrise de l'abstraction logico-mathématique du point alors qu'aucun n'avait satisfait au critère de l'abstraction logico-physique qui exige la reconnaissance de l'immatérialité du point: ceci

illustre bien la non-linéarité du modèle évoquée lors de la présentation de celui-ci.

Les trois élèves ont fait preuve d'une excellente compréhension du concept physique de distance. Personne n'a eu de mal à estimer et à comparer visuellement des distances, la demoiselle manifestant toutefois un peu de frustration lorsqu'empêchée de recourir à des procédures plus précises. Ces procédures plus précises étaient bien maîtrisées, qu'il s'agisse de la superposition directe des distances à comparer, stratégie retenue par l'un des interviewés, ou du recours à un objet intermédiaire -- feuille, crayon, règle... -- pour reporter une distance sur l'autre, recours que les trois ont décrit à un moment ou un autre de l'entrevue. C'est au chapitre de l'abstraction que nous avons eu les plus belles surprises! D'abord parce que, contrairement à ce que nous avons observé avec le test, tous les sujets ont reconnu l'invariance de la distance par rapport au sens du mesurage, par rapport à la translation et par rapport à la rotation. Cette rotation a toutefois causé certains problèmes à notre sujet féminin, plus préoccupé par l'oubli de la formule permettant de calculer les coordonnées des points dans une telle rotation que par la distance séparant ces points. Notre surprise s'explique aussi par la qualité des réponses: deux des élèves, associant sans doute l'idée de distance à celle de déplacement, ont traité celle-ci comme une quantité vectorielle en précisant que les transformations mentionnées laissaient la distance intacte comme quantité tout en modifiant sa direction.

La même qualité dans la compréhension s'est retrouvée au palier logico-mathématique. Tous ont su calculer rapidement des distances parallèles aux axes du plan cartésien, de même qu'une distance oblique à l'aide du théorème de Pythagore, sinon que l'un des garçons s'est d'abord payé un petit détour par un calcul de pente de droite. Tous ont de même reconnu que de changer de système d'axes, et donc d'échelle, pour représenter deux points ne modifiait pas la mesure de la distance les séparant même si l'image de la distance se voyait affectée par le changement. Priés de calculer des distances entre points dont les coordonnées étaient littérales, les trois ont facilement réussi à le faire en s'appuyant encore une fois aussi spontanément qu'explicitement sur le théorème de Pythagore, l'un d'entre eux signalant même que ce qu'il obtenait lui rappelait ce qu'il fallait faire pour trouver le rayon d'un cercle... ce qui nous amène à notre dernier concept.

Au palier logico-physique de la compréhension du cercle, tout se passe sans trop de problèmes. Nos trois sujets décrivent le cercle en s'appuyant sur l'idée d'équidistance exprimée fort clairement en leurs propres mots et réussissent parfaitement l'épreuve de Piaget en expliquant à l'avance qu'ils vont esquisser la forme d'un cercle. Par la suite, ils et elle obtiennent le même succès aux épreuves demandant de former un cercle avec un collier et reconnaissent facilement les divers invariants rattachés à l'abstraction physique du cercle.

Au palier logico-mathématique, deux des élèves interrogés ont réussi à déterminer algébriquement l'appartenance d'un point à un cercle en utilisant le théorème de Pythagore pour évaluer la distance de ce point au centre du cercle. Ces deux élèves ont de plus explicité des moyens physiques de déterminer cette appartenance, par mesurage à l'aide d'une règle, d'un compas, d'une ficelle... Il et elle sont aussi parvenus à retrouver l'équation du cercle à partir de la définition, basée sur l'équidistance des points au centre, qu'il et elle en avaient donnée. Le troisième n'y arrive pas, plus préoccupé de se rappeler la «formule du cercle» que de réfléchir. De tels efforts de mémoire sont d'ailleurs une constante de cette partie de l'entrevue, particulièrement mais non exclusivement chez ce troisième élève qui a réalisé correctement presque toutes les tâches à l'aide des équations canoniques rattachées au cercle, avouant toutefois ne pouvoir expliquer d'où venaient ces «formules» comme il les appelle. Ses deux collègues ont pu, tout comme lui, déterminer le centre et le rayon de cercles dont on leur a fourni l'équation et identifier, parmi plusieurs, les équations qui correspondaient à des cercles, mais jamais ils n'ont réussi à expliquer pourquoi ces équations étaient telles alors qu'ils avaient réussi à en reconstruire de semblables juste avant: un peu comme si l'exercice de la mémoire venait bloquer l'intelligence des notions. Aucune de ces personnes n'a montré qu'elle voyait bien l'équation du cercle comme une relation entre les coordonnées des points le constituant, un des garçons parvenant toutefois à trouver des points du cercle en donnant des valeurs à x et en calculant les y correspondants à l'aide de la «formule» $x^2 + y^2 = r^2$ mais nous n'avons pu savoir s'il y arrivait en toute connaissance de cause ou d'une manière plutôt mécanique, en appliquant une recette dont il avait déjà éprouvé l'efficacité. Comme quoi il n'est pas toujours facile de saisir les processus de pensée...

Ceci vient clore le portrait, sans doute un peu sommaire dans sa brièveté, de la compréhension des concepts de point, de distance et de cercle manifestée par les élèves que nous avons interviewés.

Puisqu'il faut conclure...

Notre première conclusion veut faire écho à ce qui a été dit de la compréhension dans la partie exposant la problématique. D'inspiration constructiviste, notre propos insistait sur l'importance de cette compréhension pour assurer la pérennité et le progrès des savoirs des élèves. Réflexion sans doute fondée, mais qu'il faut encore pouvoir incarner dans la pratique. Le présent travail a justement fourni une illustration de ce qui est possible à ce chapitre en décrivant de manière opérationnelle la compréhension de trois concepts. Le modèle constructiviste

élargi de Herscovics et Bergeron a permis de voir cette compréhension non comme un état dans lequel on tomberait subitement sans trop savoir comment ni pourquoi, mais comme un processus, une démarche de construction de sens, ce qui s'avère une perspective particulièrement inspirante pour l'enseignement.

Ce travail illustre de même la possibilité d'évaluer cette compréhension sans en trahir l'essentiel, c'est-à-dire en dépassant les trop habituelles mesures du rendement académique pour se concentrer sur la pensée de l'élève et obtenir ainsi une image plus juste de la qualité réelle des apprentissages réalisés. Une telle forme d'évaluation permet de mettre en lumière des phénomènes parfois surprenants dont la prise de conscience pourrait aider à une meilleure adaptation de l'enseignement aux besoins des élèves. On imagine mal en effet se lancer dans une étude des équations du cercle avec des élèves pour qui toute courbe convexe fermée peut constituer un cercle et qui affirment sans sourciller que la forme dessinée par des points équidistants d'un point centre pourrait être un carré, à condition bien sûr que celui-ci soit parfait... D'autres phénomènes font aussi réfléchir comme celui, non rapporté dans notre brève présentation des analyses, des trois élèves interviewés dont le premier réflexe a été de décrire le rayon d'un cercle comme son demi-diamètre au lieu d'aller directement à l'essentiel. On sent là l'influence des formules enseignées et des exercices de manuels où le diamètre est souvent donné de préférence au rayon.

Notre recherche se voulait par ailleurs une réaction constructive face à des inquiétudes bien légitimes d'éducateurs et d'éducatrices s'interrogeant sur l'impact de la langue d'enseignement sur la compréhension des élèves en mathématiques, inquiétudes émergeant à la suite de la popularité croissante des programmes d'immersion. Ce que nous avons observé est rafraîchissant car nous avons rencontré des élèves en immersion dont la compréhension, si elle n'est pas achevée, témoigne d'apprentissages d'une belle qualité. Leurs connaissances des concepts de point et de distance s'avèrent raisonnablement complètes même si le test a révélé quelques faiblesses, l'évaluation de distances «obliques» amenant par exemple des élèves à utiliser une formule qu'ils et elles ne pouvaient guère expliquer. Par contre, les trois élèves interviewés n'ont pas eu trop de mal à évaluer cette distance en utilisant les outils mathématiques de façon intelligente, manifestement non mécanique. De même, si plusieurs élèves soumis au test ont semblé éprouver des problèmes avec les changements de repères et avec le recours aux coordonnées littérales, ces difficultés ne se sont pas manifestées lors des entrevues avec leurs trois collègues. De là à conclure que le test ne permet peut-être pas aux élèves de démontrer toute la qualité de leurs savoirs, il n'y a qu'un pas que nous ne pouvons ici franchir, mais cela ouvre la porte à des réflexions et recherches encore à faire. Les résultats de l'étude de la compréhension du concept de cercle lui-même sont aussi intéressants: encore là, l'entrevue a montré des élèves capables de réflexion même si celle-ci a souvent été bloquée par le recours aux formules mémorisées. Le test a été moins révélateur, montrant simplement des élèves souvent un peu désarmés face aux questions posées, élèves dont les connaissances restent encore à parfaire.

Une question demeure: ces élèves ont-ils été désavantagés du fait qu'ils ont étudié en français, une langue qui n'est pas leur langue maternelle? Malgré le caractère relativement rassurant de nos conclusions précédentes, nous ne pouvons encore répondre de façon claire à cette question: car pour parler d'élèves avantagés ou désavantagés, il nous reste à les comparer à leurs confrères et consœurs qui ont poursuivi leurs études dans leur anglais maternel afin de constater si l'un ou l'autre groupe fait preuve d'une compréhension plus achevée. Nous pourrions faire état de nos conclusions à ce chapitre dans un prochain article, tout en demeurant conscient que ces conclusions demeureront encore partielles, ne touchant que quelques concepts qui ne sont pas, il s'en faut de beaucoup, toutes les mathématiques enseignées au secondaire. Il restera aussi à mettre en évidence des mécanismes, mécanismes socio-constructivistes notamment, pouvant expliquer ces conclusions. C'est là une tâche ardue certes, mais qui pourra être source de connaissances nouvelles et fructueuses pour l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques.

Références bibliographiques

ARTIGUE, M. et ROBINET, J.

Conceptions du cercle chez des enfants de l'école élémentaire, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, vol. 3, no 1, 1982, pp. 5-64.

BALKAN, L.

Les effets du bilinguisme français-anglais sur les aptitudes intellectuelles. Bruxelles: AIMAV, 1970, 130 p.

BORDELEAU, L.G., CALVE, P., DESJARLAIS, L. et SEGUIN, J.

L'éducation française en Ontario à l'heure de l'immersion. Toronto: Conseil de l'éducation franco-ontarienne, 1988, ix-142 p.

BOUKHSSIMI, D.

Analyse épistémologique des influences d'un logiciel et des interventions du maître sur la compréhension de la droite et de son équation. Thèse de doctorat, Université Laval, Québec, juin 1990, xxi-585 p.

- BURNS, G. E.
French Immersion Implementation in Ontario: Some Theoretical, Policy, and Applied Issues, *Canadian Modern Language Review*, vol. 41, no 3, Janvier 1986, pp. 572-591.
- CUMMINS, J.P. et GULUTSAN, M.
Some Effects of Bilingualism on Cognitive Functioning, dans *Bilingualism, Biculturalism and Education: Proceedings from the Conference at Collège Universitaire St-Jean*, sous la direction de L. Carey. The University of Alberta 1974, xii-260 p.
- CUMMINS, J.
The Influence of Bilingualism on Cognitive Growth: A Synthesis of Research Findings and Explanatory Hypotheses, dans *Working Papers on Bilingualism*, Issue No. 9. Toronto: The Ontario Institute for Studies in Education, avril 1976, pp. 1-43.
- CUMMINS, J.
Immersion Education in Ireland: A Critical Review of Macnamara's Findings, dans *Working Papers on Bilingualism*, Issue No. 13. Toronto: The Ontario Institute for Studies in Education, mai 1977, pp. 121-127.
- CUMMINS, J.
The Cognitive Development of Children in Immersion Programs, dans *The Canadian Modern Language Review*, vol. 34, no 5, mai 1978, pp. 856-883.
- CUMMINS, J.
Bilingualism and Special Education: Issues in Assessment and Pedagogy. Clevedon: Multilingual Matters (6), 1984, ix-306 p.
- DIONNE, J.
Vers un renouvellement de la formation et du perfectionnement des maîtres du primaire: le problème de la didactique des mathématiques. Montréal: Faculté des sciences de l'éducation, Université de Montréal, 1988, 325 p.
- DIONNE, J.
Partie 5: Mathématiques, dans Saint-Laurent, L. et col. *Programme d'intervention auprès des élèves à risque. Une nouvelle option éducative*. Boucherville, Québec: Gaëtan Morin éditeur, 1995, pp. 189-250.
- ERLWANGER, S. H.
Benney's Conception of Rules and Answers in IPI Mathematics, *The Journal of Children's Mathematical Behavior*, vol. 1, no 2, 1973, pp. 7-26.
- GENESE, F.
Bilingual Education of Majority Language Children: The Immersion Experiments in review, *Applied Psycholinguistics*, vol. 4, no 1, mars 1983, pp. 1-46.
- HAMERS, J.F. et BLANC, M.
Bilingualité et bilinguisme. Bruxelles: Pierre Mardaga éditeur, 1983, 498 p.
- HÉRAUD, B.
Analyse conceptuelle de la longueur et de sa mesure, dans *Proceedings of the thirteenth Annual Meeting of PME (International Group for the Psychology of Mathematics Education)*, (vol.2) sous la direction de Gérard Vergnaud. Paris, juillet 1989(a), pp. 83-90
- HÉRAUD, B.
Difficultés conceptuelles liées à l'apprentissage des mesures de longueur et d'aire, dans *Actes du deuxième Congrès des Sciences de l'éducation de langue française du Canada*, vol.2 (supplément), Sherbrooke, novembre 1989(b), pp.640-1 à 640-8.
- HERSCOVICS, N. et BERGERON, J. C.
An Extended Model of Understanding, dans *Proceedings of the tenth Annual Meeting PME-NA*, Dekalb, Illinois, November 1988, pp 15-22.
- LAMBERT, W.E. et TUCKER G.R.
Bilingual Education of Children: The St.Lambert Experiment. Rowley, Mass.: Newbury House Publishers, 1972, 248 p.
- LAMBERT, W.E.
Culture and Language as Factors in Learning and Education, dans *Cultural Factors in Learning*, sous la direction de F. Aboud and R.D. Meade. Bellingham: Western Washington State College, 1974, 237 p.
- LAMBERT, W.E.
Effects of Bilingualism on the Individual, dans *Bilingualism: Psychological, Social and Educational Implications*, sous la direction de P.A. Hornby. New York: Academic Press Inc., 1977, pp. 15-27.
- LAMBERT, W.E.
An Overview of Issues in Immersion Education, dans *Studies on Immersion Education: A Collection for United States Educators*, préparé sous la direction de l'Office of Bilingual Bicultural Education. Sacramento: California State Department of Education, 1984, viii-184 p.
- NANTAIS, N.

Élaboration et expérimentation de la mini-entrevue comme outil d'évaluation de la compréhension mathématique au primaire. Thèse de doctorat, Université de Montréal, mars 1989, xv-240 p.

PEAL, E. et LAMBERT W.E.

The Relation of Bilingualism to Intelligence, *Psychological Monographs: General and Applied*, vol.27, no 76, 1962, pp. 1-23.

PIAGET, J., INHELDER, B. et SZEMINSKA, A.

La géométrie spontanée de l'enfant. Paris: Presses Universitaires de France, 1973, 491 p.

SKUTNABB-KANGAS, T. et TOUKOMAA, P.

Teaching Migrant Children Mother Tongue and Learning the Language of the Host Country in the Context of the Socio-Cultural Situation of the Migrant Family. Helsinki: The Finnish National Commission for UNESCO, 1976, 79 p.

SWAIN, M. et LAPKIN, S.

Bilingual Education in Ontario: A Decade of Research. Toronto: Ontario Institute for Studies in Education, 1981, ix-175 p.

SWAIN, M. et LAPKIN, S. (1982)

Evaluating Bilingual Education: A Canadian Case Study. Clevedon et Toronto: Multilingual Matters (2) et The Ontario Institute for Studies in Education, 1982, ix-117 p.

ANNEXE

TABLEAU 2
COMPRÉHENSION DU POINT SUIVANT LE MODÈLE ÉLARGI

Compréhension du concept physique de point

Compréhension intuitive	Compréhension procédurale	Abstraction logico-physique
Le point a une forme circulaire.	Le point résulte des divisions successives d'une figure initiale; la forme du point dépend de celle de la figure et de la technique de réduction utilisée.	Le point n'est pas matériel; il n'a ni forme, ni dimension.
Le point possède une dimension.		
Position approximative d'un point par rapport à un autre.		

Compréhension du concept mathématique (algébrique) de point

Compréhension procédurale	Abstraction logico-mathématique	Compréhension formelle
Passage du point euclidien au point algébrique.	Correspondance biunivoque entre les points du plan et les couples ordonnés.	Recours aux coordonnées (x, y) d'un point quelconque du plan.

Recours aux coordonnées numériques.	Un changement d'échelle modifie la position d'un point dans le plan.	
Repérage d'un point dans un système d'axes.		

**TABLEAU 3
COMPRÉHENSION DE LA DISTANCE SUIVANT LE MODÈLE ÉLARGI**

Compréhension du concept physique de distance

Compréhension intuitive	Compréhension procédurale	Abstraction logico-physique
Référence visuelle: un objet peut être plus ou moins «distant» d'un autre objet.	Comparaison directe de deux distances en déplaçant les objets définissant ces distances (point de départ et point d'arrivée).	La distance est invariante par rapport: <ul style="list-style-type: none"> • à une translation du plan; • à une rotation du plan; • au sens du mesurage (dist. AB = dist. BA).
Comparaison par estimation: un objet A est à une «moins grande distance», «aussi grande distance» ou «plus grande distance» d'un objet B que d'un objet C.	Comparaison de plusieurs distances: <ul style="list-style-type: none"> • placer la distance séparant deux objets dans une série constituée; • sérier un ensemble de distances. 	
La distance est une grandeur unidirectionnelle non mesurée.	Mesure comparative avec intermédiaire: recours à un tiers objet pour effectuer la comparaison entre les distances.	

Compréhension du concept mathématique de distance

Compréhension procédurale	Abstraction logico-mathématique	Compréhension formelle

Recours à des unités identiques bien juxtaposées pour couvrir la distance.	Invariance de la mesure de la distance entre deux points par rapport aux transformations évoquées dans l'abstraction logico-physique.	Mesure de la distance à l'aide d'unités conventionnelles.
Recours à quelques unités puis à une seule qui est reportée.	Liens entre les aspects contradictoires de la distance et de la mesure: la distance est une invariante même si sa mesure s'exprime de diverses manières.	Utilisation de ces dernières sous forme symboliques.
Mesure des distances horizontales et verticales par comptage et par différence des abscisses et des ordonnées.	Relation inverse entre le nombre-mesure et la dimension de l'unité.	Utilisation de la règle pour mesurer en établissant: <ul style="list-style-type: none"> • le lien entre les graduations et les unités; • la distinction entre repérage des extrémités et distance réelle entre ces extrémités.
Calcul de la distance entre deux points à l'aide de la relation de Pythagore.	Mesures non entières: choix de l'unité en fonction de la précision souhaitée.	

Notes

(1)

Notons que dans le questionnaire original en version imprimée, le symbole de racine carré était utilisé dans la formulation des points du cercle. Puisque le symbole de racine carré n'est pas un caractère disponible en HTML, une notation exponentielle a alors été utilisée pour remplacer la notation originale.



Association canadienne d'éducation de langue française (ACELF)
 268, rue Marie-de-l'Incarnation, Québec (Québec) G1N 3G4
 Téléphone: (418) 681-4661 - Télécopieur: (418) 681-3389
 Site Internet: <http://www.acelf.ca/c/revue/>
 © Copyright ACELF, Québec 1997.

RECHERCHE

-  Cherchez dans *Éducation et francophonie*:
-  [Recherche par mots-clés](#)
-  [Index des auteurs](#)

LIENS

-  [Consultez cette section pour avoir accès à de nombreux rapports de recherche en éducation de langue française.](#)

ABONNEMENT

-  [Abonnez-vous gratuitement à la revue *Éducation et francophonie* et recevez un avis vous informant de chaque parution dès sa mise en ligne.](#)

PUBLICITÉ

-  [Associez-vous à la revue *Éducation et francophonie* et faites-vous connaître auprès d'un vaste réseau en éducation de langue française. La revue compte plus de 5000 abonnés répartis sur tous les continents.](#)

RÉSUMÉ

La compréhension de concepts mathématiques chez des élèves anglophones en immersion française au secondaire

Réjean Pépin
Jean Dionne

Éducation et francophonie

Volume XXV, numéro 1, printemps-été 1997

L'apprentissage et l'enseignement des sciences et des mathématiques dans une perspective constructiviste

RÉSUMÉ - ABSTRACT - RESUMEN

RÉSUMÉ

L'immersion est un mode d'apprentissage d'une langue seconde dont la popularité est croissante. Mais encore faut-il s'assurer que la maîtrise de cette langue seconde ne s'acquière pas aux dépens d'une compétence véritable dans les autres matières scolaires, dont les mathématiques. C'est pour répondre à de telles inquiétudes en dépassant les habituelles mesures de rendement académique que cette étude sur la compréhension de trois concepts mathématiques -- point, distance et cercle -- a été menée. Elle permet de constater, d'une part, qu'il est possible de décrire et d'évaluer de façon opérationnelle la compréhension de concepts mathématiques et, d'autre part, que la compréhension des trois concepts élaborée par les élèves anglophones d'un programme d'immersion française s'avère, sinon parfaite, du moins suffisante pour reconnaître la qualité et la valeur des apprentissages réalisés.

[RETOUR](#)

ABSTRACT

Immersion is an acknowledged popular method of teaching a second language. Care must be taken, however, to ensure that this second language is not learned to the detriment of real competence in other subjects, such as mathematics. This study on the understanding of three mathematical concepts -- point, distance and circle -- was carried out in order to meet these concerns by bypassing the usual methods of assessing academic performance. It shows that on the one hand, the understanding of mathematical concepts can be described and operationally assessed, and on the other hand, that while the understanding of the three concepts, elaborated by English-speaking students in a French immersion program, may not be perfect, it is at least sufficient to acknowledge the quality of the learning accomplished.

[RETOUR](#)

RESUMEN

La inmersión es una manera de aprender una segunda lengua cuya popularidad ha sido reconocida. Pero hay que cerciorarse de que la adquisición de la segunda lengua no se realiza en detrimento de una verdadera competencia en otras materias escolares, entre ellas las matemáticas. Con el fin de dar una respuesta a este tipo de inquietud, e ir más allá las clásicas escalas de rendimiento

académico, hemos realizado este estudio sobre la comprensión de tres conceptos matemáticos: el punto, la distancia y el círculo. Este estudio nos ha permitido constatar, por una parte, que es posible describir y evaluar la comprensión de conceptos matemáticos de manera operacional. Por otra parte, que la comprensión de los tres conceptos realizada por los alumnos anglófonos de un programa de inmersión en lengua francesa es, sino perfecta por lo menos suficiente como para reconocer la calidad y el valor de lo aprendido.

[RETOUR](#)

[Numéros disponibles](#) | [Numéros à paraître](#) | [Appel d'articles](#) | [Comité de rédaction](#) | [Partenaires](#)
[Plan du site](#) | [Archives](#) | [Contactez-nous](#) | [Acelf](#)

© Revue *Éducation et francophonie*, ACELF 2005.

L'apprentissage et l'enseignement des sciences et des mathématiques dans une perspective constructiviste, Volume XXV N° 1, printemps-été 1997.

Quand additionner ou soustraire implique comparer

Lucie DEBLOIS

Professeure en didactique des mathématiques
Département didactique, psychopédagogie et technologie éducative
Faculté des Sciences de l'éducation
Université Laval, Ste-Foy (Québec) G1K 7P4
Courriel: lucie.deblois@fse.ulaval.ca

Table des matières

- Résumé
- Abstract
- Resumen
- Introduction
- Notre conception de l'apprentissage
- La résolution de problèmes - le cas des situations de comparaison d'ensembles
- Un modèle de développement de la compréhension
- Oui, mais comment...
- Les résultats
 - Étude de cas de Karoline
 - Étude de cas de Karine
 - Étude de cas de Marijo
- Discussion
 - Comment s'élabore la compréhension des élèves rencontrées
 - Les difficultés rencontrées par ces élèves
 - Les types de situation de comparaison
 - Apport de ce type d'accompagnement
 - Les limites de ce type d'intervention
- Conclusion
- Références bibliographiques

Résumé

Cet article étudie le développement de la compréhension d'un sens particulier des opérations d'addition et de soustraction. Nous nous sommes intéressée plus particulièrement aux problèmes de comparaison. La méthode utilisée privilégie un échange entre une adulte et une enfant. Cette discussion a permis d'identifier comment évoluent les représentations mentales, les procédures et les réflexions de trois enfants de 9 ans. Ces enfants ont été identifiées en difficulté d'apprentissage en mathématiques par leur enseignante. Cette étude nous permet d'améliorer notre compréhension du phénomène de l'apprentissage chez des élèves qui éprouvent des difficultés. Le cas échéant, elle permet de donner les balises d'un accompagnement qui permettrait de faciliter

le développement de la compréhension pour ce type de problèmes.

Abstract

This article is a study of the development of the understanding of a particular sense in the operations of addition and subtraction. We concentrated particularly on compare problems. The method used favours an exchange between an adult and a child. Through this discussion, we were able to determine how mental representations, procedures and reflections developed in three nine-year-old children. These children were singled out by their teacher as experiencing difficulty in learning mathematics. This study allows us to better understand how children with problems go about learning. Where necessary, it allows us to point the way to facilitating the development of understanding for this type of problem.

Resumen

Este artículo estudia el desarrollo de la capacidad de discernir un significado particular de las operaciones de suma y resta. Nos interesamos particularmente a los problemas de comparación. El método empleado privilegia un intercambio entre un adulto y un niño. Esta discusión permite comprender como se transforman las representaciones mentales, los procesos y las ideas de tres niños de 9 años. Esos niños fueron identificados por sus maestros por presentar problemas de aprendizaje de matemáticas. Este estudio nos permite afinar nuestra comprensión del fenómeno del aprendizaje entre los alumnos que presentan dificultades. En última instancia, este estudio permite fijar los márgenes del acompañamiento que apoyará el desarrollo de la capacidad de discernir este tipo de problemas.

Introduction

Nous nous sommes intéressée à l'étude de la démarche d'apprentissage de trois enfants identifiées en difficulté en mathématiques. Cette préoccupation nécessite que nous nous écartions des modèles médicaux ou portants sur des préalables à l'apprentissage qui ont souvent été utilisés avec ces élèves. Elle nous amène aussi à privilégier le point de vue de l'apprentissage tout en tenant compte de connaissances développées pour les situations à proposer et ses composantes (Rosenthal et Resnick, 1974; Neshet, 1982; Carpenter et Moser, 1982, 1983; Carpenter, Hierbert et Moser, 1981; Riley, Greeno et Heller, 1983; Fayol et Abdi, 1986; Fayol, Abdi et Gombert, 1987; Fayol, 1990). La perspective constructiviste nous permet de nous attarder au développement de la compréhension de concepts, du point de vue de l'apprentissage. Nous choisissons de limiter notre domaine d'exploration au champ conceptuel des structures additives (Verghnaud, 1991), plus particulièrement aux situations de comparaison.

Le champ conceptuel des structures additives intègre des situations qui impliquent une addition ou une soustraction. Le développement de la compréhension des situations d'ajout et de retrait d'éléments, de réunion et de complément d'ensembles et enfin de comparaison d'ensembles contribuent ainsi à l'élaboration de la compréhension des opérations d'addition et de soustraction. Nous avons choisi de nous attarder, dans cet article, aux problèmes de comparaison d'ensembles. Plusieurs études se sont intéressées à différents aspects relatifs aux problèmes de comparaison d'ensembles (Briars et Larkin, 1984; Riley et Greeno, 1988; Stern, 1993; Verschaffel, 1994). Ces études ont identifié les procédures utilisées par les élèves. Le but poursuivi par notre étude est l'identification des représentations mentales qui initient les procédures des élèves car, nous savons que la coordination, entre ces représentations et les procédures, nous permet de comprendre les réflexions construites par les élèves (Piaget, 1977). Ainsi, nous devenons en mesure de reconnaître tant les filiations que les difficultés que les élèves doivent surmonter. Nous pourrions, éventuellement, proposer des balises pour guider l'intervention orthopédagogique. À cet effet, la méthode utilisée nous invite à apprécier l'apport de l'accompagnement à offrir durant cette construction des compréhensions.

Notre conception de l'apprentissage

Nous nous intéressons à l'élaboration de compréhensions chez l'élève. La perspective constructiviste nous amène à définir l'apprentissage comme étant une construction personnelle des connaissances chez un individu. Selon

Piaget (1975), le contact de l'enfant avec une information nouvelle amène une interprétation à partir de ses connaissances. Il s'agit ici d'un moment d'assimilation. La nouveauté du concept ou l'écart qui sépare les connaissances antérieures de ce concept pourra créer une déformation plus ou moins importante. La prise de conscience, par l'élève, d'une différence entre ses connaissances et la nouvelle connaissance crée un inconfort. Ce dernier suscite alors une réorganisation des connaissances menant vers un nouvel équilibre. Toutefois, dans le cas où une trop grande différence apparaît entre les connaissances antérieures de l'élève et l'information nouvelle, l'adaptation devient difficile, voire impossible. D'où l'importance du concept de zone de développement proche de Vygotsky (1985). Ainsi, comment interpréter l'affirmation d'un enfant de 9 ans qui nous dit que $2 \times 5 = 50$? Une telle affirmation ne vient pas uniquement du hasard. L'enfant explique, à ma demande, que $2 \times 5 = 2 + 5$. Elle ajoute: « $2 \times 5 = 50$, ça ne marche pas, c'est $5 + 5$. Elle conclura que $5 + 5 = 50$ parce qu'initialement il s'agissait de 2×5 et qu'une multiplication est «plus grande» qu'une addition. Ainsi $5 \times 5 = 50$ et $2 \times 5 = 50$. L'écart, entre sa compréhension intuitive (une multiplication est plus grande qu'une addition) et la formalisation présentée 2×5 , ne lui permet pas de réorganiser ses connaissances. Nous voyons s'emmêler la recherche d'une relation entre addition et multiplication, où interviennent des formalisations mathématiques ($2 \times 5 = 2 + 5 = 5 + 5$), sans qu'un sens n'apparaisse pour les symboles \times , $+$.

Quel type de construction une élève identifiée en difficulté d'apprentissage par son enseignante réalise-t-elle dans des situations de comparaison? Dans les écoles, les enfants identifiés en difficulté d'apprentissage réussissent certaines tâches et en échouent d'autres, que nous croyons semblables. En effet, dans certains cas, les élèves créent des relations entre leurs connaissances antérieures qui permettent des réussites. Toutefois, ces réussites sont situées dans des contextes particuliers. En modifiant un élément du contexte, l'élève est souvent incapable de résoudre le problème posé. Nous dirons (DeBlois, 1996, 1997) que les élèves manifestent une structuration partielle de leurs connaissances. Il faudra, à l'élève, une bonne dose de confiance pour accepter de modifier ses compréhensions, puisqu'elles permettent la résolution de certains problèmes.

La résolution de problèmes - le cas des situations de comparaison d'ensembles

Les études de Verschaffel (1994) et de Riley et Greeno (1988), entre autres, précisent la difficulté des situations de comparaison. Premièrement, contrairement aux problèmes qui sont habituellement présentées aux enfants, ceux-ci impliquent une situation statique, c'est-à-dire, dans laquelle n'intervient aucune transformation du type enlever, ajouter ou acheter. Une deuxième difficulté relève de la recherche impliquée. Trois formes différentes peuvent se présenter. Dans le premier cas, on demande de chercher **la différence** entre deux ensembles alors qu'on donne le nombre d'éléments pour chacun. Par exemple: *Tu as x autocollants. Ton ami a y autocollants. Combien d'autocollants as-tu de plus (ou de moins) que ton ami?* Dans le deuxième cas, on cherche **l'ensemble comparé**. Ainsi, on propose: *Tu as x cartes de hockey. Ton ami a y cartes de hockey de plus que toi. Combien ton ami a-t-il de cartes de hockey?* Ou encore: *Tu as x autos dans ta boîte à jouets. Ta voisine a y autos de moins que toi. Combien ta voisine a-t-elle d'autos dans sa boîte à jouets?* Dans le dernier cas, on cherche **l'ensemble de référence**. On pourra présenter ce type de situation: *Tu as x billes. Tu as y billes de plus que ton ami. Combien de billes ton ami a-t-il?* Ou encore: *Tu as x crayons de couleurs. Tu as y crayons de couleurs de moins que ton professeur. Combien de crayons ton professeur a-t-il?*

Enfin, une formulation appelée «consistante ou inconsistante». Verschaffel (1994) ajoute à la difficulté. La première formulation implique que la relation (de plus), permettant de retrouver l'ensemble inconnu, est consistante avec l'opération à réaliser (l'addition). Par exemple, on parlera de formulation consistante dans le cas suivant: *Tu as x cartes de hockey. Ton ami a y cartes de hockey de plus que toi. Combien ton ami a-t-il de cartes de hockey?* Dans le second type de formulation, on dira plutôt: *Tu as x crayons de couleurs. Tu as y crayons de couleurs de moins que ton professeur. Combien de crayons ton professeur a-t-il?* On appelle ainsi l'opération d'addition en utilisant la relation «de moins».

Un modèle de développement de la compréhension

Herscovics et Bergeron (1989) ont réalisé une analyse du concept de l'addition. Cette analyse a été réalisée à partir d'expérimentations réalisées auprès d'élèves qui ne présentent pas de problèmes particuliers en mathématiques. Les compréhensions intuitive, procédurale, abstraite et formelle ont été décrites par l'identification de critères. En nous appuyant sur cette analyse, nous pouvons poser quelques hypothèses relativement aux représentations mentales initiales de l'élève, aux procédures utilisées et aux réflexions à

construire dans des situations de comparaison.

À titre d'hypothèses, nous pourrions voir l'élève reconnaître, qualitativement, l'ensemble qui contient le plus ou le moins d'éléments. Ce critère correspond à la composante intuitive du modèle de Herscovics et Bergeron (1989). Des procédures comme la correspondance terme à terme et le dénombrement pourront apparaître. L'étude de Therrien (1993), auprès d'une classe d'élèves de 6 ans, permet d'ailleurs de constater que la procédure qui suscite le plus de réussites dans les problèmes de comparaison est la correspondance terme à terme entre les éléments des deux ensembles, ce qui est confirmé par l'étude de Stern (1993). Cette analyse conceptuelle (Herscovics et Bergeron 1989), adaptée aux situations de comparaison, nous permet d'ajouter que le dénombrement, appelée aussi le comptage, jouera un rôle important. Les travaux de Fuson (1988, 1991) nous ont permis d'en apprécier l'importance. Enfin, les réflexions qui pourraient émerger, toujours d'après cette analyse conceptuelle, sont relatives à la reconnaissance de la relation de différence entre les ensembles à comparer et à celle de la réversibilité de la relation «de plus» et «de moins». De nouvelles représentations initiales, d'autres procédures pourront laisser émerger de nouvelles réflexions. L'identification de ces dernières pourraient contribuer à une meilleure compréhension de l'appropriation des connaissances chez des élèves qui éprouvent des difficultés.

Cette étude cherche donc à répondre à la question suivante: *Quelles sont les représentations mentales et les procédures que trois enfants en difficulté d'apprentissage coordonnent pour construire leurs réflexions dans des situations de comparaison?*

Oui, mais comment...

Chacune des élèves a été identifiée en difficulté en mathématiques par son enseignante, plus particulièrement en résolution de problèmes. Les trois élèves viennent d'écoles différentes. Cependant, les enseignantes de chacune des trois élèves utilisent la collection *Espace Mathématique* (1989) avec leurs élèves. Il est opportun de noter que, pour les besoins de cet article, les prénoms des enfants ont été changés.

Une rencontre entre la chercheuse et les orthopédagogues a permis de discuter le cadre théorique qui a servi de toile de fond à cette recherche. Cette façon d'intervenir est nouvelle pour les orthopédagogues qui participent au projet. Ces dernières considèrent donc qu'elles se donnent ainsi un perfectionnement tout en cherchant à susciter le développement d'une compréhension chez l'élève. Le but de la chercheuse est d'étudier comment s'élabore cette compréhension sous l'influence de ce type d'intervention. Un protocole, pour les entrevues d'évaluation et d'intervention, a ensuite été proposé aux trois orthopédagogues. C'est ce que nous présentons maintenant.

Une entrevue d'évaluation, où les questions posées portaient sur les habiletés de comptage, la compréhension de l'écriture des nombres et la résolution de situations d'ajout et de réunion, a permis de confirmer le dépistage réalisé par l'enseignante. Le détail de ces entrevues est déjà publié (DeBlois, 1997). Ainsi, nous ferons un résumé des éléments que nous jugeons indispensables au lecteur et à la lectrice et ce, pour chacune des élèves.

Durant les entrevues d'intervention, les orthopédagogues ont adapté les nombres selon les connaissances et les habiletés de comptage observées durant l'évaluation. Ainsi, dans la cas où une enfant ne peut compter plus de 38 bâtonnets, on proposera des situations où les sommes ou les différences n'excèdent pas ce nombre. Si l'enfant ne peut lire ou écrire les nombres plus grands que 69, les situations proposées ne pourront en faire mention. De plus, les acteurs de chacune des situations impliquent des personnes connues de l'élève (son enseignante, son frère...).

Les situations de comparaison ont été présentées verbalement. Toutefois, ces dernières étaient aussi écrites sur une carte que l'enfant pouvait consulter au besoin. Après avoir fait la lecture de la situation à l'enfant, nous proposons de lui demander de la raconter dans ses mots. Des jetons, des enveloppes, des bâtonnets et des élastiques étaient à la disposition de l'enfant afin qu'il puisse illustrer la situation et expliquer ses procédures. On pouvait aussi fabriquer du matériel avec l'enfant si cela s'avérait nécessaire.

Nous avons proposé 18 situations différentes aux enfants. Parmi ces situations, 6 étaient des situations d'ajout ou de retrait d'éléments, 6 étaient des situations de réunion ou de complément d'ensembles et 6 étaient des situations de comparaison. Les types de situations alternaient pour chacune des rencontres. On proposait une ou deux situations par rencontre. Ces dernières avaient lieu chaque semaine. Elles étaient d'une durée de 30 à 40 minutes. Rappelons que les nombres ont été choisis par l'orthopédagogue en fonction des habiletés de comptage et de la familiarité de l'élève avec les nombres durant l'entrevue d'évaluation initiale.

Voici les 6 situations de comparaison que nous étudions dans cet article.

1. Tu as x autocollants. Ton ami a y autocollants. Combien d'autocollants as-tu de plus que ton ami?

(recherche d'une différence)

2. Tu cueilles x fleurs pour faire un bouquet. Ta voisine cueille y fleurs. Combien ta voisine a-t-elle cueilli de fleurs de moins que toi? (recherche d'une différence)
3. Tu as x cartes de hockey. Ton ami a y cartes de hockey de plus que toi. Combien ton ami a-t-il de cartes de hockey? (recherche de l'ensemble comparé)
4. Tu as x autos dans ta boîte à jouets. Ta voisine a y autos de moins que toi. Combien ta voisine a-t-elle d'autos dans sa boîte à jouets? (recherche de l'ensemble comparé)
5. Tu as x billes. Tu as y billes de plus que ton ami. Combien de billes ton ami a-t-il? (recherche de l'ensemble de référence)
6. Tu as x crayons de couleurs. Tu as y crayons de couleurs de moins que ton professeur. Combien de crayons ton professeur a-t-il? (recherche de l'ensemble de référence)

Chacune des interventions commençait par *la situation de comparaison suggérée*. Cette dernière était accompagnée des *réponses possibles* des enfants et d'un *questionnement* destiné à guider l'orthopédagogue. Ce questionnement, élaboré à partir des hypothèses mentionnées ci-dessus, était autant de pistes de réflexions ou d'explorations que nous proposons à l'orthopédagogue de soumettre à l'enfant. Voici les questions qui pouvaient être proposées:

- Qui a le plus d'autocollants?
- Montre-moi comment tu fais pour savoir?
- Montre-moi ce que vous avez «de pareils» tous les deux?
- Montre-moi les autocollants que tu as en plus, combien cela fait-il?
- Comment as-tu fait pour trouver?
- Combien ton ami a-t-il d'autocollants de moins (ou de plus) que toi?
- Qu'as-tu fait pour trouver ce qu'il a en moins (ou en plus)?

Puisque la démarche de l'enfant servait de guide, ce questionnement n'a pas été suivi selon un ordre linéaire. À cet effet, de nouvelles questions ont pu émerger. Chacune des entrevues a été filmée sur vidéo. Une transcription verbatim a été réalisée. L'analyse qui a suivi s'est appuyée sur ces documents

Les résultats

Étude de cas de Karoline

Karoline a 9 ans. Elle est en troisième année dans une classe régulière. Elle a repris une année scolaire. On pense à un classement en classe spécialisée pour elle l'année suivante. Nous sommes au mois de janvier. Le détail de l'évaluation de Karoline est publié (DeBlois, 1997). Rappelons seulement que ses habiletés de comptage sont rudimentaires. Sa compréhension de l'écriture des nombres pose problème. Son enseignante souligne sa difficulté à résoudre des problèmes en classe, difficulté qui est présente depuis qu'elle est en première année. Elle a plutôt l'habitude de «mettre ensemble» les nombres d'un problème. Comme prévu, les premières rencontres ont porté sur des situations d'ajout et de retrait, de réunion et de complément. Nous avons ensuite proposé les situations de comparaison.

SITUATION 1

Tu as 24 autocollants. Ton ami a 8 autocollants. Combien d'autocollants as-tu de plus que ton ami?

Karoline trouve d'abord 32 comme résultat. La représentation mentale initiale porte sur les nombres vus comme les représentants d'une quantité. Toutefois, à ce moment, la procédure privilégiée est la réunion. En effet, elle explique: «*Je vais faire 24 plus 8*». Elle ajoute: «*Cela fera 32 autocollants*». Un questionnement au sujet de l'ensemble le plus grand permet à Karoline d'intégrer la relation entre les données, à cette représentation mentale. Karoline utilise ensuite une nouvelle procédure: la correspondance terme à terme. La réflexion élaborée porte sur la notion de différence. Elle explique: «*Parce que j'ai 24 autocollants, puis pour qu'ils soient presque égaux, j'en ai fait 8 à 8*... «*Puis après j'ai dit combien d'autocollants as-tu de plus que ton ami. J'ai dit 16*». La reconnaissance d'une différence amène une procédure de dénombrement, ce qui permet de trouver une solution juste: 16.

Toutefois, ce résultat est assimilé à un retrait. En effet, elle reconnaît les 16 autocollants qui restent, mais elle éprouve soudainement de la difficulté à s'exprimer. Elle raconte que les 16 autocollants sont ceux qu'elle garde, puis qu'elle a fait ça (enlever) pour savoir ce qui est égal. C'est la répétition de la question de départ, qui permet à Karoline de dire qu'elle a trouvé les 16 qu'elle a de plus que son ami. Toutefois, elle émettra à nouveau des doutes quant au retrait («elle [la petite fille] voulait peut-être pas les donner»).

Une deuxième réflexion surgit au sujet du type de différence. Elle joue avec les expressions «de plus» et «de moins», ce qui implique une capacité à changer de perspective. Cette flexibilité de la pensée est issue d'un retour vers une illustration de la situation et du dénombrement des éléments en plus. L'explication qui résume l'ensemble de sa démarche demeure confuse, toutefois, elle réutilise ces connaissances pour résoudre une situation semblable où les nombres 15 et 9 ont été utilisés.

La correspondance terme à terme suscite donc, comme nous nous y attendions, la résolution du problème. Lorsqu'elle doit expliquer pourquoi elle a utilisé cette procédure, on voit apparaître, une confusion entre les situations de retrait et de comparaison et entre la relation de plus et de moins. *L'influence des situations plus familières de retrait est donc importante.*

SITUATION 2

Tu cueilles 14 fleurs pour faire un bouquet. Ta voisine cueille 8 fleurs. Combien ta voisine a-t-elle cueilli de fleurs de moins que toi?

Cette deuxième situation de comparaison, où on cherche une différence en utilisant le mot «de moins», amène Karoline à illustrer la situation par deux ensembles. Elle trouve 6 comme résultat. Les représentations mentales initiales portent maintenant à la fois sur les quantités et la relation de comparaison, auxquelles Karoline coordonne d'abord une procédure de correspondance terme à terme, puis un dénombrement. En effet, elle forme un ensemble de 14 bâtonnets, puis un ensemble de 8 bâtonnets. Elle dénombre alors 8 des 14 bâtonnets de son ensemble et retrouve facilement les 6 fleurs que sa voisine a cueillies en moins. La réflexion qui surgit de cette coordination porte sur le sens du résultat obtenu. *Cette réflexion est d'abord assimilée au reste avant d'être vue comme une différence.* L'écriture de la phrase mathématique ne semble pas poser de problème. L'orthopédagogue lui propose une situation où les nombres sont plus grands: 35 et 26. Karoline explique qu'en comparant les deux ensembles, elle retrouve ce qu'il y a de plus ou de moins. Cela nous laisse croire à un développement de sa compréhension.

Il est à noter que l'opération de soustraction est peut-être plus facile à coordonner avec l'expression de la relation de moins. Notons cependant, qu'il peut y avoir ensuite une compréhension erronée lorsque l'expression «de plus» sera employée. La discussion qui a suivi nous a d'ailleurs informé à ce sujet.

SITUATION 3

Tu as 42 cartes de hockey. Ton ami a 12 cartes de hockey de plus que toi. Combien ton ami a-t-il de cartes de hockey?

Devant cette troisième situation de comparaison, Karoline n'utilise pas de matériel. Elle écrit immédiatement la phrase mathématique. La représentation mentale initiale semble porter sur la relation «de plus». Elle s'y attarde. La procédure utilisée est l'algorithme traditionnel de l'addition. Elle écrit $42+12=54$ en expliquant que si son ami a 12 de plus, elle doit faire un plus. Cette coordination n'a pas été questionnée, ce qui ne nous permet pas d'apprécier la réflexion qui a pu naître. Le type de recherche impliquée ne semble pas lui poser de problème. L'expression «de plus» semble induire l'opération à utiliser.

SITUATION 4

Tu as 54 autos dans ta boîte à jouets. Ta voisine a 42 autos de moins que toi. Combien ta voisine a-t-elle d'autos dans sa boîte à jouets?

Cette situation amène immédiatement Karoline à réaliser une soustraction. La représentation mentale initiale porte sur les nombres et sur la relation «de moins». En effet, elle raconte qu'elle a 54 autos et que son amie a 42 autos, puis 42 de moins qu'elle. Elle y coordonne une procédure de soustraction selon l'algorithme traditionnel. Elle écrit $54-42=12$ autos. La réflexion qui émerge de la coordination, entre ces représentations mentales et l'opération de soustraction, porte sur le sens du résultat obtenu. *Karoline assimile le résultat à une différence, ce*

qui correspond aux situations précédentes. Elle éprouve beaucoup de difficulté à concevoir que le résultat obtenu correspond à l'ensemble comparé. Ainsi, la solution est correcte, mais la réflexion sur l'interprétation du résultat est à construire. *Karoline est donc en mesure de réussir, mais sa compréhension de la situation et du résultat est encore rudimentaire.*

SITUATION 5

Tu as 14 billes. Tu as 5 billes de plus que ton ami. Combien de billes ton ami a-t-il?

Cette cinquième situation, où on cherche l'ensemble de référence avec l'opération de soustraction, implique une formulation inconsistante. Karoline croit que son ami a 5 billes. *La représentation mentale initiale est donc masquée par la formulation de la relation.* En effet, la relation exprimée est d'abord assimilée au cardinal du deuxième ensemble, ce qui correspond aux premières situations de comparaison. Un retour au nombre 14, représentés par un ensemble d'élément, invite à une procédure de prélèvement. Cette procédure la confond. Elle ne sait pas exprimer son résultat. C'est par un retour à une illustration de deux ensembles de 14 que Karoline observe qu'elle «a mis [les ensembles] égaux». De cette coordination surgit une comparaison, puis une soustraction. Elle peut montrer les 5 billes qu'elle a de plus. Elle écrit $14-5=9$, puis justifie la relation «de plus» en utilisant la relation «de moins».

Le jeu de relation entre les expressions de plus et de moins lui permet une réflexion où intervient un changement de perspective. Son ami a 5 billes de moins qu'elle, parce qu'elle en a 5 de plus, explique-t-elle. Sa justification est claire, ce qui est nouveau. Elle exprime une capacité à changer de perspective et ainsi une flexibilité de sa pensée.

SITUATION 6

Tu as 8 crayons de couleurs. Tu as 5 crayons de couleurs de moins que ton professeur. Combien de crayons a ton professeur?

Karoline croit que son professeur a 5 crayons. Le jeu de relations entre les expressions «de plus et de moins» devient ici une réflexion sur laquelle doit s'élaborer une nouvelle procédure pour résoudre ce type de situation. La représentation mentale initiale assimile la relation «5 de moins» au cardinal du deuxième ensemble. Elle explique qu'elle a 8 crayons, son professeur en a 5. La difficulté semble provenir du fait qu'elle doit à la fois s'appuyer sur une interprétation souple de l'expression utilisée et ajouter des éléments à un des ensembles. En effet, cet ajout d'objets ne vient d'aucun des deux ensembles connus. En utilisant la relation «de plus», l'orthopédaogogue lui permet de résoudre le problème. Karoline reconnaît d'abord qu'elle a «3 de plus», puis que son professeur a «plus de crayons», mais elle ne change pas tout de suite son illustration. Elle montre toujours les 5 crayons de son professeur. Elle construit une nouvelle réflexion au moment où elle doit décider ce qu'il faut faire pour que son professeur en ait un, deux... de plus ainsi de suite. *L'explication demeurera confuse, mais l'écriture de la phrase mathématique est correcte.* Karoline écrit ensuite $8-5=3$.

Étude de cas de Karine

Karine est en troisième année. Elle démontre des habiletés dans le comptage par 1, par bonds ou à rebours, malgré ses erreurs occasionnelles. En effet, il lui arrive de sauter des nombres. Elle lit et écrit des nombres sans problème. Elle illustre les nombres et reconnaît l'invariance de la quantité par rapport à la disposition. Elle peut représenter les nombres de différentes façons. Elle éprouve toutefois des difficultés à résoudre des problèmes qui impliquent l'addition et la soustraction, plus particulièrement dans les cas où apparaissent des termes manquants. Les entrevues ont lieu entre les mois de janvier et de mai.

SITUATION 1

Tu décides d'aller te chercher 33 autocollants. Toi, tu en as 33 et ton ami en a 17. Montre-moi les autocollants que tu as en plus. Qu'est-ce que tu peux faire pour me montrer les autocollants que toi tu as de plus?

Cette situation a été présentée en deux étapes. Une première qui s'arrête à l'illustration des deux ensembles, une deuxième, où on pose la question au sujet de la différence. Cela amène Karine à se concentrer sur les nombres 33 et 17. Ce n'est que par la suite qu'on attire son attention sur la relation entre les nombres. Ainsi, inévitablement,

sa représentation mentale initiale porte sur les nombres. Ces derniers représentent bien des quantités. Des arrêts fréquents, causés par une difficulté dans ses habiletés de comptage, interviennent. En effet, elle compte 2, 4, 6, 8, 10, 12, 13, sans se rendre compte de la modification apportée à la régularité du comptage par deux.

En comparant ensuite les nombres 17 et 33, Karine est incapable de jouer avec la relation «de plus». On propose des nombres plus petits. La comparaison entre la «grandeur» des nombres, déjà utilisée, mène vers une comparaison de la «longueur» des rangées, ce qui est curieux compte tenu de sa compréhension de l'invariance du nombre par rapport à la disposition des éléments. Elle échoue, donc, dans un premier temps, à établir une correspondance terme à terme.

On tente de susciter une nouvelle représentation mentale, sur la relation entre les ensembles, en l'invitant à comparer qualitativement les deux ensembles pour retrouver le plus grand. Karine retranche alors 7 jetons de l'ensemble de 13 et trouve les 6 jetons. *À partir de cette procédure, elle trouve une solution satisfaisante. Toutefois, aucune réflexion sur la notion de différence n'émerge.*

SITUATION 2

Maintenant, j'veis te demander de prendre 14 fleurs pour toi et ton frère lui, il va en avoir 8. Combien ton frère en a cueilli de moins que toi?

À nouveau, on ne pose pas immédiatement le problème de recherche de la différence. La présentation de cette situation se réalise donc en deux étapes. Karine fait un ensemble de 14 et un autre de 8. Elle sépare 8 jetons parmi les 14 du premier ensemble, pour trouver 6. Ainsi, sa représentation mentale initiale porte sur les nombres. Ceux-ci sont illustrés par des jetons, ce qui est la manifestation d'une compréhension du nombre comme étant le représentant d'une quantité. La correspondance terme à terme est établie. La réflexion de Karine porte ensuite sur l'association entre un ensemble et un des acteurs de la situation, sans pour autant porter sur la notion de «différence» entre la quantité de fleurs de son frère et la sienne. *«Parce que, ben mon frère en a cueilli huit... J'n'ai cueilli quatorze pis j'n'ai perdu huit fleurs... J'les ai données... À ma mère... Pis, y m'restait six fleurs».* Elle termine en disant: *«J'viens tout mélangé».*

Sans une réflexion sur la différence, le résultat obtenu demeure assimilé à une situation de retrait, ce qui pourrait expliquer la difficulté à dénombrer ce qu'il y a «en plus». La relation «de plus» ne peut servir d'appui à la construction de la relation «de moins». Pour Karine, les 6 fleurs cueillies en plus ne correspondent pas aux 6 fleurs cueillies en moins de son frère. En effet, les 6 fleurs cueillies en moins «sont invisibles», dit-elle. Sans la relation «de plus», cet «invisible», cette négation, comme dirait Piaget (1978) ne s'élabore pas.

Nous pourrions, d'autre part, poser l'hypothèse de l'influence de l'aspect affectif. En effet, Karine a-t-elle l'habitude de partager également avec son frère? Cela pourrait-il influencer sa compréhension de cette situation? La poursuite des entrevues nous permettra, peut-être, de répondre à ces questions...

SITUATION 3

Tu as 28 cartes de hockey. Ton cousin a 5 cartes de hockey de plus que toi. Combien ton cousin a de cartes de hockey? Avant de tout commencer, d'après toi, qui a le plus de cartes de hockey?

Karine trouve 34. La représentation mentale initiale semble s'appuyer sur les nombres et la relation «de plus» et ce, malgré le problème de dénombrement. La procédure de dénombrement (2, 4, 6, ... 30, 32, 34) et ses habiletés de calcul mental semblent la source de l'erreur observée ($28+5=34$ et $28+6=44$). En effet, Karine ne modifie pas la régularité du comptage par deux et termine avec le nombre 34. D'autre part, il est possible que, sachant que le résultat doit donner 4 à la position des unités, l'écriture de la phrase mathématique l'amène à ajouter 6 plutôt que 5.

À la suite de ces erreurs, Karine pose pour la première fois une réflexion sur la relation entre «de plus» et «de moins». En effet, elle affirme qu'elle a 6 cartes de moins que son cousin, ce qui correspond à un changement de perspective. Si cette réflexion sur le type de relation avait eu lieu avant, aurait-elle commencé son dénombrement à 2 ou à 28? *L'influence de ses erreurs occasionnelles de dénombrement et de ses connaissances sur le calcul mental semblent avoir une influence plus grande que le croyions dans l'élaboration d'une solution et d'une compréhension de la situation de comparaison.*

SITUATION 4

Tu as 25 autos dans ta boîte à jouets. Ta soeur a 8 autos de moins que toi. On veut savoir combien ta soeur a d'autos dans sa boîte à jouets. Alors, qui a le plus d'autos?

Karine reconnaît qu'elle a plus d'autos. Elle forme un ensemble de 25 jetons sur la table, puis un deuxième de 8 jetons. Karine sépare l'ensemble de 25 en deux sous-ensembles, l'un de 8 et l'autre de 17. Elle ne sait pas comment exprimer son résultat. Les représentations mentales initiales portent sur les nombres, vus comme les représentants d'une quantité. Dans un premier temps, la relation en jeu est assimilée au cardinal du deuxième ensemble. C'est le prélèvement de 8 jetons sur l'ensemble de 25 qui permet de trouver une solution au problème. Toutefois, cette procédure ne permet pas d'introduire la correspondance terme à terme, pour réfléchir sur la différence entre les deux ensembles et asseoir les expressions «de plus et de moins». L'expression «de moins» demeure assimilée à une situation de retrait, ce qui limite l'élaboration d'une nouvelle réflexion.

En proposant le nombre 4 et la relation 3 de moins, Karine assimile toujours l'expression «3 de moins» au cardinal du deuxième ensemble. Une réflexion sur l'écart entre l'état et le type de relation semble susciter une compréhension de la relation «de plus», puis une compréhension de la relation «de moins». L'orthopédagogue demande: *Enlève-moi des jetons pour que toi tu en aies «3 de plus» que moi.* La manipulation est laborieuse, mais Karine arrive à reconnaître que l'orthopédagogue a 3 jetons en moins et que simultanément, elle a 1 jeton.

SITUATION 5

Tu as 14 billes. Tu as 5 de plus que ton ami. Combien de billes a ton ami?

Karine trouve 9, mais ne peut interpréter ce résultat. La représentation mentale initiale s'appuie sur le nombre 14 et la relation qualitative «de plus». Karine reprend la procédure de prélèvement et compte les 5 jetons qui restent. *«... j'ai compté là. J'ai commencé ici. Une, deux, trois, quatre, cinq. Ça faisait cinq. C'est ceux-là. Pis, je n'ai enlevé les autres, pis ça faisait neuf».* Karine pose ensuite une réflexion sur l'expression «de plus». *Un jeu de déplacement des 5 jetons de plus, d'un ensemble vers l'autre, semble lui permettre de changer de perspective.* En effet, à la suite de ce transfert d'un ensemble à l'autre de 5 jetons, elle reconnaît que si elle a 5 de plus, cela implique que son ami a 5 de moins.

SITUATION 6

Tu as 8 crayons de couleur. Tu en as cinq de moins que ton professeur. Peux-tu me trouver combien ton professeur a de crayons?

La préoccupation de Karine, lorsqu'elle vérifie les nombres et les relations en jeu, laisse croire que sa représentation mentale s'appuie tant sur les nombres que sur la relation en jeu. Elle établit une correspondance terme à terme, ce qui lui permet de montrer ensuite ce qu'elle a en moins. Même si la relation «de plus et de moins» est amenée, on se rend compte qu'elle ne s'appuie pas sur une coordination entre représentation mentale et procédure. *Elle semble s'appuyer plutôt sur la notion de contraire.* En utilisant la relation de plus, l'orthopédagogue induit l'opération à utiliser pour représenter ce qui a été manipulé. Karine écrit $8+5=13$. Pour montrer ce qu'elle a. Elle écrit ensuite $13-5=8$.

Étude de cas de Marijo

L'entrevue d'évaluation a permis de voir apparaître des difficultés dans les habiletés de comptage. En effet, Marijo ne peut réciter les nombres plus grands que 38. Elle éprouve de la difficulté à écrire des nombres. Enfin, le plus souvent, elle met ensemble les nombres d'un problème donné, sans égard aux relations présentes. Nous avons présenté uniquement les 4 premières situations à Marijo.

SITUATION 1

Tu as 13 autocollants. Ton ami Maxime en a 7. Combien d'autocollants as-tu de plus que Maxime?

Marijo s'exclame aussitôt: 13. La représentation mentale initiale de Marijo s'appuie sur les nombres, vus comme les représentants de quantité. *Toutefois, c'est au moment où Marijo illustre les deux ensembles qu'une nouvelle compréhension surgit.* En effet, cette illustration l'amène à comparer la quantité de jetons, qui est la même dans les deux ensembles, puis à dénombrer ce qui reste. Elle semble alors élaborer une réflexion au sujet de la relation «de plus», réflexion issue d'une coordination entre l'illustration des ensembles et sa procédure de comparaison

terme à terme. Afin d'écrire ce qu'elle vient de faire, elle écrit le nombre 13, puis le nombre 7. On la sollicite à inscrire un «signe» entre les deux nombres. Elle inscrit – entre les nombres.

SITUATION 2

Tu cueilles 14 fleurs. Ton frère a cueilli 8 fleurs. Combien ton frère a cueilli de fleurs de moins que toi?

Marijo répond immédiatement: 8. La représentation mentale initiale porte sur les nombres. Chacun de ces nombres est vu comme le cardinal d'un ensemble. *C'est l'illustration, qui est sollicitée par le dessin, qui permet à Marijo de se préoccuper de la relation entre les ensembles.* Un rappel des procédures déjà utilisée l'amène à comparer 8 éléments des deux ensembles. Sans que la réflexion au sujet de la «différence» ne soit explicite, on peut observer son apport puisque c'est à partir de ce moment que Marijo dénombre le reste. Marijo identifie la quantité de fleurs de chacun, sans faire intervenir la relation. Elle écrit ensuite $14-6=8$.

SITUATION 3

Tu as 18 cartes de hockey. Ton cousin a 5 cartes de plus que toi. Combien de cartes de hockey ton cousin a-t-il?

Il est intéressant de constater que Marijo prend conscience de la différence entre les situations déjà proposées et celle-ci. Elle s'exclame: *«Mais là, ne ne sait pas combien il en avait».* En effet, c'est la première fois que la relation de comparaison ne s'appuie pas sur le cardinal de chacun des ensembles. En s'appuyant sur une représentation mentale du nombre et de la relation en jeu, elle utilise une procédure de dénombrement et trouve une solution satisfaisante. La réflexion semble porter sur la relation, puisqu'elle nous dit que son cousin a «23 de plus». *Un retour sur la coordination réalisée paraît suffisante pour ajuster cette réflexion à la situation (le nombre 23 correspond à la quantité de son cousin).* Marijo écrit ensuite $18+5=23$, qu'elle vérifie en récitant les nombres de 18 à 23.

SITUATION 4

Tu as 15 autos dans ta boîte à jouets. Ton frère a 8 autos de moins que toi. Combien ton frère a-t-il d'autos?

La représentation mentale initiale porte sur les nombres. Ces derniers représentent bien des quantités. La relation n'intervient qu'à la suite d'une relecture. La compréhension intuitive, selon laquelle elle a plus d'autos, permet de voir apparaître des procédures de dénombrement. *Toutefois, le prélèvement de 8 parmi 15 crée une confusion avec une situation de retrait.* En enlevant 8 jetons de l'ensemble de 15, elle a 7 autos et son frère en a 8. Aucune nouvelle réflexion n'émerge du dénombrement de ce que les deux enfants ont «de pareil». Il semble qu'il soit nécessaire, pour Marijo, d'être familière avec l'expression «de plus» pour travailler avec la relation de moins, ce qui n'est pas le cas. Elle écrit ensuite $15-8=7$.

Discussion

Comment s'élabore la compréhension des élèves rencontrées

Durant toutes les situations, les représentations mentales initiales des enfants se sont appuyées sur le nombre, vu comme le représentant d'une quantité. En effet, à aucun moment, les enfants n'ont traité ces nombres comme des objets physiques à mettre ensemble, ce que les évaluations initiales avaient mis en lumière. Il est vrai qu'elles ont, à ce moment, une certaine expérience de ces situations. En effet, des situations d'ajout et de retrait, de réunion et de complément ont précédé. Nous constatons l'importance de la prise en compte de la relation «de plus ou de moins» à l'intérieur des représentations mentales initiales.

Au moment où on attire l'attention des enfants vers une évaluation qualitative des ensembles, de nouvelles procédures émergent. Ce contact, avec une compréhension qualitative (*qui a le plus?*) appelée intuitive par Herscovics et Bergeron (1989), initie l'établissement d'une correspondance terme à terme, une coordination que nous qualifierons de structuration des connaissances généralisables à d'autres situations. En identifiant l'ensemble le plus grand, sans pour autant savoir «de combien», les élèves prennent conscience, implicitement ou

explicitement, d'une différence entre les ensembles. La prise de conscience de cette différence les amène à dénombrer ce qui reste. Une nouvelle coordination entre la notion de différence et le dénombrement de ce qui reste suscite une nouvelle structuration généralisable. Par exemple, Karoline reconnaît l'implication de la relation amenée par l'expression «de plus». Ces résultats confirment ceux de Stern (1993) pour qui le changement de perspective amené par cette implication, est nécessaire pour résoudre le dernier problème.

Les difficultés rencontrées par ces élèves

Ce type de situation statique semble être fortement influencé par les situations dynamiques qui sont plus familières aux élèves. En effet, des confusions apparaissent, certaines entre les expressions et les procédures impliquées dans les situations dynamiques. Ainsi, interpréter les nombres, comme étant tantôt le cardinal d'un ensemble tantôt la relation en jeu, pose problème. De plus, l'identification des éléments, qui sont en plus, et le prélèvement crée un glissement de sens. Ce glissement amène ensuite une difficulté à constater que reconnaître une différence entre des ensembles ne signifie pas enlever, donner ou prêter. L'interprétation à donner au résultat obtenu (reste ou différence, reste ou cardinal d'un des ensembles) est importante à préciser. Sans un questionnement sur la nature du résultat obtenu, le problème peut être résolu, mais n'est pas pour autant compris.

Une structuration particulière entre des connaissances est apparue. Même si la représentation mentale initiale porte sur les nombres, vus comme les représentants d'une quantité, une comparaison entre «la grandeur» des nombres amène à comparer «la longueur» de deux ensembles. Nous appellerons ce type de coordination entre nombres et procédures, structuration partielle des connaissances. En effet, cette comparaison, issue essentiellement des procédures de séparation et de prélèvement, permet de résoudre le problème sans nécessairement réfléchir sur la relation en jeu. Le prélèvement des éléments qui sont «en plus» semble aussi provoquer un glissement de sens. Nous pourrions donc conclure que, dans le cas de problèmes de comparaison, l'absence d'un des ensembles à comparer peut nuire au développement d'une compréhension, sans pour autant empêcher la résolution du problème posé.

Enfin, il est à noter que certaines manipulations semblent permettre de développer une compréhension «langagière» des expressions utilisées. Une telle compréhension ne signifie pas, toutefois, qu'il s'agit d'une compréhension logique.

Les types de situation de comparaison

Nous pouvons observer que, dans le cas où on demande de trouver *la différence* entre deux ensembles, les élèves doivent apprendre à interpréter le résultat comme une relation et non comme un état. Dans le cas, où on cherche **l'ensemble comparé**, il ne semble plus y avoir de difficulté. Le problème est résolu facilement. Toutefois, nous constatons que les enfants associent l'expression utilisée et l'opération arithmétique, sans nécessairement comprendre la relation en jeu. La difficulté particulière de ce type de situation redevient l'interprétation du résultat. En effet, ce résultat correspond maintenant au cardinal d'un des deux ensembles. Enfin, dans le dernier cas, on cherche **l'ensemble de référence**. Ici, il est nécessaire que les élèves aient développé une flexibilité de leur pensée leur permettant de changer de perspective au besoin. Nous pourrions aussi croire que ce type de situation crée la nécessité de réfléchir sur ce changement de perspective.

Apport de ce type d'accompagnement

Cette étude montre que la démarche d'apprentissage de ces élèves, se réalise grâce aux mêmes intuitions, aux mêmes procédures et aux mêmes réflexions que celles utilisées par un élève régulier. Toutefois, l'élève en difficulté a besoin d'un accompagnement particulier, puisque même en présence de cet accompagnement, des glissements surgissent sur l'interprétation des nombres, des procédures et du résultat obtenu. L'accompagnement offert exige donc une vigilance de la part de l'intervenante afin de laisser le temps à l'élève de s'approprier la situation, de le laisser expérimenter ses premières intuitions et de faire un choix judicieux des pistes à donner. À cet effet, nous retenons l'importance de susciter la construction de réflexions sur la notion de différence et sur l'implication d'une relation sur l'autre.

Les limites de ce type d'intervention

À la lecture de ces interventions, on pourrait croire que la charge de la réflexion repose strictement sur l'adulte alors que l'enfant tente de répondre correctement aux questions posées. Il est possible que ce modèle d'intervention, nouveau pour les orthopédagogues qui l'ont expérimenté, puisse provoquer cette lecture. Toutefois, nos expériences d'interventions auprès de ces élèves nous montrent que, trop souvent, ces élèves cherchent à résoudre un problème, sans savoir qu'il est possible de comprendre ce qui se passe. Dans les cas où des réussites apparaissent, elles s'exclament qu'elles ont eu de la chance ou que c'était facile. Il nous apparaît donc normal que, dans un premier temps, la réflexion soit suscitée par l'adulte. Toutefois, il faut apprendre à distinguer les interventions qui initient une réflexion de celles qui supportent une réflexion. L'accompagnement doit donc chercher à susciter une appropriation du problème, ce que nous voyons apparaître lors des dernières entrevues. En effet, les élèves prennent un temps pour s'approprier les données de la situation proposée.

Conclusion

Cette étude a permis de mieux connaître les représentations mentales qui initient les procédures qui apparaissent pour résoudre ce type de problèmes. L'analyse réalisée devient une réflexion sur le processus d'apprentissage. De cette réflexion, nous pouvons dégager l'importance des représentations que les élèves évoquent au contact d'un problème. Ces dernières orientent les procédures et l'interprétation du résultat obtenu. Le type d'intervention proposé a permis d'étudier l'élaboration de leur compréhension, donc de leur progression. Nous constatons qu'il semble plus difficile de choisir l'opération que d'utiliser des procédures qui permettent de résoudre les problèmes posés. C'est ce qui expliquerait la difficulté à écrire la phrase mathématique qui correspond à la résolution du problème. Toutefois, de nouvelles questions émergent. La perspective constructiviste nous invite, entre autres, à questionner l'élève afin de l'amener à reconstruire, pour lui-même, la compréhension des relations en jeu dans un problème donné. À long terme, ce type d'intervention expérimenté ici peut-il susciter une réflexion autonome chez l'élève? Quelle la distance doit-on respecter, entre la situation et le soutien à offrir, pour susciter cette autonomie?

Références bibliographiques

- BRIARS D.J. and LARKIN J.H.
An integrated model of skill in solving elementary word problems. *Cognition and Instruction*, 1, 1984, pp. 245-296./dd>
- BOUCHARD J. et HUARD C.
Espace mathématique 3. Cahier de l'élève A-B. 2e éd. (2 v.). Guide de l'enseignement. Montréal: Éditions du Renouveau pédagogique, 1989./dd>
- CARPENTER, T.P. et MOSER, J.M.
The development of addition and subtraction problem-solving skills, In T.P. Carpenter, J.M. Moser et T.A. Romberg (Eds.), *Addition and subtraction: A cognitive perspective*, Erlbaum, Hillsdale NJ, 1982, pp. 9-24./dd>
- CARPENTER, T.P. et MOSER, J.M.
The acquisition of addition and subtraction concepts, In R. Lesh et M. Landau (dir.), *Acquisition of mathematics: Concepts and processes*, Academic Press, New York, 1983, pp. 7-44./dd>
- CARPENTER, T.P., HIEBERT, J., et MOSER, J.M.
The effect of problem structure on first-graders' initial solution processes for simple addition and subtraction problems, Wisconsin Research and Development Center for Individualized Schooling, Madison, 1979./dd>
- CARPENTER, T.P., HIEBERT, J., et MOSER, J.M.
Problem structure and first grade children's initial solution processes for simple addition and subtraction problems, *Journal for Research in Mathematics Education*, 12, 1981, pp. 27-39./dd>
- DEBLOIS L.
Trois élèves en difficulté devant des situations de réunion et de complément d'ensembles. *Educational Studies in Mathematics* 34. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. (1), 1997, pp. 67-96./dd>
- DEBLOIS L.
Une analyse conceptuelle de la numération de position au primaire. *Recherches en didactique des mathématiques*. Grenoble: La Pensée Sauvage. 16 (1), 1996, pp. 71-127./dd>
- FAYOL, M.
L'enfant et le nombre: du comptage à la résolution de problèmes, Delachaux et Niestlé, Neuchâtel-Paris, 1990./dd>
- FAYOL, M. et ABDI, H.

Impact des formulations sur la résolution de problèmes additifs, *European Journal of Psychology of Education*. (1), 1986, pp. 41-58./dd>

FAYOL, M., ABDI, H. et GOMBERT, J.-E.

Arithmetic problems formulation and working-memory load, *Cognition and Instruction*. (4), 1987, pp. 183-202./dd>

FUSON, K.C.

Relations entre comptage et cardinalité chez les enfants de 2 à 8 ans, In J. Bideaud, C. Meljac, et J.P. Fischer (dir.), *Les chemins du nombre*, Presses Universitaires de Lille, France, 1991, pp. 159-182./dd>

FUSON K.C.

Children's Counting and Concepts of Number. Springer-Verlag, New-York, 1988./dd>

HERSCOVICS N. et BERGERON J.

Analyse épistémologique des débuts de l'addition. *Actes de la 41^e rencontre de la Commission internationale pour l'étude et l'amélioration de l'enseignement des mathématiques*. Bruxelles, 1989, pp. 155-165./dd>

KAMII C.K.

Les jeunes réinventent l'arithmétique. Berne: Peter Lang, 1990./dd>

NESHER, P.

Level of description in the analysis and subtraction word problems, In T.P. Carpenter, J.M. Mosser et T.A. Romberg (dir.), *Addition and subtraction: A cognitive perspective*, Erlbaum, Hillsdale, NJ, 1982, pp. 25-38./dd>

PIAGET J.

Recherches sur l'abstraction réfléchissante. 1. L'abstraction des relations logico-arithmétiques. Paris: Presses Universitaires de France, 1977./dd>

PIAGET J.

L'équilibration des structures cognitives. Presses Universitaires de France (XXXIII), 1975, 188 p./dd>

PIAGET J.

Recherches sur la contradiction. 2. Les relations entre affirmations et négations. Paris: Presses Universitaires de France, 1974./dd>

RILEY, M.S., GREENO, J.G. et HELLER, J.-I.

Development of children's problem-solving ability in arithmetic, In H. Ginsburg (dir.), *The development of mathematical thinking*, Academic Press, New York, 1983, pp. 153-196./dd>

RILEY M.S. and GREENO J.G.

Developmental analysis of understanding language about quantities and of solving problems. *Cognition and Instruction*. Orlando: Academic Press. 5, 1988, pp. 49-101./dd>

ROSENTHAL, D.J.A. et RESNICK, L.-B.

Children's solution processes in arithmetic word problems, *Journal of Educational Psychology*. 66, 1974, pp. 817-825./dd>

THERRIEN C.

Élaboration de schèmes d'addition en première année du primaire. Thèse de doctorat. Université Laval. 1993./dd>

STERN E.

What Makes Certain Arithmetic Word Problems Involving the Comparison of Sets So Difficult for Children? *Journal of Educational Psychology*. 85 (1), 1993, pp. 7-23./dd>

VERGNAUD G.

L'enfant, la mathématique et la réalité. Berne: Peter Lang. 4^e édition, 1991./dd>

VYGOTSKY

Pensée et langage. Traduction Française de Sève. Paris: Éditions sociales. 2^e édition, 1985./dd>

VERSCHAFFEL L.

Using retelling data to study elementary school children's representations and solutions of compare problems. *Journal for Research in Mathematics Education*. 25 (2), 1994, pp. 141-165.

RECHERCHE

-  Cherchez dans *Éducation et francophonie*:
-  [Recherche par mots-clés](#)
-  [Index des auteurs](#)

LIENS

-  [Consultez cette section pour avoir accès à de nombreux rapports de recherche en éducation de langue française.](#)

ABONNEMENT

-  [Abonnez-vous gratuitement à la revue *Éducation et francophonie* et recevez un avis vous informant de chaque parution dès sa mise en ligne.](#)

PUBLICITÉ

-  [Associez-vous à la revue *Éducation et francophonie* et faites-vous connaître auprès d'un vaste réseau en éducation de langue française. La revue compte plus de 5000 abonnés répartis sur tous les continents.](#)

RÉSUMÉ

Quand additionner ou soustraire implique comparer

Lucie Deblois

Éducation et francophonie

Volume XXV, numéro 1, printemps-été 1997

L'apprentissage et l'enseignement des sciences et des mathématiques dans une perspective constructiviste

RÉSUMÉ - ABSTRACT - RESUMEN

RÉSUMÉ

Cet article étudie le développement de la compréhension d'un sens particulier des opérations d'addition et de soustraction. Nous nous sommes intéressée plus particulièrement aux problèmes de comparaison. La méthode utilisée privilégie un échange entre une adulte et une enfant. Cette discussion a permis d'identifier comment évoluent les représentations mentales, les procédures et les réflexions de trois enfants de 9 ans. Ces enfants ont été identifiées en difficulté d'apprentissage en mathématiques par leur enseignante. Cette étude nous permet d'améliorer notre compréhension du phénomène de l'apprentissage chez des élèves qui éprouvent des difficultés. Le cas échéant, elle permet de donner les balises d'un accompagnement qui permettrait de faciliter le développement de la compréhension pour ce type de problèmes.

RETOUR

ABSTRACT

This article is a study of the development of the understanding of a particular sense in the operations of addition and subtraction. We concentrated particularly on compare problems. The method used favours an exchange between an adult and a child. Through this discussion, we were able to determine how mental representations, procedures and reflections developed in three nine-year-old children. These children were singled out by their teacher as experiencing difficulty in learning mathematics. This study allows us to better understand how children with problems go about learning. Where necessary, it allows us to point the way to facilitating the development of understanding for this type of problem.

RETOUR

RESUMEN

Este artículo estudia el desarrollo de la capacidad de discernir un significado particular de las operaciones de suma y resta. Nos interesamos particularmente a los problemas de comparación. El método empleado privilegia un intercambio entre un adulto y un niño. Esta discusión permite comprender como se transforman las representaciones mentales, los procesos y las ideas de tres niños de 9 años. Esos niños fueron identificados por sus maestros por presentar problemas de aprendizaje de matemáticas. Este estudio nos permite afinar nuestra comprensión del fenómeno del aprendizaje entre los alumnos que presentan dificultades. En última instancia, este estudio permite fijar los márgenes del acompañamiento que apoyará el desarrollo de la capacidad de discernir este

tipo de problemas.

[RETOUR](#)

[Numéros disponibles](#) | [Numéros à paraître](#) | [Appel d'articles](#) | [Comité de rédaction](#) | [Partenaires](#)
[Plan du site](#) | [Archives](#) | [Contactez-nous](#) | [Acelf](#)

© Revue *Éducation et francophonie*, ACELF 2005.

L'apprentissage et l'enseignement des sciences et des mathématiques dans une perspective constructiviste, Volume XXV N° 1, printemps-été 1997.

L'opérationnalisation d'un modèle socioconstructiviste d'apprentissage par problèmes en milieu collégial

Lise OUELLET

Conseillère pédagogique au CÉGEP de Ste-Foy
2410 Chemin Ste-Foy, Ste-Foy (Québec) G1V 1T3
Courriel: lise_ouellet@cegep-Ste-Foy.qc.ca

Louise GUILBERT

Professeure agrégée en didactique des sciences
Faculté des sciences de l'éducation
Université Laval, Ste-Foy (Québec) G1K 7P4
Courriel: Louise.Guilbert@did.ulaval.ca

Table des matières

- Résumé
- Abstract
- Resumen
- Contexte de nos préoccupations
- Vers un modèle d'intervention pédagogique
 - La pensée critique dans une perspective socioconstructiviste
 - Une approche par problèmes dans une vision socioconstructiviste
- Aspects méthodologiques
 - Théories de l'action
 - Mise en oeuvre par étapes
- Déroulement de la première expérimentation
 - Mode d'analyse des données
 - Validation des résultats
- Résultats
- Discussion
 - Comparaison entre les principes initiaux et les principes émergents
 - Comparaison avec d'autres modèles
 - Limites méthodologiques
- Conclusion et pistes didactiques
- Références bibliographiques
- Notes

Résumé

Nous avons mis en oeuvre un modèle d'apprentissage par problèmes en milieu collégial, auprès d'élèves en techniques de réadaptation physique. Cette recherche est du type introspection, où la chercheuse principale,

qui est aussi l'enseignante en action, essaie de rendre explicites et formels les principes qui la guident dans l'action. Notre but est de comprendre: (1) comment se transforme un modèle théorique au contact des contraintes «du terrain» et (2) quels sont les principes, issus de notre savoir pratique, qui influencent la mise en oeuvre de ce modèle en milieu scolaire réel? Suite à une réflexion sur nos actions et à l'analyse de contenu, nous avons tenté de reconstituer, à partir des données de terrain (préparations de cours, journaux anecdotique et réflexif, entretiens d'explicitation), les principes qui nous ont effectivement guidées en situation scolaire. Il apparaît que le modèle théorique doit devenir plus opérationnel, en se traduisant sous la forme de principes initiaux, et que dans l'action ce sont surtout les principes issus du savoir pratique antérieur qui ont le pas sur les principes théoriques. Cette réflexion sur l'action et cette formalisation de principes devraient aider à une mise en place fructueuse d'un nouveau modèle pédagogique.

Abstract

Working with students in physical rehabilitation techniques, we have applied a problem-based learning approach at the college level. This research is introspective: the principal researcher -- who is also the teacher -- attempts to render the principles that guide her both explicit and formal. Our purpose is to understand (1) how a theoretical model can be transformed in the face of restrictions in the field, and (2) what principles, drawn from our practical knowledge, influence the application of this approach in a truly scholastic milieu. After reflecting on our actions, we attempted to reconstitute, with content analysis, the principles which guided us in our practice. This was done on the basis of our field data (course preparation, anecdotal diaries, explanatory meetings). It would appear that the theoretical model must become increasingly operational, translating into initial principles, and that in fact the principles derived from previous practical knowledge rank before theoretical principles. This reflection and this formalization of principles should be of help in successfully implementing a new teaching model.

Resumen

En un contexto colegial, aplicamos un modelo de aprendizaje por problemas entre los alumnos de técnicas de readaptación física. Esta investigación es de tipo introspectivo, en la cual la investigadora principal, quien al mismo tiempo es maestra, busca explicitar y formalizar las causas principales que guían su propia acción. Tratamos de comprender: 1) cómo se transforma un modelo teórico al entrar en contacto con las tensiones características del «terreno», y 2) qué principios, producto de nuestro conocimiento práctico, influyen la aplicación de dicho modelo en el medio escolar. Como consecuencia de nuestra reflexión y del análisis de contenido, tratamos de reconstituir los principios que efectivamente habían guiado nuestra acción escolar, utilizando los datos provenientes del terreno (preparación de clases, diario anecdótico y reflexivo, entrevistas explicativas). Pudimos constatar que el modelo teórico debe ser más operacional y traducir sus principios iniciales; al momento de actuar, es el conocimiento práctico anterior que se impone sobre los principios teóricos. Este examen de la acción y la formalización de principios tedra que facilitar el secundo establecimiento de un nuevo modelo pedagógico.

Contexte de nos préoccupations

Notre recherche trouve ses origines dans des préoccupations concernant des difficultés, chez nos élèves en sciences de la santé, de niveau collégial, et chez de futures enseignantes et de futurs enseignants de sciences, relativement à l'acquisition des savoirs professionnels ainsi qu'au développement des capacités à résoudre des problèmes, à porter un jugement et à prendre des décisions. Leur savoir nous paraissait fragmenté, très compartimenté et difficilement transférable. Quel modèle pédagogique pouvait faciliter l'acquisition des connaissances et des habiletés attendues? Notre hypothèse était qu'une approche par problèmes, s'inscrivant dans une perspective socioconstructiviste et portant particulièrement attention au développement des attitudes et des habiletés de pensée critique, permettrait d'atteindre ce but. Nous avons donc développé et mis à l'essai une approche par problèmes avec de futurs thérapeutes en technique de réadaptation physique de niveau collégial. Cette recherche devrait permettre dans un premier temps:

- de préciser comment peut s'opérationnaliser un modèle d'apprentissage par problèmes (modèle théorique)

- en technique de réadaptation;
- de formaliser notre pratique pédagogique en faisant émerger les principes sous-jacents à nos actions réelles en situation scolaire et ce, grâce à une réflexion en profondeur.

Cet article s'adresse donc autant aux chercheurs qu'aux praticiens de l'enseignement. En effet, les chercheurs qui s'intéressent à l'opérationnalisation d'un modèle théorique, confronté aux contraintes de l'action sur le terrain, y verront une illustration du processus de transformation et de l'interaction continue des savoirs pratique et théorique. Quant à eux, les praticiens pourront s'inspirer des principes généraux ou directeurs qui guident les actions quotidiennes, tant au niveau de la planification des cours que lors de la prestation, dans un contexte d'enseignement constructiviste et ce, à partir de la réflexivité d'une d'entre nous qui a tenté de formaliser son savoir pratique. Depuis longtemps les enseignantes et les enseignants d'expérience savent que les «beaux» principes théoriques, issus de recherches universitaires, ne s'appliquent pas tels quels dans leur classe. Mais ces principes peuvent-ils inspirer leur conduite en tant qu'enseignante ou enseignant et jusqu'à quel point? Comment les principes théoriques peuvent-ils se transformer au contact de leur savoir pratique? C'est à ces questions que cet article tentera de répondre.

Vers un modèle d'intervention pédagogique

Dans son document *L'enseignement collégial: Des priorités pour un renouveau de la formation* (1992), le Conseil des collèges soulignait d'une part l'importance d'avoir recours à des pratiques pédagogiques élaborées et mises en oeuvre selon une perspective constructiviste et d'autre part, la fécondité de l'approche par résolution de problèmes pour développer les compétences des élèves. Selon cet organisme:

«Une pédagogie et une didactique plus actives fondées, par exemple, sur une perspective dite constructiviste et sur une approche par résolution de problèmes, paraissent fécondes pour favoriser les efforts intellectuels de construction et de structuration requis par l'apprentissage scientifique et par le développement de la compétence technique qui s'y rapporte. Ces pratiques présentent des analogies avec des situations et des démarches auxquelles sera confronté le technicien dans l'exercice de ses fonctions de travail: explorer, investiguer et comprendre un problème, élaborer un plan et des stratégies pour le résoudre et en vérifier les résultats.» (Conseil des collèges, 1992, p. 191)

La pensée critique dans une perspective socioconstructiviste

Notre préoccupation pour le développement de capacités de résolution de problèmes et de prise de décision s'appuyant sur une pensée articulée et critique nous a conduites à nous intéresser aux facteurs de développement de la pensée critique. Selon Paul (1990) et Guilbert (1990), la pensée critique est un processus intellectuel, un élément de la réflexion permettant de comprendre et d'évaluer la logique de tout raisonnement dans le but de guider nos croyances et nos actions. Elle tente d'évaluer rationnellement les idées, les connaissances ou les arguments issus de notre propre réflexion ou de celle des autres, en s'appuyant sur des critères et sur certaines valeurs intellectuelles. La pensée critique nécessite un ensemble d'attitudes et d'habiletés particulières. Elle est une pensée disciplinée et auto-correctrice (Lipman, 1995). Elle est sensible au contexte, c'est-à-dire qu'elle tient compte des différents aspects présents dans une situation, considère celle-ci sous plusieurs perspectives, s'interroge sur les valeurs en jeu, demeure constamment ouverte à de nouvelles informations. Nous croyons qu'une approche par problèmes s'inscrivant dans une perspective socioconstructiviste de l'apprentissage est susceptible de favoriser le développement de la pensée critique.

Une approche par problèmes dans une vision socioconstructiviste

Dans l'apprentissage par problèmes (1) (APP) (*problem-based learning*), les élèves, regroupés par équipes, travaillent ensemble à comprendre ou à résoudre un problème proposé par l'enseignant, *problème pour lequel ils n'ont reçu aucune formation particulière*. Ce problème, réel ou réaliste, est présenté autant que possible dans un contexte semblable à celui dans lequel il pourrait se présenter dans la vie réelle; cela signifie souvent qu'il traverse les frontières traditionnelles des disciplines. Barrows (1986) décrit, de plus, une forme d'APP qu'on pourrait nommer apprentissage réflexif par problèmes (APP réflexif) (*close-loop problem-based learning*). Dans cet APP réflexif, après qu'une première démarche (boucle) de cueillette d'information ait été effectuée, on

demande aux élèves d'évaluer les sources d'information qu'ils ont utilisées, d'évaluer également leurs connaissances antérieures et leur raisonnement initial et de voir comment ils peuvent maintenant avoir une meilleure compréhension du problème sur la base de ce qu'ils ont appris. Par rapport aux autres types d'APP, l'insistance est davantage mise sur la réflexivité et la métacognition (Swartz et Perkins, 1989), c'est-à-dire la connaissance, la prise de conscience et le contrôle de ses processus mentaux (planification, auto-régulation et évaluation) et des sentiments rattachés à l'accomplissement d'une tâche et ce, avant, pendant et après l'exécution de celle-ci. Le processus d'apprentissage est ainsi continuellement mis en lumière par les interactions entre les élèves et leur enseignante ou leur enseignant. Il y a donc construction de significations et intériorisation des nouveaux apprentissages par le biais de l'action et de la réflexion.

L'analyse des principes de l'apprentissage réflexif par problèmes (APP réflexif) nous amène à croire que celui-ci pourrait s'inscrire à l'intérieur d'une perspective socioconstructiviste de l'apprentissage. En effet, l'APP réflexif vise à placer les élèves dans une situation concrète où l'application d'algorithmes ou recettes est impossible. La situation crée un déséquilibre cognitif, c'est-à-dire un besoin de connaissances ou de réorganisation du savoir ou des procédures déjà existantes afin de progresser dans la recherche d'une ou de solutions. La prise de conscience des connaissances antérieures et de leurs limites d'application dans un nouveau contexte ainsi que des raisons et des critères guidant leur processus de décision rejoignent bien les postulats constructivistes qui mettent de l'avant le recours aux connaissances antérieures et leur complexification face à une situation insatisfaisante du point de vue cognitif. De plus, lors de l'application de cette approche, l'interaction entre pairs de même que la mise en commun et la critique des idées lors des plénières visent une co-construction des nouvelles connaissances et le développement d'habiletés interpersonnelles. Les mises en situation concernent les nouveaux concepts à développer, le diagnostic (prise de décision) à poser ou le problème à résoudre: par exemple, élaborer un modèle explicatif de la marche dans leurs propres mots, élaborer une grille d'évaluation qualitative de la force musculaire,...

Utilisée dans une perspective socioconstructiviste, l'APP réflexif élargit la vision des ressources utilisées pour construire les connaissances; en plus de la mise à jour des croyances antérieures, les élèves sont encouragés à utiliser l'expérimentation, la consultation d'experts, la recherche documentaire et le raisonnement logique pour produire et reconstruire les informations nécessaires à la résolution du problème.

Nous avons regroupé, dans le **Tableau 1**, les postulats de la perspective socioconstructiviste (Vygotsky, 1985; Glaserfeld von, 1988; Driver, 1989; Grennon Brooks, 1990; Asoko, Driver, et Scott, 1991; Larochelle et Désautels, 1992; Fourez, 1992) sur lesquels s'appuie l'approche par problèmes que nous avons mise en oeuvre, ce qui représente le modèle théorique qui inspire nos actions.

TABLEAU 1 **SYNTHÈSE DES POSTULATS PROPRES À L'APP RÉFLEXIF** **DANS UNE VISION CONSTRUCTIVISTE (MODÈLE THÉORIQUE)**

- C'est le processus qui est important, «ce qui se passe dans la tête de l'élève». Ainsi, c'est le processus de réflexion des élèves qui est le «moteur» du déroulement de l'activité. Le feedback de l'enseignante ou l'enseignant sert à guider les élèves et concerne davantage le processus.
- L'activité part d'une situation réellement problématique et signifiante pour l'élève, c'est-à-dire une situation de doute, d'incertitude ou de difficulté pour celui-ci et l'amène à porter un jugement ou trouver une solution en exerçant la pensée critique parallèlement à la pensée analytique, la pensée créative et la métacognition. On recherche une situation pour laquelle il peut exister plus d'une solution et pour laquelle il n'y a pas nécessairement de procédures toutes prêtes qui permettent de trouver une solution.
- L'enseignante ou l'enseignant soutient, guide et, au besoin, oriente la réflexion personnelle des élèves par des questions ou des remarques judicieuses.
- Le processus encourage l'autonomie, l'initiative et le leadership chez les élèves.

- La coopération entre les élèves au sein du groupe est fondamentale:
 - le groupe forme une communauté de recherche, un groupe social au sein duquel on apprend à considérer des vues opposées, à développer une argumentation, à délibérer et à porter un jugement critique;
 - elle permet de développer la capacité à verbaliser ainsi que la capacité à écouter;
 - le processus de réflexion du groupe est progressivement intériorisé par l'élève.
- Le dialogue entre l'élève et l'enseignante ou l'enseignant, et entre l'élève et ses pairs est très important. L'enseignante ou l'enseignant doit encourager les élèves à se poser mutuellement des questions ouvertes, fécondes et réfléchies et à s'écouter.
- Le développement des différentes habiletés liées à la capacité de réflexion critique est progressif. Il faut donner l'occasion de les exercer très souvent.
- L'erreur est une étape normale au cours de la réflexion conduisant à la résolution d'une situation problématique. La réflexion se réoriente jusqu'à ce qu'elle atteigne son but.
- L'enseignante ou l'enseignant doit être vigilant afin que l'élève ne reste pas sur un sentiment d'échec. Il doit lui faire prendre conscience des apprentissages effectués.
- Le **bilan** des apprentissages est l'étape cruciale de l'activité: on évalue ensemble la démarche et on fait un bilan de ce que l'on retire de cette expérience. On amène également les élèves à prendre conscience de leurs valeurs, de leurs attitudes, de leurs émotions.

En résumé, l'élève est amené, à partir d'un problème signifiant, à prendre conscience et à évaluer la valeur des connaissances ou des solutions produites, de son savoir antérieur et de la démarche utilisée. Ce processus s'effectue par confrontation à diverses sources d'information, par le recours aux connaissances et aux expériences antérieures ainsi qu'à l'expérimentation. L'interaction avec les pairs ou avec l'enseignant devient le catalyseur ou le moteur de cet apprentissage par problèmes. À partir du modèle théorique du **Tableau 1**, nous avons amorcé une certaine opérationnalisation en traduisant l'ensemble de ces postulats en principes initiaux (**Tableau 2**). Nous entendons par principes initiaux: les règles générales de conduite adaptables à plusieurs situations d'enseignement et posés au départ comme balises théoriques servant de guide dans la structuration et la prestation de leçons. Nous retrouvons ces principes dans le **Tableau 2** ci-dessous.

TABLEAU 2 PRINCIPES INITIAUX

a	Maximiser la responsabilité de l'élève dans l'apprentissage.
b	Maximiser les échanges avec les pairs.
c	Construire un problème qui encourage l'utilisation de certains éléments de la pensée critique.
d	Présenter le problème dans un contexte qui soit signifiant pour l'élève.
e	Construire une situation qui puisse permettre de porter attention aux conceptions préalables des élèves.
f	Guider les élèves dans leur démarche personnelle, au besoin les orienter à l'aide de questions ou de remarques judicieuses.

g	Amener les élèves à se représenter le problème à l'aide de phénomènes sous-jacents (physiques, physiologiques, psycho-sociaux ou autres).
h	Amener les élèves à diversifier les stratégies cognitives utilisées.
i	Amener les élèves à identifier les différentes sources possibles d'informations et à les évaluer.
j	Amener les élèves à prendre conscience et à évaluer la valeur et les limites des connaissances et/ou des solutions produites ainsi que du processus utilisé.

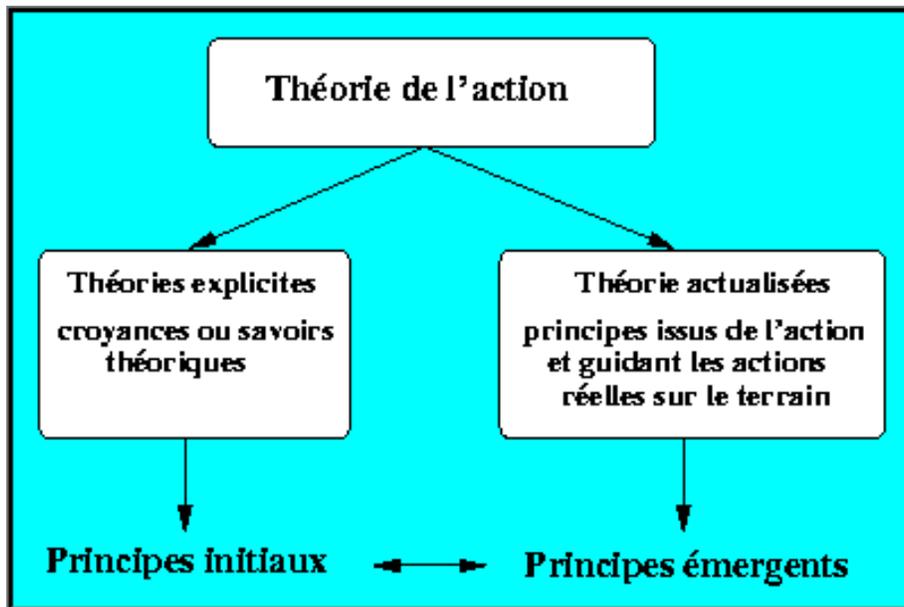
À partir de ces principes initiaux, issus donc de notre modèle théorique, nous nous sommes demandées: *Quels seraient les principes effectivement utilisés dans l'action*, c'est-à-dire les principes émergents, lors de l'opérationnalisation de ce modèle théorique dans une situation scolaire réelle? Cette façon de faire visait avant tout à mettre en évidence l'écart entre la théorie et la pratique ou encore les différences entre les théories auxquelles nous adhérons et les actions réelles sur le terrain.

Aspects méthodologiques

Théories de l'action

Les théories de l'action inspirent notre méthode. Ces théories sont des représentations servant à déterminer les actions et les comportements adoptés en fonction de l'atteinte d'un but. Argyris et Schön (1974) distinguent deux types de théories de l'action, soient les théories explicites (*espoused theories*) et les théories actualisées (*theories-in-use*). Les théories explicites sont les théories de l'action auxquelles nous adhérons, celles dont nous nous servons pour décrire et expliquer nos comportements. Cependant, les théories qui régissent réellement nos actions sont les théories actualisées. Ces théories représentent un savoir tacite, c'est-à-dire, non immédiatement explicite ou conscient. Issues de la pratique, ces théories sont disponibles pour permettre de résoudre les problèmes de la vie quotidienne. De façon similaire, la pratique quotidienne du professionnel révèle, dans ses diagnostics, ses jugements et ses habiletés, une forme de savoir généralement tacite, inhérent à l'action (Schön, 1987). Toujours selon Argyris et Schön (1974), le but de la formation professionnelle est de former un praticien capable de pouvoir réfléchir sur son action, de *créer et valider ses propres théories de l'action* afin de les rendre plus efficaces; il serait donc possible de mettre à jour ce savoir pratique, de le rendre explicite par l'observation et la réflexion sur l'action. C'est donc le but principal de cette recherche: mettre à jour, de façon explicite, les principes qui guident effectivement nos actions. C'est ce que nous avons nommé principes émergents issus de notre savoir pratique, par contraste aux principes initiaux qui eux sont issus de notre savoir théorique (voir **Figure 1**).

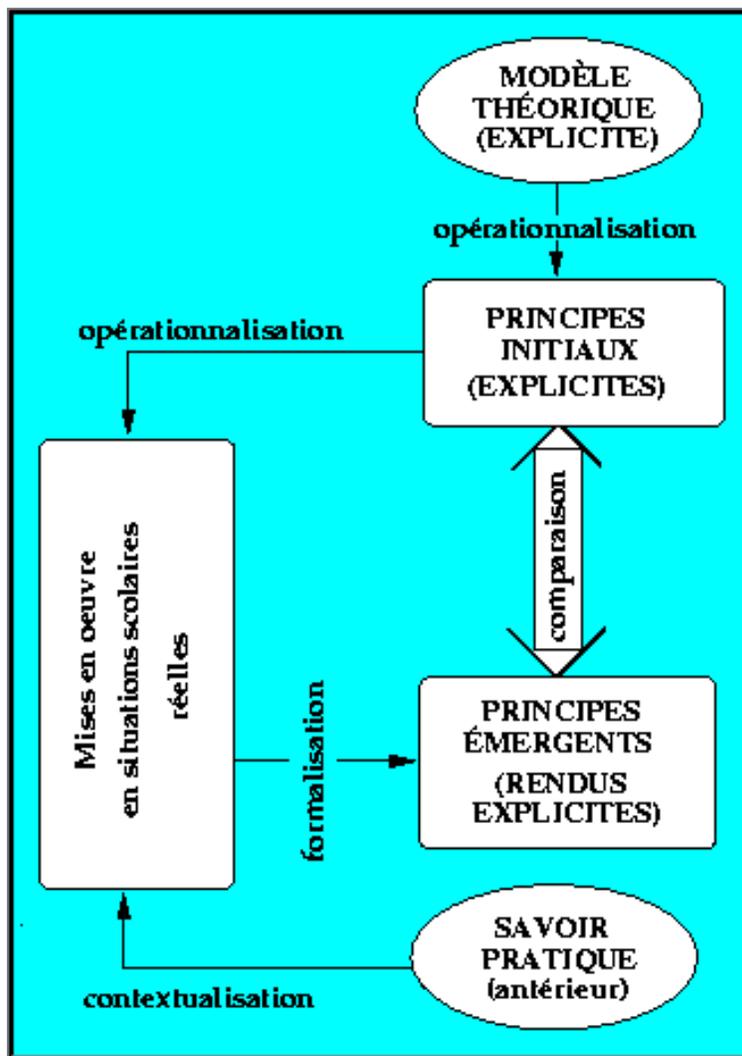
FIGURE 1 - LES THÉORIES DE L'ACTION



Argyris et Schön (1974) affirment qu'il n'y a pas de lien direct entre les théories explicites (théories souvent issues du savoir savant) et la pratique professionnelle. Selon eux, ces théories ont tendance à devenir rapidement désuètes et elles ne sont pertinentes aux compétences professionnelles que lorsqu'elles permettent de mettre en lumière et d'évaluer les croyances et les présupposés sous-jacents à nos théories actualisées. Toujours selon ces auteurs, les théories explicites peuvent même être entièrement incompatibles avec nos théories actualisées. Nous sommes cependant en désaccord sur l'ensemble de ces affirmations et c'est justement le processus de transformation et d'hybridation entre le savoir théorique et le savoir pratique auquel nous croyons qui est l'objet de cette recherche-action: comment une théorie explicite (ici, l'APP réflexif dans une perspective socioconstructiviste) peut se transformer dans l'action et devenir une théorie actualisée (principes émergeant de l'analyse de nos actions), c'est-à-dire guidant l'action.

Notre objectif vise la détermination des principes, effectivement utilisés lors de la mise en oeuvre du modèle théorique. L'actualisation de ce dernier n'est pas directement accessible à notre esprit ou explicite. Nous avons donc tenté de reconstituer, à partir d'entretiens d'explicitation entre l'enseignante-chercheure et la co-chercheure et des données de terrain, ces principes émergents (voir **Figure 2**).

FIGURE 2
CONCEPTUALISATION DE LA DÉMARCHE DE RECHERCHE



Dans cette recherche-action, l'une d'entre nous était à la fois enseignante et chercheuse alors que l'autre était co-chercheuse. Nous avons donc choisi d'utiliser une approche méthodologique expérientielle (réflexion de l'enseignante-chercheuse sur ses actions) et qualitative (modèle ancré de Strauss et Corbin, 1990). Dans le cadre d'une telle approche, nous cherchons à conceptualiser les principes émergents (2) de diverses situations d'enseignement à partir des données recueillies avant, pendant et après la mise en œuvre (documents de préparation de leçons, notes de terrain, dossier anecdotique, journal réflexif et entretiens d'explicitation sur ces derniers documents). En confrontant les principes et les relations qui se dégagent de l'analyse de ces données, nous visons éventuellement, à partir des situations à l'étude, à cerner les principes qui sont récurrents.

Mise en œuvre par étapes

La mise en œuvre de notre modèle théorique détaillé dans le **Tableau 1**, à partir des principes initiaux décrits dans le **Tableau 2**, s'est déroulée en quatre moments différents. Ces moments ont été choisis de façon à permettre une variété de situations d'enseignement. Une pré-expérimentation a eu lieu auprès d'étudiantes et d'étudiants du deuxième cycle en sciences de l'éducation. L'expérimentation proprement dite en Techniques de réadaptation a eu lieu en trois temps, depuis avril 1993, au cégep François-Xavier-Garneau. Elle a traité des thèmes suivants: les problèmes rhumatologiques de l'épaule, les caractéristiques de la marche normale et des boîtiers ainsi que l'anamnèse (processus d'évaluation subjective du client). Cet article s'attarde au thème des problèmes rhumatologiques de l'épaule.

Déroulement de la première expérimentation

Dans une approche traditionnelle, cette leçon était constituée principalement d'un exposé magistral suivi d'une étude d'un cas dans laquelle les élèves devaient appliquer les connaissances présentées lors de l'exposé. Un laboratoire au cours duquel les élèves expérimentaient le plan de traitement, déterminé en classe lors de l'étude

du cas, suivait. Dans le cadre de notre recherche, cette leçon a été réaménagée et s'est déroulée comme suit. Après avoir déterminé les objectifs à atteindre et appréhendé certaines contraintes possibles, le contenu du cours a été classé en trois niveaux de difficulté, puis nous avons identifié les contenus qui seraient traités en classe et en laboratoire. L'ensemble des leçons a été organisé autour d'un cas fictif, mais réaliste, qui devait permettre de faire le tour des concepts à considérer afin de prendre en charge un patient. Ce cas avait été conçu l'année précédente, il a été revu de façon à inclure des éléments qui conduisent les élèves à se questionner davantage sur la crédibilité des informations; par la suite, il a été divisé en quatre portions:

1. les données initiales telles qu'on les retrouve habituellement sur un formulaire de demande de traitement,
2. les données disponibles au dossier médical,
3. les données recueillies à l'aide de questions et
4. celles recueillies lors de l'examen physique.

Au début de l'activité, seules les données initiales ont été remises aux élèves qui devaient, en équipe de 4 à 5 personnes, répondre aux questions suivantes:

- Pour pouvoir élaborer un plan traitement, comment devrions-nous nous y prendre pour ce patient?
- Quelles questions devons-nous nous poser?

Des volumes étaient disponibles à l'avant de la classe sur la rhumatologie (pathologies, signes et symptômes, modalités d'évaluation), sur l'anatomie de l'épaule, de même que d'autres notes de cours remises antérieurement. Pendant que les élèves travaillaient en équipe, l'enseignante circulait dans la classe afin de soutenir les élèves dans leur travail. Une première plénière a suivi au cours de laquelle était discutée la démarche qu'ils entendaient effectuer pour résoudre le problème. Un questionnaire portant sur les questions qu'ils avaient pu se poser pour planifier leur démarche (processus métacognitif, étape de planification) était ensuite rempli par les élèves. Les élèves devaient par la suite déterminer, en trois étapes distinctes, quelles étaient les informations qu'ils avaient besoin de recueillir au dossier médical, lors des examens subjectif et objectif. Après une deuxième plénière pour partager les idées, nous complétions les informations manquantes. Les élèves remplissaient alors un questionnaire d'auto-évaluation sur les questions qu'ils s'étaient ou non posées, sur les jugements portés sur la valeur des informations recueillies, de même que sur leur participation à la démarche de l'équipe. Après que toutes les étapes aient été réalisées, un dernier questionnaire portant à nouveau sur l'ensemble de la démarche utilisée était distribué aux élèves (processus métacognitif, étapes de régulation et d'évaluation).

Au cours suivant, les élèves étaient invités à apparier diverses données subjectives et objectives à d'éventuelles pathologies rhumatologiques de l'épaule. Enfin, ils devaient élaborer un plan de traitement pour le patient dont le cas était à l'étude au cours précédent. Lors du laboratoire qui a suivi, les plans de traitement de chacune des équipes ont été partagés en plénière, puis des objectifs de même que des critères de pertinence des traitements ont été déterminés. Chaque équipe devait expérimenter, puis présenter aux autres leurs modalités de traitement. Enfin, des notes de cours utilisées les années précédentes ont été distribuées, à titre de complément et de synthèse, seulement après que les élèves aient identifié par eux-mêmes les notions et les principes requis pour traiter une condition rhumatologique à l'épaule.

Mode d'analyse des données

Une première lecture des divers documents recueillis a été effectuée puis, a été suivie de plusieurs entretiens d'explicitation (3) entre la chercheuse principale et la co-chercheuse. Rappelons que la chercheuse principale était aussi le sujet d'introspection de cette recherche expérientielle. Une analyse de contenu a été faite (Bardin, 1986; L'Écuyer, 1990) à partir du discours obtenu lors de ces entretiens, mais aussi en tenant compte de l'ensemble des données recueillies. Les unités de signification (4) ont été catégorisées par appartenance sémantique et ce, à partir de catégories prédéterminées et ouvertes. En effet, les principes et les contraintes offraient déjà des catégories prédéterminées. Cette première catégorisation a été vérifiée par la co-chercheuse. Dans les cas litigieux, il y avait clarification des critères ou du sens attribué et cela pouvait demander une redéfinition du nom de la catégorie en cause, de ses caractéristiques ou encore fusion avec d'autres catégories.

Validation des résultats

En ce qui concerne la validité interne ou crédibilité, nous avons utilisé un processus de triangulation quant aux

sources de données (élèves et enseignante), puis l'accord inter-juges quant à la catégorisation. En ce qui concerne la transférabilité ou validité externe, le processus d'introspection s'est effectué à la fois à partir de l'enseignement de divers contenus et de l'application à divers groupe-classes. La fiabilité ou dépendance aux instruments, quant à elle, a été vérifiée par l'analyse de la cohérence des résultats obtenus à partir des divers modes de collecte de données (entretien d'explicitation, journal réflexif, dossier anecdotique, planifications de cours et questionnaires aux élèves).

Résultats

À la suite de l'analyse de contenu effectuée à partir des divers documents et des entretiens d'explicitation, l'ensemble des unités de significations identifiées ont été classées en 7 catégories. Ces catégories sont: principes, critères, finalités, contraintes, élèves, ressenti et points à améliorer. Dans le cadre de cet article, qui se veut un bref aperçu de notre recherche, nous ne présentons que les éléments identifiés à la première catégorie «principes». Nous jugeons ces derniers plus pertinents pour nourrir une réflexion et un réinvestissement dans une démarche d'enseignement.

Nous avons regroupé, dans cette catégorie, les unités de significations faisant référence à une règle d'action s'appuyant sur un jugement de valeur et constituant un guide, une règle ou un but. Au total 24 principes émergents ont été identifiés. Afin de faciliter la lecture du **Tableau 3** et du **Tableau 4**, nous avons numéroté chacun des principes de 1 à 24 (P1... P24). Enfin, certains principes réfèrent à des critères qui sont identifiés par la lettre C. Ces critères ont aussi été numérotés mais de 1 à 4 (C1... C4). La catégorie «principes» a été subdivisée en deux sous-catégories: celle liée à la théorie et celle liée au contexte pratique. Neuf principes émergents sont liés à la théorie (**Tableau 3**). Quinze principes émergents sont liés au contexte pratique, dont 9 à la planification et 6 à la mise en oeuvre de réalisation de la leçon (**Tableau 4**). Il est intéressant de remarquer que, dans l'action, on retrouve presque deux fois plus de principes liés au contexte pratique comparativement à ceux liés aux aspects théoriques. Cette situation pourrait s'expliquer par le fait que les principes émergents liés au contexte semblent apparaître principalement afin de faire face aux contraintes des situations scolaires réelles. Si certaines d'entre elles sont prévisibles, plusieurs autres sont liées aux contingences de la vie quotidienne en classe et constituent de multiples petits événements pouvant avoir un effet sur le déroulement des leçons.

TABLEAU 3
PRINCIPES ÉMERGENTS LIÉS À LA THÉORIE

P1.	utiliser une approche inductive pour amener les élèves à raffiner leur conceptions et à produire des règles générales plutôt que d'apprendre par coeur des concepts et des règles élaborés par d'autres;
P2.	impliquer activement les élèves en privilégiant les activités centrées sur les élèves le plus possible;
P3.	placer les élèves dans une situation problématique globale et contextualisée pour obliger le questionnement, la synthèse et l'application de diverses connaissances et habiletés (dans ce cas-ci, situation qui respecte la chronologie d'une situation réelle);
P4.	faire concevoir des solutions par les élèves en les amenant à utiliser et à réorganiser les connaissances qu'ils possèdent déjà d'une nouvelle façon en fonction d'un problème spécifique;
P5.	faire évaluer par les élèves les solutions apportées par eux ou par les autres à la lumière de critères élaborés et définis par eux-mêmes;
P6.	prévoir des moments et utiliser des outils pour amener les élèves à prendre conscience de leur cheminement intellectuel sur le plan de la métacognition (planification, contrôle et évaluation) et de la pensée critique, (ici par l'utilisation du questionnement et d'un questionnaire de vérification) pour leur permettre de raffiner leur propres schèmes d'auto-questionnement;

P7.	maximiser les interactions entre les pairs par le travail en équipe et en plénière;
P8.	distribuer des notes de cours comme complément d'information ou synthèse de ce que l'on a découvert ensemble en classe (pour leur permettre d'approfondir leur conceptualisation et leur compréhension);
P9.	distribuer les notes de cours en portions et ne les donner à lire qu'une fois qu'on a réalisé ensemble les activités reliées à leur contenu.

Il est à noter que les principes émergents n° 8 et 9 semblent se trouver à la frontière de ceux liés à la théorie et de ceux liés contexte pratique. Ils paraissent être des principes liés aux contraintes pratiques, mais ils sont éclairés ou retenus en fonction d'un principe issu de la théorie sous-jacente. Ils ont été classés dans la première catégorie en raison de leur correspondance qui paraissait plus forte avec celle-ci.

Nous constatons que les principes émergents du **Tableau 3**, liés davantage à la théorie, paraissent être une adaptation plus concrète et plus «pratique» des principes initiaux de notre modèle théorique. Ils permettent de guider l'action. Ils comprennent souvent un objectif dans la formulation même du principe (action pour). Il arrive aussi qu'un objectif est sous-entendu ou encore qu'il soit relié aux énoncés formulés regroupés dans la catégorie «finalités». Enfin, il est important de noter que les principes émergents liés davantage à la théorie nous paraissent avoir été mis à contribution lors de la planification de la leçon et également lors de la réalisation de celle-ci.

TABLEAU 4 PRINCIPES ÉMERGENTS LIÉS AU CONTEXTE PRATIQUE

SOUS-ENSEMBLE 1: Mis en oeuvre lors de la planification de la leçon

P10.	revoir et reconceptualiser la matière;
P11.	déterminer les objectifs particuliers de la leçon;
P12.	utiliser le plus possible le matériel antérieur (notes de cours, cas des années précédentes) en l'adaptant ou le modifiant au besoin afin de rencontrer les objectifs retenus pour la leçon;
P13.	réviser les notes de cours: <ul style="list-style-type: none"> • rechercher les informations nouvelles sur le sujet; • lire (et traduire, souvent en anglais); • conceptualiser et clarifier; • organiser l'information afin que ce soit le plus simple et le plus clair possible pour l'élève;
P14.	déterminer le type d'activité à privilégier en fonction de la matière en classant celle-ci selon certains critères (C2);
P15.	centrer les activités davantage sur l'élève ou davantage sur l'enseignante selon certains critères (C2);
P16.	accorder le temps disponible en fonction de certains critères (C3);

P17.	centrer davantage les activités sur l'enseignante si l'on manque de temps;
P18.	déterminer ce qui sera fait en classe ou en laboratoire (contexte et aménagement nécessaires) (C1).
SOUS-ENSEMBLE 2: Mis en oeuvre lors de la réalisation de la leçon	
P19.	former des équipes qui permettent le maximum d'interaction au sein de l'équipe (C4);
P20.	centrer davantage les activités sur l'enseignante lorsqu'on manque de temps;
P21.	privilégier l'exposé interactif (questionnement) plus que l'exposé magistral lorsqu'on doit centrer davantage les activités sur l'enseignante;
P22.	accorder le temps disponible pour les activités en fonction de certains critères (C3);
P23.	donner certaines activités à faire à l'extérieur de la classe si l'on manque de temps en classe;
P24.	choisir une voie plus expérientielle que de recherche d'informations factuelles (livres, experts) qui permet d'atteindre plusieurs objectifs en même temps en fonction de l'importance de certaines connaissances ou habiletés dans la profession.
	Lorsque le recours à des critères est mentionné dans le tableau, nous référons le lecteur au Tableau 5 , Catégorie Critères.

Les principes émergents, liés au contexte pratique du **Tableau 4**, peuvent se diviser en deux sous-ensembles comme nous l'avons déjà mentionné. Nous retrouvons ceux mis en oeuvre lors de la *planification* de la leçon et ceux mis en oeuvre lors de la *réalisation* de la leçon. Les premiers apparaissent ici dans un ordre qui respecte une certaine chronologie. Certains ont été mis en oeuvre au début de la planification, un a surgi à la fin et les autres sont apparus indifféremment au cours de la planification (selon les contraintes considérées). Ces deux sous-ensembles comprennent majoritairement des principes pratiques, guidant l'action immédiate en fonction de certains critères contenant fréquemment les termes: si, selon, en fonction, lorsque. Nous avons choisi de regrouper ces critères à l'intérieur d'une catégorie distincte afin de ne pas alourdir l'énoncé des principes émergents liés au contexte pratique (**Tableau 5**).

TABLEAU 5 CATÉGORIE CRITÈRES

C1.	ce qui est vu en laboratoire plutôt qu'en théorie est ce qui concerne les manipulations, les expérimentations, les démonstrations et la mise en oeuvre d'exercices par les élèves;
------------	--

<p>C2.</p>	<p>ce qui détermine le type d'activités à réaliser et si celles-ci seront davantage centrées sur l'enseignante ou sur l'élève:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● C2.1 connaissances: <ul style="list-style-type: none"> ○ le type de connaissances; ○ le niveau de difficulté de conceptualisation et d'acquisition des connaissances (3 niveaux sur un continuum: simple, modéré, élevé); ● C2.2 élèves: <ul style="list-style-type: none"> ○ les capacités des élèves (aspect cognitif) (connaissances et habiletés); ○ les attitudes appréhendées (aspect affectif) (passivité, insécurité, non-désir d'apprendre de cette façon, rejet-révolte); ● C2.3 les ressources disponibles et accessibles aux élèves; ● C2.4 le temps disponible;
<p>C3.</p>	<p>ce qui détermine le temps accordé à une activité:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● C3.1 connaissances: <ul style="list-style-type: none"> ○ le niveau de difficulté de conceptualisation et d'acquisition des connaissances; ○ l'importance ou l'utilité d'une connaissance ou d'une habileté dans le travail futur; ● C3.2 élèves: <ul style="list-style-type: none"> ○ les capacités des élèves (aspect cognitif) (connaissances et habiletés); ○ les attitudes appréhendées (aspect affectif);
<p>C4.</p>	<p>ce qui détermine la dimension des équipes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● avec moins de 4 élèves par équipe, il nous semble qu'il n'y a pas beaucoup d'interaction; ● avec plus de 5 élèves par équipe, il nous semble que tous les membres ne participent pas également.

Critères utilisés lors de la mise en oeuvre des principes émergents liés au contexte pratique (**Tableau 4**).

Dans cette catégorie, nous avons pu constater l'émergence de principes qui semblent issus directement du savoir *pratique* antérieur c'est-à-dire sans relation avec notre modèle théorique. C'est le cas des principes 10, 13 et 18. Le principe 11 semble, quant à lui, issu du savoir *pratique*, mais *adapté* à l'utilisation du nouveau modèle théorique.

Discussion

Comparaison entre les principes initiaux et les principes émergents

Il est intéressant de noter que nous n'avons pas retrouvé d'équivalence un à un entre les principes initiaux et les principes émergents. C'est d'ailleurs ce que le **Tableau 6** permet de constater. On retrouve plutôt plusieurs principes émergents qui illustrent un principe initial. En moyenne, 3 principes émergents peuvent correspondre à un principe initial. Il n'y a qu'un seul principe initial (J) qui soit caractérisé par un seul principe émergent issu de l'action (n° 5). En outre, la majorité des principes émergents explicitent plus d'un principe initial. Par exemple, le principe émergent 3 est relié à 6 principes initiaux. Il apparaît donc que les principes guidant réellement l'action peuvent s'inspirer de plus d'un principe théorique dans la complexité du contexte scolaire et que, pour la même raison, un principe théorique peut donner lieu à plus d'une adaptation concrète dans l'action réelle.

TABLEAU 6
COMPARAISON DES PRINCIPES INITIAUX
ET DES PRINCIPES ÉMERGENTS

	Principes initiaux	Principes émergents	n
A	Maximiser la responsabilité de l'élève dans l'apprentissage.	P1, P2, P3, P4	4
B	Maximiser les échanges avec les pairs.	P5, P7	2
C	Construire un problème qui encourage l'utilisation de certains éléments de la pensée critique.	P3, P5, P6	3
D	Présenter le problème dans un contexte qui soit signifiant pour l'élève.	P1, P3	2
E	Construire une situation qui puisse permettre de porter attention aux conceptions préalables des élèves.	P1, P3, P7	3
F	Guider les élèves dans leur démarche personnelle, au besoin les orienter à l'aide de questions ou de remarques judicieuses.	P4, P5, P6	3
G	Amener les élèves à se représenter le problème à l'aide de phénomènes sous-jacents (physiques, physiologiques, psycho-sociaux ou autres).	P3, P4	2
H	Amener les élèves à diversifier les stratégies cognitives utilisées.	P1, P3, P4, P5, P6, P7	6
I	Amener les élèves à identifier les différentes sources possibles d'informations et à les évaluer.	P5, P6	2
J	Amener les élèves à prendre conscience et à évaluer la valeur et les limites des connaissances et/ou des solutions produites ainsi que du processus utilisé.	P5	1

P1, P2, ...:

Les principes émergents du **Tableau 3** ou du **Tableau 4**.

n

Le nombre de principes émergents correspondant à un principe directeur initial (identifié ici par une lettre).

Les principes émergents liés davantage à la théorie et ceux liés au contexte pratique nous semblent avoir été continuellement en interaction lors de la planification et de la mise en oeuvre de la leçon. Ils paraissent avoir été l'objet d'une imbrication étroite, au point où certains principes semblent à la limite des deux sous-catégories. Selon notre interprétation de l'analyse de cette première situation, les principes inspirés par notre modèle théorique *éclairent* l'application des principes liés au contexte, mais ce sont ces derniers qui *gèrent* globalement les décisions dans l'ensemble des situations. En effet, dans l'immédiateté de l'action, sous l'effet de diverses contraintes, les principes d'origine plus théorique ne peuvent s'appliquer dans toute leur essence; des ajustements et des choix doivent alors être faits en fonction des principes d'origine plus pratique qui servent alors de guide face aux choix à effectuer. Ainsi, deux types de savoir semblent donc apparaître et être mis en jeu lors

de l'accomplissement d'une activité d'enseignement: un savoir issu de la théorie et constitué de principes opérationnalisés ainsi qu'un savoir issu de la pratique antérieure et contextualisé dans la situation d'enseignement.

Comparaison avec d'autres modèles

Nous avons comparé sommairement les résultats de notre étude aux types de savoir identifiés par Van der Maren (1995). Celui-ci décrit cinq types de savoirs: le savoir scientifique, le savoir appliqué (opérationnalisation du savoir scientifique), le savoir pratique, le savoir praxique et le savoir stratégique. Le savoir scientifique ou savoir savant ne propose qu'un savoir épuré des postulats et des procédures qui ont conduit à sa construction. Il ne se situe habituellement que dans une seule perspective et représente un modèle idéal non soumis aux contraintes de la situation scolaire authentique. Le savoir pratique est un savoir personnel et contextualisé issu de la participation à une situation de travail réelle et serait constitué d'un ensemble de règles d'action s'appuyant sur des signes ou des repères perçus dans l'environnement. Le savoir praxique, quant à lui, est défini comme «réflexion et conceptualisation sur la pratique, c'est-à-dire une forme de théorisation du savoir pratique» (Van der Maren, 1995, p. 45). Enfin, le savoir stratégique, ou savoir pour l'action, correspond à la rencontre et à l'imbrication du savoir appliqué et du savoir praxique, le savoir appliqué étant ici «concrétisé» ou «actualisé» par sa mise en oeuvre et le savoir praxique étant «formalisé». «Ce savoir appliqué doit être pragmatique dans la mesure où il doit tenir compte des contraintes imposées par la situation, de manière à pouvoir préparer des actions efficaces et à évaluer les actions réalisées dans des conditions d'urgence» (Van der Maren, 1995, p. 49). Ainsi, les deux sous-catégories de principes émergents que nous avons identifiées, ceux liés davantage à la théorie et ceux liés au contexte pratique, nous semblent correspondre aux deux dimensions du savoir stratégique définies par Van der Maren. Les principes émergents, davantage liés à la théorie, nous semblent proches de la dimension «concrétisation du savoir appliqué», tandis que les principes émergents, issus du contexte pratique, nous paraissent similaires à la dimension «formalisation du savoir praxique».

Shulman (1986) suggère une conceptualisation du savoir des professionnels: le savoir propositionnel, les cas-types et le savoir stratégique. Au sujet du savoir stratégique, Shulman indique «qu'il entre en jeu lorsque l'enseignant est confronté à des situations particulières ou à des problèmes, qu'ils soient théoriques, pratiques ou d'ordre moral, dans lesquels des *principes s'opposent et pour lesquels il n'existe pas de solution simple*» (Shulman, 1986, p. 12-13, traduction libre; l'italique est de nous). Ce dernier point appuie nos résultats. En effet, si des principes s'opposent, le praticien ou la praticienne doit effectuer des choix en privilégiant certains principes ou critères. C'est ce que nous avons pu observer dans nos analyses, car ce sont les principes liés au contexte pratique qui ont semblé prendre le pas sur les principes davantage liés à la théorie.

Limites méthodologiques

Il est pertinent de se poser la question: jusqu'à quel point les idées de départ ou le modèle théorique ont pu influencer ce qui a émergé de la pratique? Autrement dit, ne trouve-t-on que ce qu'on avait en tête au début? Dans l'approche d'analyse interprétative émergente, il est reconnu que les données ne sont pas préexistantes au chercheur, mais sont bien le résultat d'une interaction continue entre les cadres théoriques, les croyances et les valeurs de ce dernier et les énoncés d'observation. Nous nous attendions à retrouver des principes qui auraient été inspirés à la fois du modèle théorique initial et des aspects pratiques. À notre surprise, nous avons «retrouvé» deux ensembles distincts: ceux liés à la théorie et ceux liés aux contraintes pratiques. Il aurait été possible que les 7 principes de la catégorie «principes émergents liés à la théorie» soient décrits inconsciemment avec des expressions similaires à celles des 10 principes initiaux. On remarque cependant que la formulation des principes émergents diffère passablement et porte la marque du contexte pratique. En outre, on aurait pu s'attendre à une équivalence un à un des principes. On retrouve plutôt plusieurs principes qui illustrent ou actualisent le principe initial. En effet, la majorité des principes émergents caractérisent plus d'un principe initial, ce qui n'est pas le cas avec les principes émergents liés au contexte pratique. Ces derniers ne se rattachent à aucun principe initial. En résumé, ces résultats nous semblent appuyer une recherche d'objectivité et de remise «à neuf» à partir de l'action afin de viser une certaine formalisation qui se voulait indépendante de la théorisation préalable.

Il existe bien sûr des limites inhérentes à une recherche-action dans laquelle nous sommes à la fois observatrices, protagonistes et sujets de la recherche. Dans l'action, il est difficile d'agir et d'interagir avec les élèves et d'observer en même temps ce qui se passe, de s'interrompre et de prendre des notes. Notre attention est concentrée sur la tâche à accomplir et sur les décisions à prendre au fur et à mesure que la leçon se déroule. Nos processus mentaux ne sont donc pas directement accessibles à la réflexion au cours de l'action. On ne peut vraiment réfléchir en profondeur sur nos actions qu'après que celles-ci aient été accomplies. Cette réflexion

s'appuie alors sur la mémoire et est une interprétation de ce qui a réellement guidé nos décisions dans l'action.

Conclusion et pistes didactiques

L'objectif de notre recherche-action était d'étudier le processus d'application d'un modèle socioconstructiviste en situation scolaire réelle, c'est-à-dire l'opérationnalisation de notre modèle théorique dans l'action. En nous inspirant des théories de l'action, nous avons tenté de reconstituer, à partir des données de terrain, les principes émergents (utilisés sur le terrain) qui nous ont effectivement guidés afin d'en inférer, éventuellement, un modèle actualisé. Nous avons choisi d'utiliser une approche méthodologique expérimentale et qualitative basée sur l'analyse documentaire, les journaux de terrain (anecdotique, réflexif) et finalement l'entretien d'explicitation. Selon nos résultats, il apparaît que les principes guidant notre action sont issus du modèle théorique initial mais aussi conditionnés par notre savoir pratique d'enseignante et par les contraintes du milieu scolaire.

Des principes guidant notre action, certains nous semblent plus fructueux pour guider la structuration d'une approche socioconstructiviste. En effet, à quelques reprises, certains principes, particulièrement ceux identifiés aux n° 8, 9 et 12, indiquent qu'il est important pour une enseignante d'expérience, de pouvoir utiliser le matériel déjà préparé comme les notes de cours, les exercices, les protocoles de travaux pratiques et le matériel audiovisuel. Cet aspect infirme l'idée qu'il est impossible, selon certains, de changer de modèle pédagogique sans devoir recommencer à neuf tout le matériel nécessaire pour le cours. Selon notre expérience d'enseignantes, il est possible de s'inspirer d'un autre modèle d'enseignement et d'utiliser le même matériel. La différence majeure réside, entre autres, dans l'ordre d'utilisation du matériel, dans l'approche inductive plutôt que déductive, mais surtout dans l'esprit avec lequel l'ensemble du cours est conçu (perception du rôle de l'apprenant et de l'enseignant, rapport au savoir, finalités visées).

En plus de cette retombée didactique importante, nous avons réalisé que l'aller-retour constant entre l'opérationnalisation de la théorie et la formalisation de la pratique est un élément majeur permettant de mettre en oeuvre de nouveaux modèles d'apprentissage. Selon Shulman (1986), le savoir stratégique implique une réflexion conduisant à l'auto-connaissance, une conscience métacognitive qui permet à un professionnel de non seulement pratiquer et comprendre sa pratique, mais aussi de *communiquer les raisons de ses décisions professionnelles et de ses actions*. Dans la foulée de Shulman et de Schön, nous encourageons donc les enseignantes et les enseignants à devenir des praticiennes et des praticiens réflexifs, c'est-à-dire capables de «concrétiser» leurs théories et de «formaliser» leur pratique. De plus, nous souhaitons que les principes émergents identifiés pourront guider d'autres enseignantes et enseignants à appliquer un modèle socioconstructiviste dans leurs cours.

Références bibliographiques

ARGYRIS, C. et SCHÖN, D.A.

Theory in practice: increasing professional effectiveness. Washington: Jossey-Bass Publishers, 1974.

ASOKO, H.M., DRIVER, R.H. et SCOTT, P.H.

Teaching for conceptual change. A review of strategies. *Bremen International Workshop*. Germany, March 1991.

BARDIN, L.

L'analyse de contenu. Paris: Presses universitaires de France, 1986.

BARROWS, H.S.

A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, 20, 1986, pp. 481-486.

CONSEIL DES COLLÈGES.

L'enseignement collégial: Des priorités pour un renouveau de la formation. Québec: Conseil des collèges, 1992.

DRIVER, R.

Students' conceptions and the learning of science. *International Journal of Science Education*, 11, 1989, pp. 481-490.

FOUREZ, G.

La construction des sciences. Bruxelles: De Boeck (1re. éd. 1988), 1992.

GLASERFELD, E. von

Introduction à un constructivisme radical. In P. Watzlawick (dir.), *L'invention de la réalité*, Paris: Seuil, 1988, pp. 19-43.

GRENNON BROOKS, J.

Teachers and students: constructivists forging new connections. *Educational Leadership*, 47(5), 1990, pp. 68-71.

GUILBERT, L.

La pensée critique en science: présentation d'un modèle iconique en vue d'une définition opérationnelle. *Journal of Educational Thought*, 24 (3), 1990, pp. 195-218.

L'ÉCUYER R.

Méthodologie de l'analyse développementale de contenu -- Méthode GPS et concept de soi. Sillery, Qc: Presses de l'Université du Québec, 1990.

LAROCHELLE, M. et DÉSAUTELS, J.

Autour de l'idée de science. Itinéraires cognitifs d'étudiants et d'étudiantes. Québec/Bruxelles: les Presses de l'Université Laval et De Boeck-Wesmaël, 1992.

LIPMAN, M.

À l'école de la pensée. Traduction de *Thinking in Education* par Nicole Decostre. Bruxelles: De Boeck, 1995.

PAUL, R.W.

Critical thinking. Rohnert Park, CA: Center for Critical Thinking and Moral Critique, Sonoma State University, 1990, pp. 305-349.

SCHÖN, D.A.

Educating the reflective practitioner. Toward a new design for teaching and learning in the professions. San Francisco, CA: Jossey-Bass Publishers, 1987.

SHULMAN, L.S.

Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), 1986, pp. 4-14.

STRAUSS, A. et CORBIN, J.

Basics of qualitative research. Grounded theory procedures and techniques. Newbury Park, CA: SAGE Publications, 1990.

SWARTZ, R. et PERKINS, D.

Teaching thinking --Issues and approaches. Pacific Grove, CA: Midwest Publications, 1989.

VAN DER MAREN, J.M.

Méthodes de recherche pour l'éducation. Montréal: Presses de l'Université de Montréal, 1995.

VYGOTSKY, L.

Pensée et langage. Traduction de F. Sve. Paris: Messidor/ éditions sociales, 1985.

Notes

(1)

Voir pour plus de détails sur les principes théoriques sous-jacents et sur la mise en oeuvre de cette approche: Guilbert, L. et Ouellet, L. (1997) *Étude de cas -- Apprentissage par problèmes*. Québec: PUQ, 136 p.

(2)

Ici le mot *émergent* ne doit pas être pris dans une vision réaliste du savoir où les données sont pré-existantes au chercheur mais bien comme le résultat d'une interaction entre ces données et les cadres théoriques, les croyances et les valeurs du chercheur. Nous nous situons donc dans une perspective interprétative ou constructive du savoir.

(3)

Entretien non directif, basé sur des interventions de clarification à partir principalement du discours de l'interviewé, visant à rendre explicite son cheminement intellectuel et son rationnel.

(4)

L'unité de signification est prise ici dans le sens attribué par L'Écuyer (1990): «Constitue alors une unité de classification tout mot, toute phrase ou portion de phrase ayant un sens complet en soi» (p. 62).



Association canadienne d'éducation de langue française (ACELF)
268, rue Marie-de-l'Incarnation, Québec (Québec) G1N 3G4
Téléphone: (418) 681-4661 - Télécopieur: (418) 681-3389
Site Internet: <http://www.acef.ca/c/revue/>
© Copyright ACELF, Québec 1997.

RECHERCHE

-  Cherchez dans *Éducation et francophonie*:
-  [Recherche par mots-clés](#)
-  [Index des auteurs](#)

LIENS

-  [Consultez cette section pour avoir accès à de nombreux rapports de recherche en éducation de langue française.](#)

ABONNEMENT

-  [Abonnez-vous gratuitement à la revue *Éducation et francophonie* et recevez un avis vous informant de chaque parution dès sa mise en ligne.](#)

PUBLICITÉ

-  [Associez-vous à la revue *Éducation et francophonie* et faites-vous connaître auprès d'un vaste réseau en éducation de langue française. La revue compte plus de 5000 abonnés répartis sur tous les continents.](#)

RÉSUMÉ

L'opérationnalisation d'un modèle socioconstructiviste d'apprentissage par problèmes en milieu collégial

Lise Ouellet
Louise Guilbert

Éducation et francophonie

Volume XXV, numéro 1, printemps-été 1997

L'apprentissage et l'enseignement des sciences et des mathématiques dans une perspective constructiviste

RÉSUMÉ - ABSTRACT - RESUMEN

RÉSUMÉ

Nous avons mis en oeuvre un modèle d'apprentissage par problèmes en milieu collégial, auprès d'élèves en techniques de réadaptation physique. Cette recherche est du type introspection, où la chercheuse principale, qui est aussi l'enseignante en action, essaie de rendre explicites et formels les principes qui la guident dans l'action. Notre but est de comprendre: (1) comment se transforme un modèle théorique au contact des contraintes «du terrain» et (2) quels sont les principes, issus de notre savoir pratique, qui influencent la mise en oeuvre de ce modèle en milieu scolaire réel? Suite à une réflexion sur nos actions et à l'analyse de contenu, nous avons tenté de reconstituer, à partir des données de terrain (préparations de cours, journaux anecdotique et réflexif, entretiens d'explicitation), les principes qui nous ont effectivement guidées en situation scolaire. Il apparaît que le modèle théorique doit devenir plus opérationnel, en se traduisant sous la forme de principes initiaux, et que dans l'action ce sont surtout les principes issus du savoir pratique antérieur qui ont le pas sur les principes théoriques. Cette réflexion sur l'action et cette formalisation de principes devraient aider à une mise en place fructueuse d'un nouveau modèle pédagogique.

[RETOUR](#)

ABSTRACT

Working with students in physical rehabilitation techniques, we have applied a problem-based learning approach at the college level. This research is introspective: the principal researcher -- who is also the teacher -- attempts to render the principles that guide her both explicit and formal. Our purpose is to understand (1) how a theoretical model can be transformed in the face of restrictions in the field, and (2) what principles, drawn from our practical knowledge, influence the application of this approach in a truly scholastic milieu. After reflecting on our actions, we attempted to reconstitute, with content analysis, the principles which guided us in our practice. This was done on the basis of our field data (course preparation, anecdotal diaries, explanatory meetings). It would appear that the theoretical model must become increasingly operational, translating into initial principles, and that in fact the principles derived from previous practical knowledge rank before theoretical principles. This reflection and this formalization of principles should be of help in successfully implementing a new teaching model.

[RETOUR](#)

RESUMEN

En un contexto colegial, aplicamos un modelo de aprendizaje por problemas entre los alumnos de técnicas de readaptación física. Esta investigación es de tipo introspectivo, en la cual la investigadora principal, quien al mismo tiempo es maestra, busca explicitar y formalizar las causas principales que guían su propia acción. Tratamos de comprender: 1) cómo se transforma un modelo teórico al entrar en contacto con las tensiones características del «terreno», y 2) qué principios, producto de nuestro conocimiento práctico, influyen en la aplicación de dicho modelo en el medio escolar. Como consecuencia de nuestra reflexión y del análisis de contenido, tratamos de reconstituir los principios que efectivamente habían guiado nuestra acción escolar, utilizando los datos provenientes del terreno (preparación de clases, diario anecdótico y reflexivo, entrevistas explicativas). Pudimos constatar que el modelo teórico debe ser más operacional y traducir sus principios iniciales; al momento de actuar, es el conocimiento práctico anterior que se impone sobre los principios teóricos. Este examen de la acción y la formalización de principios tendra que facilitar el secundo establecimiento de un nuevo modelo pedagógico.

[RETOUR](#)

[Numéros disponibles](#) | [Numéros à paraître](#) | [Appel d'articles](#) | [Comité de rédaction](#) | [Partenaires](#)
[Plan du site](#) | [Archives](#) | [Contactez-nous](#) | [Acelf](#)

L'apprentissage et l'enseignement des sciences et des mathématiques dans une perspective constructiviste, Volume XXV N° 1, printemps-été 1997.

Un modèle d'éducation relative à l'environnement visant à modifier la représentation des écosystèmes biorégionaux

Diane PRUNEAU

Université de Moncton, Moncton (Nouveau-Brunswick)
Courriel: prunead@umoncton.ca

Nathalie BREAU

Université de Moncton, Moncton (Nouveau-Brunswick)

Omer CHOUINARD

Université de Moncton, Moncton (Nouveau-Brunswick)

Table des matières

- Résumé
- Abstract
- Resumen
- Introduction
- Un programme de recherche sur la relation et la représentation du milieu
- Méthode
- Réalisation et résultats
 - Application du modèle d'ERE
 - Résultats du prétest
 - Résultats du postest
- Conclusion
- Références bibliographiques
- Notes

Résumé

La valeur écologique des terres humides, habitats riches de vie et productifs, est parfois méconnue des gens en général et même des résidents des zones côtières. Des élèves de 4^e année, à Bathurst, au Nouveau-Brunswick, ont été interrogés pour identifier leur représentation des marais salés et leur relation affective avec ceux-ci. Ces enfants connaissaient très peu ce milieu et n'avaient pour la plupart développé aucune relation avec celui-ci. Un nouveau modèle d'éducation relative à l'environnement, de type expérientiel et biorégional, a été élaboré et expérimenté avec eux dans le but de rendre leur représentation des marais plus juste, plus détaillée et d'améliorer leur relation avec ceux-ci. Le modèle, tel qu'appliqué, est parvenu à modifier leur représentation et leur relation sauf en ce qui concerne la fréquence des visites dans ce type de site.

Abstract

While the wetlands are rich in life and highly productive, their ecological value is scarcely known to the general public, even to the inhabitants of the coastal regions. Some 4th year students at Bathurst, New Brunswick were questioned on their perception of these lands and their emotional attachment to them. The students knew the area but little, and most of them had developed no relationship with it. A new method of environmental education -- experiential and bioregional -- was prepared, and tested on them, with a view to increasing in detail their knowledge of the wetlands, and to improving their relationship with them. As applied, this model changed their knowledge and their relationship, except with regard to the visits to this type of site.

Resumen

El público en general e incluso los habitantes de las zonas costeras, con frecuencia desconocen el valor ecológico de las tierras húmedas, hábitats fértiles y productivos. Se interrogaron a alumnos del 4 grado de Bathurst, Nuevo Brunswick, con el fin de comprender la relación real y la representación que tienen de las marismas saladas. Los alumnos interrogados conocen muy poco ese tipo de medio ambiente y la mayoría no había establecido ningún tipo de relación con ese entorno. Con dichos alumnos se elaboró y desarrolló un nuevo modelo de educación ambiental, basado en la experiencia directa y en la bio-región, cuya finalidad es provocar la construcción de una representación más justa y detallada de las marismas saladas, para así mejorar la relación que se tiene con ellas. El modelo, tal como fue aplicado, logró modificar la representación y la relación pero no la frecuencia de visitas a este tipo de sitio.

Introduction

Les terres humides, zones de transition entre la terre ferme et la mer, occupent une place importante dans l'environnement. Elles constituent des habitats riches de vie, très productifs et irremplaçables pour la reproduction, l'alimentation, le repos et l'hibernation de plusieurs espèces animales et végétales. De plus, les terres humides représentent des ressources naturelles de grande valeur pour l'être humain, puisqu'elles purifient l'eau en filtrant les sédiments et les substances nutritives, réduisent l'érosion et dispersent les surplus d'eau provenant des inondations.

Bien qu'essentielle, la valeur écologique des terres humides est toutefois souvent méconnue des résidents des zones côtières. Ainsi, dans la région de Bathurst, au Nouveau-Brunswick, plusieurs élèves de 4e année ignoraient l'existence de ces précieux écosystèmes ou situaient leur emplacement dans les régions tropicales. Toutefois, grâce à l'utilisation d'une approche éducative expérientielle et constructiviste, ces élèves ont pu modifier sensiblement leur représentation et leur relation avec les marais salés.

Un programme de recherche sur la relation et la représentation du milieu

L'expérience de Bathurst fait partie d'un programme de recherche plus vaste qui a débuté en 1994, à l'Université de Moncton. Le programme, qui se situe dans les domaines de l'éducation relative à l'environnement et de la sociologie, vise à comprendre et à améliorer la relation affective et cognitive des personnes avec leur biorégion. Il s'agit essentiellement d'augmenter, dans un endroit donné, le nombre de personnes qui possèdent une représentation détaillée et critique de leur milieu et qui entretiennent un attachement pour celui-ci. Les chercheurs impliqués dans cette investigation estiment qu'à long terme, ces personnes seront plus aptes à s'engager dans la prise en charge et l'amélioration de leur qualité de vie au plan environnemental.

Le projet a d'abord débuté par une tentative de compréhension des manifestations et des origines de l'attachement au milieu biophysique et à la communauté. Une recension des écrits des domaines de la géographie culturelle, de l'écologie humaine, de l'aménagement du territoire, de la sociologie, de l'urbanisme... a permis aux chercheurs de constater que plusieurs auteurs décrivent effectivement les comportements, habiletés et attitudes d'individus *attachés à leur milieu* (Low et Altman, 1992), *sensibles à leur environnement* (Tanner, 1980) ou démontrant *une identité communautaire* (Hummon, 1986) ou *écologique* (Thomashow, 1995). Ces personnes attachées à leur milieu en possèdent une représentation approfondie, détaillée et positive (Brown et Perkins, 1992). Elles s'y sentent en sécurité, se déclarent liées à des espaces particuliers [les places personnelles spéciales (Sobel, 1993)] et ont tendance à inviter des tierces personnes à venir le visiter. De plus, l'habileté de ces

personnes à percevoir les détails des paysages est très raffinée (Hay, 1988) et elles sont portées à entamer des actions d'amélioration ou de restauration (Proshansky, Fabian et Kaminoff, 1983). Pour ce qui est du développement de l'attachement aux lieux, celui-ci se développerait grâce à des expériences significatives et positives dans des espaces ou serait favorisé par les qualités intrinsèques des lieux (Low et Altman). Ainsi le vécu d'expériences de qualité avec des personnes [situations ayant procuré sécurité, affiliation sociale ou occasions de créer et d'explorer (Rubinstein et Parmelee, 1992)], de moments intensifs de contact intime avec la nature et la modification d'endroits pour les rendre conformes aux besoins personnels (Cooper Marcus, 1992), influenceraient l'attachement à des lieux. De même, le fait de déceler des signes de détérioration, le vécu de cérémonies culturelles ou d'autres événements stimulant la fantaisie et le rêve, entraîneraient l'émergence de cette variable (Low et Altman).

Munis de ces connaissances théoriques sur la nature et le développement d'une relation significative avec le milieu de vie, Pruneau et Chouinard (1997) ont élaboré un modèle d'intervention en ERE (**éducation relative à l'environnement**). Le modèle pédagogique, de type holistique, expérientiel et interdisciplinaire, qui vise l'intensification de la relation personne-groupe social-environnement et l'approfondissement des représentations des écosystèmes de la biorégion, se lit comme suit:

- Inviter successivement les apprenantes et les apprenants à:
 1. percevoir leur environnement dans le but de:
 - l'apprécier;
 - le critiquer;
 - le connaître;
 2. partager avec d'autres leurs expériences, informations, préférences, inquiétudes, objectifs... au sujet de cet environnement;
 3. développer une vision désirée de cet environnement pour le futur;
 4. agir pour améliorer leur milieu.

Le modèle débute par une prise de conscience, chez les apprenantes et les apprenants, des éléments présents dans leur milieu de vie et de leur valeur en terme d'affordance (1). À la première étape, l'enseignante ou l'enseignant essaie d'accroître les habiletés de *perception simultanée* (conscience des sensations visuelles, sonores, olfactives, tactiles et des pensées et sentiments durant le contact avec les paysages) et *critique* (organisation des stimuli sensoriels pour les interpréter, afin de comprendre l'environnement et réagir à celui-ci). À la deuxième étape, le partage des expériences, des informations, des préférences... poursuit le processus de prise de conscience: les apprenantes et les apprenants construisent leurs opinions personnelles au sujet de leur milieu et écoutent celles de leurs pairs. Elles ou ils réalisent ainsi l'état de leur environnement et constatent des dissonances entre leurs besoins et certains éléments de leur voisinage. Les deux dernières étapes facilitent la planification et l'accomplissement de l'action environnementale, d'abord par des mises en situation à caractère intuitif (par l'activité de vision, les personnes comprennent qu'elles détiennent l'option de modifier le futur de leur milieu), puis de manière plus logique.

À chacune des étapes du modèle correspondent également des pistes d'intervention qui aident à la concrétisation des objectifs visés. Ces pistes d'intervention sont inspirées des écrits sur le sens du lieu, sur la perception et la sensibilité environnementale, et sur l'attachement aux lieux. Ainsi pour inciter les apprenants à *apprécier et critiquer leur environnement*, l'enseignante ou l'enseignant peut:

1. Avant d'aller explorer le milieu, susciter un état d'esprit qui va faciliter l'ouverture d'esprit et l'émerveillement. Préparer les élèves à *voir*.
2. Visiter différents endroits et demander aux élèves de comparer les paysages.
3. Utiliser plusieurs sens, particulièrement ceux qui favorisent la mémoire à long terme.
4. Laisser les élèves explorer et jouer.
5. Débuter les sorties par des activités vivantes, animées et progresser vers des mises en situation calmes, favorisant la centration.
6. Servir de modèle. Manifester son engagement et son émerveillement.
7. Utiliser l'esprit du lieu; créer une atmosphère particulière.
8. Raconter ou lire des contes écologiques.
9. Prévoir des solos (courts moments passés seul sur un site).
10. Susciter l'analyse réflexive à propos des émotions vécues dans un lieu.
11. Retourner plusieurs fois au même endroit.
12. Faire choisir un élément d'identification.
13. Encourager l'observation systématique et la critique des paysages.

14. Favoriser une expérience significative et plaisante.
15. Utiliser les cérémonies et les rituels.
16. Exploiter les endroits personnels spéciaux.
17. Utiliser la magie et l'aventure. Déterminer un thème pour chaque sortie et concentrer toutes les activités autour de ce thème.
18. Faire exécuter des cartes de leur environnement et y indiquer les endroits appréciés ou non.

De même, pour leur faire *connaître* ce même environnement, l'enseignante ou l'enseignant peut leur faire découvrir (de façon scientifique ou par l'observation sur le terrain):

- les principaux écosystèmes de leur milieu;
- les plantes indigènes;
- les animaux et leur migration;
- les modes d'exploitation des ressources (dans le présent et le passé);
- les modes d'utilisation des terres;
- les problèmes environnementaux locaux;
- la culture et l'histoire de leur région, etc.

L'étape 2 ou *partage des expériences, informations...* au sujet de l'environnement peut se concrétiser dans des activités variées: arts graphiques, expression dramatique, textes informatifs et ludiques, discussions... Thomashow (1995) et Adams (1991) suggèrent de favoriser une prise de conscience accrue en incitant les élèves à partager les impressions ressenties face aux paysages détériorés et les expériences de bien-être vécues dans des endroits sains et vivants. À travers de telles activités, les apprenantes et les apprenants commencent à exprimer leur identité par le biais de leurs goûts et préférences. Si le processus se déroule bien, ces dernières ou ces derniers vont se sentir prêts à satisfaire ces goûts et préférences en personnalisant l'espace.

À l'étape 3, pour *développer une vision désirée de l'environnement dans le futur*, les activités suivantes peuvent être mises à contribution:

1. Faire exprimer les préoccupations et problèmes par rapport au milieu.
2. De façon individuelle, visualiser des images du futur dans lesquelles les problèmes sont résolus.
3. Partager les images individuelles et construire une vision commune.
4. Relier le futur avec le présent: ressentir la vision commune comme réalisée et retracer les événements qui ont permis de l'accomplir.

Quant à la dernière étape du modèle, on y retrouve les interventions habituellement suggérées dans les démarches de résolution de problèmes en ERE (voir Pruneau, Lachance et Vézina-Bégin, 1992):

1. Choisir un problème auquel les apprenantes et les apprenants aimeraient apporter des améliorations. Bien le définir (sa structure, ses causes, ses intervenants, ses conséquences...). Le fractionner en plusieurs petits buts.
2. Trouver et évaluer des solutions.
3. S'aider dans la démarche en lisant des histoires à succès ou en recourant à des techniques telles que le jeu de rôle et les activités sur les valeurs.
4. Établir et appliquer un plan d'action et d'intervention.
5. Évaluer la démarche et les résultats de l'action.

Le modèle présenté ici, dont l'application se répartit tout au long d'une année scolaire, vise donc la reconstruction progressive de la représentation du milieu de vie. Cette représentation souvent neutre, peu consciente et précise au départ, devient graduellement personnalisée, détaillée, teintée d'émotions et caractérisée par un sentiment d'appartenance. Pour effectuer cette reconstruction de la représentation, le modèle opte d'abord pour des interventions à caractère expérientiel. Influencé par les travaux de Dewey (1938), Piaget (1971) et Kolb (1984), l'apprentissage expérientiel correspond à un processus durant lequel les participants façonnent leurs connaissances et représentations à travers des transactions affectives et cognitives avec leurs milieux biophysique et social. Les étapes suivantes sont généralement présentes: l'expérience réelle, la réflexion ou l'analyse critique du vécu, et la synthèse (Bell, 1995). L'apprentissage expérientiel qui appartient au paradigme constructiviste en raison de la valeur accordée à l'expérience dans le processus de modification des représentations, se distingue toutefois des théories cognitives dont les auteures et auteurs refusent l'insertion des sensations et des émotions

dans la démarche préconisée (Delay, 1996). Le modèle d'ERE présenté ci-haut s'apparente à l'apprentissage expérientiel car le contact avec le milieu est direct et il se réalise par le biais de mises en situation affectives et cognitives. La réflexion est présente à différents moments et elle porte sur la qualité du milieu et sur les expériences vécues. L'action environnementale constitue quant à elle l'activité de synthèse. Le modèle utilise finalement une approche biorégionale puisqu'il vise la *réhabitation* (réappropriation, revalorisation) du milieu de vie (Sale, 1991).

Méthode

Bien que conçu pour des interventions à moyen terme, le modèle d'ERE de Pruneau et Chouinard a fait l'objet d'une expérimentation exploratoire, durant une période de deux semaines, à la Réserve de la Pointe Daly, à Bathurst, au Nouveau-Brunswick. Deux classes de 4^e année ont été impliquées dans cet essai comprenant une demi-journée sur le terrain et un suivi en classe (durant la semaine consécutive). Breau (sous presse) s'est inspirée des interventions du modèle pour créer des activités pédagogiques ayant pour but de faire connaître aux élèves l'écosystème du marais salé. Elle désirait également que ces jeunes développent un désir de protection et un sentiment d'attachement pour les terres humides de leur entourage.

Avant d'expérimenter les activités d'apprentissage inspirées du modèle pédagogique, 16 élèves (8 filles et 8 garçons), ont été choisis dans les deux classes, à l'aide d'une méthode d'échantillonnage par quotas (2), puis convoqués à des entrevues ayant pour but d'identifier leur représentation des marais et leur relation avec ceux-ci. Les questions posées, de type principalement ouvert, et inspirées du cadre théorique sur l'attachement aux lieux ressemblaient aux exemples suivants:

- As-tu déjà vu un marais? Lequel?
- Peux-tu me le dessiner?
- Explique-moi ton dessin.
- Aimes-tu aller dans les marais? Pourquoi?
- Qu'est-ce que tu aimes le plus dans un marais?
- Qu'est-ce que tu aimes le moins?
- Qu'est-ce qu'on peut entendre à cet endroit?
- T'est-il déjà arrivé de vivre une expérience très agréable quand tu visitais un marais? Laquelle?
- etc.

L'exécution d'un dessin et les explications fournies par les élèves au sujet de celui-ci ont ensuite contribué à compléter et à trianguler les données des entrevues ainsi qu'un questionnaire écrit portant sur leurs connaissances quant aux plantes, animaux, chaînes alimentaires... retrouvés dans cet écosystème.

Les données, recueillies de la même façon au prétest et posttest, ont été analysées au niveau de leur contenu par deux codeurs. Les données reliées à la relation avec les marais ont été analysées à partir de catégories *a priori* inspirées du cadre théorique sur l'attachement au milieu. Une valeur de 0, 1, 2 ou 3 a été accordée aux énoncés issus des entrevues en fonction de la présence plus ou moins importante de chacune des catégories: sentiment positif pour les marais, fréquence des visites et vécu d'expériences significatives dans ces lieux, actions posées pour les protéger et contact sensoriel approfondi. Pour ce qui est des données concernant les représentations des élèves, elles ont été analysées sans avoir recours à des catégories de départ mais par le regroupement en catégories émergentes d'éléments signifiants semblables.

Réalisation et résultats

Application du modèle d'ERE

Le modèle d'éducation relative à l'environnement a été expérimenté par Breau, dans les deux classes de 4^e année, de la façon suivante:

1. La veille de la sortie, les élèves ont visionné un vidéo intitulé *Le monstre du marais de la Pointe Daly*. Durant le vidéo, solidement ancré sur la tradition culturelle du milieu, ils ont fait la connaissance d'un monstre qui a aidé deux enfants à préserver le marais en raison de son importante valeur écologique. Le

- monstre se serait par la suite transformé en un tronc d'arbre qui peut encore être aperçu à la Pointe Daly.
2. Une fois sur le terrain, les élèves ont circulé dans le marais en exprimant leurs impressions positives et négatives au sujet du site, c'est-à-dire en identifiant les éléments qui leur semblaient agréables ou non. Durant la sortie, ils étaient répartis en équipes de cinq et encadrés soit par leur enseignante, par des enseignantes à la retraite ou par des animateurs de la *Réserve de la Pointe Daly* (la chercheuse principale n'était pas présente sur le terrain).
 3. Les animateurs ont ensuite raconté à leur équipe que cet endroit était constamment visité par toutes sortes d'individus: zoologistes, botanistes, artistes-peintres, musiciens et monsieurs et madames tout le monde. Ils ont alors invité les élèves à imiter les zoologistes en prélevant des spécimens dans l'eau et la boue, en identifiant leur nom et leur interdépendance (à l'aide d'une grille) et en partageant leurs découvertes avec des pairs lors de *conférences scientifiques*. Les rôles des botanistes ont été joués en observant les plantes à l'aide de rouleaux de papier d'emballage et de miroirs de dentistes; ceux d'artistes-peintres, en se plissant les yeux pour esquisser un dessin des couleurs du marais et en reproduisant graphiquement un élément du secteur grâce à la description d'un pair. Le rôle des musiciens a été à son tour réalisé en créant une symphonie pour accompagner les bruits du milieu à l'aide d'instruments naturels (coquillages, herbages, cônes...). Les élèves se sont finalement identifiés à des visiteurs du marais en vivant un solo de dix minutes auprès de leur élément naturel préféré.
 4. D'autres activités ont suivi sur le terrain: présentation et identification d'objets mystères (savon, oreiller...) qui symbolisent les fonctions écologiques des terres humides, observation du secteur du haut d'une tour et formulation de souhaits pour l'avenir du marais et, à l'aide du bâton de la parole (3), partage des impressions ressenties durant le solo.
 5. De retour en classe, les élèves et les enseignantes ont ensuite déterminé et accompli une action pour aider le marais. Ils ont fabriqué une affiche pour expliquer la valeur écologique des terres humides et ils l'ont présentée à d'autres classes.

Résultats du prétest

Le **Tableau 1**, le **Tableau 2** et le **Tableau 3** offrent un aperçu des résultats du prétest, c'est-à-dire de la relation et des représentations initiales des enfants au sujet des marais. Dans le **Tableau 1**, on remarque que très peu d'élèves éprouvaient de réels sentiments négatifs par rapport à ces derniers. L'appréciation de ceux-ci n'était toutefois pas nécessairement très marquée chez la plupart d'entre eux. Cette situation s'explique sans doute par le fait que 10 élèves sur 16 ont déclaré qu'ils n'avaient jamais vu un marais et que 14 d'entre eux ont soutenu qu'ils ne les visitaient jamais. De même, 12 sujets ont avoué qu'ils n'avaient jamais eu l'occasion de vivre une expérience agréable dans ce type de milieu. Enfin, l'absence de visites et de vécu significatif justifie probablement le manque de connaissances rapporté dans le **Tableau 1** et, par conséquent, le non engagement dans des actions de protection. En effet, selon Belk (1992), les individus prennent un meilleur soin des objets pour lesquels ils ressentent de l'affection. Quant au contact sensoriel approfondi, les résultats semblent assez positifs mais difficiles, par contre, à valider et à interpréter, étant donné le manque de contact réel des élèves avec les terres humides.

TABLEAU 1
PRÉTEST: synthèse des caractéristiques de la relation au marais (N=16)

		Aucun(e)	Faible	Moyen	Fort
1.	Sentiment positif pour les marais.	1	4	5	6
2.	Fréquence des visites.	14	1	1	
3.	Vécu d'expériences significatives.	12	2	2	
4.	Action pour aider le milieu.	16			

5.	Contact sensoriel approfondi.	1	4	5	6
6.	Connaissance indigène ou scientifique des marais:				
	-- générale		12	4	
	-- plantes		13	3	
	-- animaux	1	10	5	
	-- utilité écologique	12	4		
	-- chaîne alimentaire	5	11		

Pour ce qui est des représentations générales des marais (**Tableau 2**), on observe que plusieurs d'entre elles s'éloignent de la description habituellement fournie par les biologistes: *ressemble à une plage, on peut s'y promener en bateau, on y retrouve des crocodiles...* Ces conceptions reflètent de nouveau le manque d'expérience des élèves avec ces sites. Les chercheurs ont également remarqué que la plupart des jeunes ne disposaient d'aucun mot pour désigner ces écosystèmes. Enfin, les représentations positives et négatives des marais (**Tableau 3**) semblent démontrer (sous réserve, étant donné les connaissances limitées des élèves) que les enfants, contrairement à plusieurs adultes, ne ressentaient pas, pour la plupart, de préjugés défavorables face à ceux-ci. En effet, Allard (1990) a trouvé que de nombreux adultes considèrent les marais comme des endroits malsains, malpropres, infestés de moustiques et devant être drainés ou remblayés. Les élèves de Bathurst ne semblaient pas partager ces opinions.

TABLEAU 2
PRÉTEST: exemples de représentations générales (N=16)

Représentation	Nombre d'élèves qui la partagent
Ressemble à une plage.	5
Ressemble à un lac.	5
On peut y nager / sauter dans l'eau.	5
Le marais, tel que décrit par les biologistes.	4
On peut s'y promener en bateau.	3
Ressemble à un champ.	2
On peut y pêcher des poissons.	2
On y retrouve des crocodiles.	2

On y retrouve des poissons qui sucent le sang.	1
On y retrouve des pommiers.	1
On y retrouve des herbes comme dans la jungle.	1

TABLEAU 3
PRÉTEST: exemples de représentations positives ou négatives (N=16)

Représentation	Nombre d'élèves qui la partagent
Endroit spécial à regarder et à visiter.	8
Endroit où on peut s'amuser.	4
Endroit qui sent mauvais.	4
Lieu où on peut apprendre.	3
Endroit qui sent bon.	3
Endroit où se cachent des animaux.	2
On peut y caler dans la vase.	1
Endroit tranquille.	1

Résultats du postest

Le post-test a été réalisé deux semaines après l'expérience à la Pointe Daly. Le **Tableau 4**, le **Tableau 5** et le **Tableau 6** offrent un aperçu des caractéristiques de la relation aux terres humides des élèves à la suite de l'application du modèle ainsi que de leurs nouvelles représentations. Les résultats du **Tableau 4** démontrent une importante augmentation de la présence des caractéristiques d'une relation étroite avec les marais, sauf celle de la fréquence des visites. Les élèves ont pour la plupart exprimé un sentiment admiratif pour les terres humides:

Pascal:

«Les plantes et les couleurs du marais. C'est beau!»

André:

«J'aime observer ce qu'il y a... juste observer.»

Patrick:

«C'est plaisant. C'est tranquille.»

Camille:

«Tu peux voir plein d'animaux et des plantes...»

Plusieurs ont raconté que la sortie à la Pointe Daly leur avait donné l'occasion de vivre une expérience mémorable:

John: «On a essayé d'attraper ce qu'il y avait dans le marais. C'était agréable.»

Éric: «À cause de la petite bibitte. On regardait tous ce qu'elle faisait.»

De même, les sensations olfactives, auditives... ressenties dans le marais salé sont demeurées dans leurs souvenirs ainsi que les connaissances indigènes et scientifiques développées sur le terrain. Des savoirs très pointus ont été retrouvés parmi les réponses des enfants: dessin d'un butor ou d'une cuscute, chaînes alimentaires complexes, etc. Enfin, plusieurs enfants ont été portés à entamer par eux-mêmes des actions environnementales simples, telles qu'expliquer à leurs proches la valeur écologique des marais. Pour ce qui est de la fréquence des visites, deux élèves sur 16 seulement sont retournés dans un marais durant la période de deux semaines qui a suivi l'expérimentation. Ce résultat peut être interprété de deux façons: le peu d'habitude de la majorité des gens de sortir dans le milieu biophysique au mois d'octobre (l'expérience de la Pointe Daly n'aurait pas réussi à modifier cette habitude) ou le trop court laps de temps accordé aux élèves pour manifester leur désir de revoir un marais.

TABLEAU 4
POSTEST: synthèse des caractéristiques de la relation au marais (N=16)

		Aucun(e)	Faible	Moyen	Fort
1.	Sentiment positif pour les marais.		1		15
2.	Fréquence des visites.	14	1		1
3.	Vécu d'expériences significatives.	2	3	9	2
4.	Action pour aider le milieu.	2	6	8	
5.	Contact sensoriel approfondi.		3	4	9
6.	Connaissance indigène ou scientifique des marais:				
	-- générale		4	9	3
	-- plantes		5	9	2
	-- animaux		7	6	3
	-- utilité écologique		7	7	2
	-- chaîne alimentaire	3	11	1	1

TABLEAU 5
POST-TEST: exemples de représentations générales (N=16)

Représentation	Nombre d'élèves qui la partagent
Le marais, tel que décrit par les biologistes.	15
Ressemble un peu à un lac.	1
On peut y nager.	1

TABLEAU 6
POST-TEST: exemples de représentations positives ou négatives (N=16)

Représentation	Nombre d'élèves qui la partagent
Endroit spécial à regarder et à visiter.	15
Endroit où se cachent des animaux.	9
Lieu où on peut apprendre.	6
Endroit qui sent bon.	5
Endroit qui sent mauvais.	3
On y retrouve beaucoup de moustiques	3
On peut y caler dans la vase.	1
Endroit tranquille/relaxant.	1

Si on observe maintenant le **Tableau 5**, on s'aperçoit que la représentation générale des élèves ressemble maintenant davantage à celle proposée par les biologistes ou à celle que la majorité des gens se construisent lorsqu'ils sont aptes à identifier cet écosystème. Quant au **Tableau 6**, des représentations positives y sont surtout rapportées, représentations plus ancrées sur la réalité extérieure, maintenant que les élèves sont plus familiers avec ce milieu.

Conclusion

Les résultats encourageants obtenus à la suite de l'expérimentation à court terme du modèle de Pruneau et Chouinard réactualisent les objectifs de l'éducation relative à l'environnement formulés par l'Unesco et le PNUE (1977): prise de conscience, connaissances, état d'esprit, compétences et participation. Ces objectifs apparaissent comme étant tous également importants dans l'accomplissement du but principal de l'ERE, c'est-à-dire le développement d'un comportement civique responsable. L'apprentissage expérientiel durant lequel l'enseignante ou l'enseignant planifie un savant dosage d'activités à caractère affectif et cognitif dans le milieu et en classe semble également contribuer à atteindre ce but. En effet, l'apprentissage expérientiel est de plus en plus reconnu comme une forme d'intervention qui favorise la construction de nouvelles représentations (Conrad et Hedin, 1995). En effet, le contact approfondi avec le réel provoque souvent des dissonances cognitives. L'enfant qui s'imaginait des éléments peu connus de telle ou telle façon, réalise sur le terrain que ceux-ci ne correspondent

pas tout à fait à sa représentation qu'il a tendance à modifier. Le contact direct, le partage des expériences et la réflexion sur le vécu, étapes proposées par l'apprentissage expérientiel, favorisent ce processus en conscientisant la perception des objets et la relation affective et cognitive avec ceux-ci. Quant au modèle d'ERE, sa puissance se situerait peut-être dans sa capacité de créer un sentiment d'appartenance à la biorégion, grâce aux activités d'appréciation, de vision et d'action.

Certaines considérations doivent toutefois être prises en compte avant de permettre la généralisation des résultats présentés dans cet article et d'autoriser la validation du modèle de Pruneau et Chouinard. En effet, le peu d'expérience et de connaissances des enfants au sujet des marais permettait déjà d'entrevoir des changements dans leurs représentations à la suite de l'expérimentation. De même, tel qu'expliqué par Debarbieux (1997), l'augmentation du degré de familiarité avec un lieu risque d'accroître la valeur qui lui est accordée. Enfin, le peu de temps qui s'est déroulé entre le moment de l'expérimentation et celui du postest constitue une limite importante de cette recherche.

Plusieurs questions peuvent tout de même être formulées à la suite de cette recherche exploratoire:

- Le nouveau modèle d'ERE serait-il apte à modifier et à rendre plus détaillées les représentations des écosystèmes d'une biorégion?
- Le modèle peut-il contribuer à l'appréciation du milieu?
- Incite-t-il à la prise de conscience et à l'action?
- Est-ce qu'il permet l'acquisition de connaissances?
- Ne modifie-t-il pas les habitudes des gens en ce qui concerne les visites dans le milieu naturel?

D'autres essais du modèle seront nécessaires pour répondre aux interrogations présentées ci-haut surtout en ce qui a trait à l'écosystème du marais, milieu moins accessible, méconnu et susceptible de provoquer des préjugés défavorables.

Références bibliographiques

ADAMS, Eileen.

Back to basics: Aesthetic experience, *Children's Environments Quarterly*, vol. VIII, n° 2, 1991, pp. 19-29.

ALLARD, L.P.

Pas seulement pour les grenouilles, *Sentier chasse-pêche*, vol. XIX, n° 9, 1990, p. 20.

BELK, Russell W.

Attachment to possessions, dans *Place attachment*, sous la direction de Irwin Altman et Setha M. Low. New York: Plenum Press, 1992, pp. 37-62.

BELL, M.

What constitutes experience?, dans *Experiential learning in schools and higher education*, sous la direction de R.J. Kraft et J. Kulsmeier. Boulder, CO: Kendall Hunt, 1995, pp. 9-16.

BREAU, Nathalie.

Écoaventures à Pointe Daly. Bathurst, NB: Réserve de la Pointe Daly, (sous presse).

BROWN, B.B. et PERKINS, D.D.

Disruptions in place attachment, dans *Place attachment*, sous la direction de Irwin Altman et Setha M. Low. New York: Plenum Press, 1992, pp. 279-304.

CONRAD, Dan et HEDIN, Diane.

National assessment of experiential education: Summary and implications, dans *Experiential learning in schools and higher education*, sous la direction de R.J. Kraft et J. Kielmeier. Boulder, CO: Kendall Hunt, 1995, pp. 382-403.

COOPER MARCUS, Clare.

Environmental memories, dans *Place attachment*, sous la direction de I. Altman et S.M. Low. New York: Plenum Press, 1992, pp. 87-112.

DEBARBIEUX, Bernard.

Les représentations de l'espace, *Sciences humaines*, n° 71, 1997, pp. 32-35.

DELAY, Randolf.

Forming knowledge: Constructivist learning and experiential education, *The Journal of Experiential Education*, vol. XIX, n° 2, 1996, pp. 76-81.

DEWEY, John.

Experience and education. New York: Collier, 1938.

GIBSON, J.J.

The theory of affordance, dans *Perceiving, acting and knowing*, sous la direction de R. Shaw et J. Bransford. Hillsdale, NJ: Laurence Erlbaum Association, 1977.

- HAY, R.B.
Toward a theory of sense of place, *Trumpeter, Journal of Ecosophy*, vol. V, n° 4, 1988, pp. 159-164.
- HUMMON, D.M.
City mouse, country mouse: The persistence of community identity, *Qualitative Sociology*, vol. IX, n° 1, 1986, pp. 3-25.
- KOLB, D.A.
Experiential learning. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1984.
- LOW, Setha M. et ALTMAN, Irwin.
Place attachment, dans *Place attachment*, sous la direction de Irwin Altman et Setha M. Low. New York: Plenum Press, 1992, pp. 1-12.
- PIAGET, Jean.
Psychology and epistemology. Middlesex, England: Penguin Books, 1971.
- PROSHANSKY, H.M., FABIAN, A.K. et KAMINOFF, R.
Place identity, *Journal of Environmental Psychology*, vol. III, 1983, pp. 57-83.
- PRUNEAU, Diane et CHOUINARD, Omer.
Un modèle d'intervention pédagogique qui favorise la relation personne / groupe social / environnement, dans *Défis et enjeux de l'éducation dans une perspective planétaire*, sous la direction de France Jutras et Mohamed Himech. Sherbrooke: Éditions du CRP, 1997.
- PRUNEAU, Diane, LACHANCE, Françoise et VÉZINA-BÉGIN, Christine.
Nous, on prend l'ERE. Guide pédagogique d'intégration des matières en éducation relative à l'environnement. Québec: Société linnéenne du Québec, 1992, 300 p.
- RUBINSTEIN, Robert L. et PARMELEE, Patricia A.
Attachment to place and representation of the life course by the elderly, dans *Place attachment*, sous la direction de Irwin Altman et Setha M. Low. New York: Plenum Press, 1992, pp. 139-163.
- SALE, K.
Dwellers in the land. Philadelphia: New Society Publishers, 1991.
- SOBEL, Daniel.
Children's special places. Tucson, AR: Zephyr Press, 1993.
- TANNER, Thomas.
Significant life experience: A new research area in environmental education, *The Journal of Environmental Education*, vol. XI, n° 4, 1980, pp. 20-24.
- THOMASHOW, Mitchell.
Ecological identity: Becoming a reflective environmentalist. Cambridge, Mass: MIT Press, 1995.
- UNESCO-PNUE.
Conférence intergouvernementale sur l'éducation relative à l'environnement: Tbilissi (URSS), 14-26 octobre, Rapport final. Paris: Unesco, 1977.
-

Notes

(1)

Le concept d'*affordance* a été proposé par Gibson (1977). L'*affordance* réfère à la propriété qu'un individu attribue à un objet de répondre à ses propres besoins. Ainsi, un terrain de mousses pourra être évalué comme agréable pour marcher ou se reposer. De la même façon, une place publique sera considérée comme un endroit potentiel de rencontre sociale.

(2)

La population visée ici était composée des élèves de 4e année de la région de Bathurst. De cette population, un échantillon de cas typiques a été prélevé en demandant aux élèves des deux classes de répondre à un court questionnaire mesurant leur relation avec le milieu naturel (attachement et fréquence des visites). Les 16 élèves retenus démontraient différents niveaux de relation à ce milieu.

(3)

Le bâton de la parole est un instrument amérindien qui accorde le droit de s'exprimer à celui ou à celle qui le porte, dans un cercle de discussion.



Association canadienne d'éducation de langue française (ACELF)
268, rue Marie-de-l'Incarnation, Québec (Québec) G1N 3G4
Téléphone: (418) 681-4661 - Télécopieur: (418) 681-3389
Site Internet: <http://www.acef.ca/c/revue/>
© Copyright ACELF, Québec 1997.

RECHERCHE

-  Cherchez dans *Éducation et francophonie*:
-  [Recherche par mots-clés](#)
-  [Index des auteurs](#)

LIENS

-  [Consultez cette section pour avoir accès à de nombreux rapports de recherche en éducation de langue française.](#)

ABONNEMENT

-  [Abonnez-vous gratuitement à la revue *Éducation et francophonie* et recevez un avis vous informant de chaque parution dès sa mise en ligne.](#)

PUBLICITÉ

-  [Associez-vous à la revue *Éducation et francophonie* et faites-vous connaître auprès d'un vaste réseau en éducation de langue française. La revue compte plus de 5000 abonnés répartis sur tous les continents.](#)

RÉSUMÉ

Un modèle d'éducation relative à l'environnement visant à modifier la représentation des écosystèmes biorégionaux

Diane Pruneau
Nathalie Breau
Omer Chouinard

Éducation et francophonie

Volume XXV, numéro 1, printemps-été 1997

L'apprentissage et l'enseignement des sciences et des mathématiques dans une perspective constructiviste

RÉSUMÉ - ABSTRACT - RESUMEN

RÉSUMÉ

La valeur écologique des terres humides, habitats riches de vie et productifs, est parfois méconnue des gens en général et même des résidents des zones côtières. Des élèves de 4^e année, à Bathurst, au Nouveau-Brunswick, ont été interrogés pour identifier leur représentation des marais salés et leur relation affective avec ceux-ci. Ces enfants connaissaient très peu ce milieu et n'avaient pour la plupart développé aucune relation avec celui-ci. Un nouveau modèle d'éducation relative à l'environnement, de type expérientiel et biorégional, a été élaboré et expérimenté avec eux dans le but de rendre leur représentation des marais plus juste, plus détaillée et d'améliorer leur relation avec ceux-ci. Le modèle, tel qu'appliqué, est parvenu à modifier leur représentation et leur relation sauf en ce qui concerne la fréquence des visites dans ce type de site.

[RETOUR](#)

ABSTRACT

While the wetlands are rich in life and highly productive, their ecological value is scarcely known to the general public, even to the inhabitants of the coastal regions. Some 4th year students at Bathurst, New Brunswick were questioned on their perception of these lands and their emotional attachment to them. The students knew the area but little, and most of them had developed no relationship with it. A new method of environmental education -- experiential and bioregional -- was prepared, and tested on them, with a view to increasing in detail their knowledge of the wetlands, and to improving their relationship with them. As applied, this model changed their knowledge and their relationship, except with regard to the visits to this type of site.

[RETOUR](#)

RESUMEN

El público en general e incluso los habitantes de las zonas costeras, con frecuencia desconocen el valor ecológico de las tierras húmedas, hábitats fértiles y productivos. Se interrogaron a alumnos del 4 grado de Bathurst, Nuevo Brunswick, con el fin de comprender la relación real y la representación que tienen de las marismas saladas. Los alumnos interrogados conocen muy poco ese tipo de medio ambiente y la mayoría no había establecido ningún tipo de relación con ese

entorno. Con dichos alumnos se elaboró y desarrolló un nuevo modelo de educación ambiental, basado en la experiencia directa y en la bio-región, cuya finalidad es provocar la construcción de una representación más justa y detallada de las marismas saladas, para así mejorar la relación que se tiene con ellas. El modelo, tal como fue aplicado, logró modificar la representación y la relación pero no la frecuencia de visitas a este tipo de sitio.

[RETOUR](#)

[Numéros disponibles](#) | [Numéros à paraître](#) | [Appel d'articles](#) | [Comité de rédaction](#) | [Partenaires](#)
[Plan du site](#) | [Archives](#) | [Contactez-nous](#) | [Acelf](#)

© Revue *Éducation et francophonie*, ACELF 2005.

L'apprentissage et l'enseignement des sciences et des mathématiques dans une perspective constructiviste, Volume XXV N° 1, printemps-été 1997.

Le constructivisme en didactique des sciences - dilemmes et défis

Bernard LAPLANTE

Baccalauréat d'éducation française

Faculté d'éducation, Université de Regina (Saskatchewan)

Courriel: bernard.laplante@uregina.ca

Table des matières

- Résumé
- Abstract
- Resumen
- Introduction
- Les conceptions des élèves en sciences
- Modèles pédagogiques d'orientation constructiviste
- Attrait de la perspective constructiviste et intégration aux pratiques éducatives
- Cas de deux enseignantes du primaire en immersion française
- Discussion - changements et obstacles aux changements en didactique des sciences
- Références bibliographiques
- Notes

Résumé

Depuis une vingtaine d'années, le constructivisme en didactique des sciences semble être à la mode. Ainsi, suite aux recherches portant sur les conceptions des élèves, de nombreux modèles pédagogiques d'orientation constructiviste ont été proposés. Pourtant ces modèles n'arrivent pas à s'imposer. Certains obstacles semblent freiner, voire même empêcher, l'intégration d'une perspective constructiviste à l'enseignement des sciences. Cet article explore certains aspects de cette problématique afin de cerner la nature des dilemmes et des défis auxquels les tenants d'une perspective constructiviste ont à faire face.

Abstract

For over twenty years, constructivism has been prominent in science education. As the result of an extensive research program on students' conceptions, various constructivist oriented teaching models have been developed. Nonetheless, it seems that a number of obstacles are delaying, if not preventing, the integration of these teaching models in the science classroom. This article explores some of the dilemmas and challenges facing supporters of a constructivist perspective in science education.

Resumen

Desde hace unos veinte años se puso a la moda el constructivismo en la didáctica de las ciencias. Las investigaciones sobre las concepciones de los alumnos inspiraron la proposición de un sinnúmero de modelos pedagógicos de orientación constructivista. Sin embargo, dichos modelos no han logrado imponerse. Algunos obstáculos parecen frenar e incluso impedir la integración de una perspectiva constructivista en la enseñanza de las ciencias. Este artículo explora algunos aspectos de dicha problemática con el objeto de circunscribir el tipo de dilemas y desafíos que tienen que confrontar los promotores de la perspectiva constructivista.

Introduction

Depuis une vingtaine d'années, le constructivisme est à la mode. C'est ainsi que les recherches portant sur les conceptions des élèves à propos des objets et des phénomènes qui les entourent sont devenues le moteur de presque tous les efforts visant à améliorer l'enseignement et l'apprentissage des sciences à l'école (Treagust, Duit et Fraser, 1996). Suite à ces recherches, de nombreux modèles pédagogiques ont été proposés dans le but d'amener les élèves à changer et/ou complexifier leurs conceptions. Pourtant, malgré leur attrait certain, ces modèles n'arrivent pas à s'imposer (Duit, 1995; Larochelle et Bednarz, 1994). Certains obstacles semblent freiner, voire même empêcher, l'intégration d'une perspective constructiviste à l'enseignement des sciences.

Il faut dire que l'épistémologie constructiviste place les différents acteurs (1) qui oeuvrent en didactique des sciences devant de nombreux dilemmes. Selon les choix pour lesquels ils optent -- rester dans leurs habitudes ou changer et apprendre -- ces acteurs peuvent avoir à relever des défis de taille. Cet article explore certains aspects de cette problématique afin de cerner la nature des dilemmes et des défis auxquels les tenants d'une perspective constructiviste ont à faire face.

Pour bien se situer dans le contexte de la classe et illustrer certaines caractéristiques de l'épistémologie constructiviste, nous discutons d'abord de la nature des conceptions des élèves et du rôle qu'elles jouent dans l'apprentissage des sciences. Puis, nous présentons les grandes lignes de certains modèles pédagogiques d'orientation constructiviste afin d'illustrer leur complexité et le défi que pose leur mise en oeuvre en milieu scolaire. Ensuite, nous discutons du cas de deux enseignantes de première année pour mieux comprendre ce qui, à notre sens, constitue un des obstacles majeurs à l'intégration de la thèse constructiviste à l'enseignement des sciences au primaire. Enfin, nous concluons en apportant des suggestions qui pourraient faciliter une telle intégration.

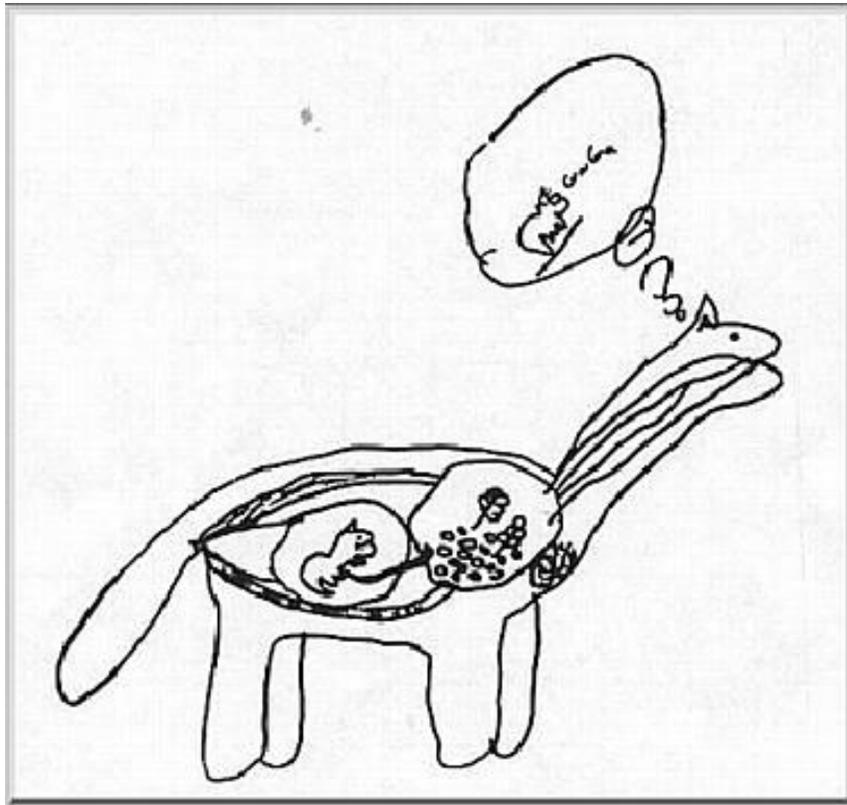
Les conceptions des élèves en sciences

Comme le souligne Désautels (1983), les enfants n'attendent pas d'aller à l'école pour formuler des explications aux phénomènes naturels dont ils font l'expérience. Ainsi avant même d'avoir suivi des cours de sciences, les enfants ont élaboré de nombreuses conceptions à propos de notions aussi variées que l'origine des roches, l'énergie, la photosynthèse, l'électricité et le comportement des animaux. Ces conceptions correspondent aux connaissances personnelles des élèves par rapport à un phénomène quelconque ; elles marquent également leur façon de penser et de raisonner face à des situations qui y font référence. Il faut donc voir ces conceptions en tant que produits et outils de la pensée. Ces conceptions sont souvent différentes de celles généralement acceptées par les scientifiques. De plus, elles sont tenaces et elles résistent aux efforts qui sont faits pour les amener à évoluer.

À titre d'exemple, considérons d'abord le cas de cette fillette de 6 ans qui a dessiné sa chienne qui attend un petit (**Figure 1**). En interagissant avec son environnement et surtout en interrogeant les gens qui l'entourent, si on peut en juger d'après son dessin, elle en est arrivée à élaborer un premier niveau de formulation des conceptions pour le moins intéressantes de la gestation, de la digestion et de la pensée chez les animaux. Ces conceptions forment un savoir pratique auquel elle fera sûrement appel pour donner un sens à des expressions comme: «Il faut que maman mange pour nourrir le bébé qui est dans son ventre.» Cette fillette fera également référence à ces conceptions pour répondre à des questions portant sur la pensée des animaux. Considérons également le cas de cette élève de troisième année à qui l'enseignant demandait ce qui arrive quand on met du sel dans l'eau. Alors que plusieurs élèves ont répondu: «Le sel fond», elle lui a dit: «Le sel va flotter à la surface de l'eau [...] l'été dernier je suis allée nager à la mer et le dessus de l'eau goûtait salé» (Entendu par l'auteur, novembre,

FIGURE 1

Chienne qui attend un petit (collection de l'auteur: 1986). Le fœtus flotte dans l'utérus. Il est nourri par un cordon relié directement à l'estomac de la mère. Cette dernière semble savoir qu'elle attend un petit; elle pense à son bébé qui dit «GaGa».



Ces deux exemples illustrent à leur façon que les expériences vécues sont à la source des conceptions et que c'est à partir de ces mêmes conceptions que les apprenants parviennent à donner un sens à de nouvelles expériences. La cognition est active tout au long de ce processus de construction de sens qui demeure individuel et idiosyncratique. Comme le dit si habilement Duit (1995) «Les conceptions guident les perceptions qui à leur tour développent les conceptions.» (p. 280, traduction libre). De la même façon, les apprenants ne reçoivent pas passivement les connaissances qui leur sont présentées. Ils ne les comprennent qu'en construisant un sens à partir de leurs propres conceptions. Aux yeux des apprenants, les conceptions sont fort utiles et se montrent viables, non pas parce qu'elles correspondraient à la réalité des choses telles qu'elles sont, mais dans la mesure où elles leur permettent d'organiser le monde des expériences et de résoudre les problèmes auxquels ils ont à faire face (Ruel, 1992) (2).

Ces conceptions représentent un dilemme important pour les praticiens de l'enseignement des sciences. Doit-on continuer de les ignorer (avec les résultats qu'on connaît)? Sinon, comment doit-on les intégrer à l'enseignement? De nombreux chercheurs et chercheuses se sont penchés sur cette question. Compte tenu de la nature de ces conceptions et du rôle qu'elles jouent dans l'apprentissage, il est peu surprenant que, depuis une vingtaine d'années, leur étude soit devenue le moteur de presque tous les efforts visant à améliorer l'enseignement et l'apprentissage en sciences (Treagust, Duit et Fraser, 1996). Des centaines d'articles publiés sur le sujet en répertorient les multiples variations (3). De nombreux livres explorent le rôle que ces conceptions jouent dans l'apprentissage (4). Ces travaux «ont contribué à une meilleure compréhension de la formation des connaissances par l'apprenant et à l'élaboration de situations didactiques susceptibles de favoriser leur évolution» (Larochelle et Bednarz, 1994, p. 5).

Modèles pédagogiques d'orientation constructiviste

Devant de telles conceptions, qui font souvent obstacle à l'apprentissage, les chercheurs et les chercheuses en

didactique ont développé de nombreux modèles pédagogiques qui cherchent à changer, faire évoluer ou encore complexifier ces conceptions. La plupart de ces modèles se fondent essentiellement sur la même approche. Ils cherchent d'abord à mettre au jour les conceptions des élèves, à amener ces derniers à les décrire et à les expliquer ouvertement en classe, puis, au moyen d'activités d'exploration et d'investigation, à amener les élèves à mettre leurs conceptions à l'épreuve tout en leur présentant un point de vue scientifique et enfin, au moyen d'autres activités, à amener les élèves à explorer cette nouvelle conception afin de mieux la comprendre et d'en voir les avantages (Driver, 1983).

Ainsi en est-il du modèle de changement conceptuel avancé par Hewson (1981) et Nussbaum et Novick (1982). Ce modèle demande d'abord que l'enseignant mette au jour les conceptions des élèves, puis crée une situation didactique dans laquelle ils n'arrivent pas à expliquer un «incident critique». Le but visé ici est de susciter chez eux un conflit conceptuel qui ne pourra voir sa résolution que dans l'accommodation de leurs conceptions initiales à la lumière de la conception appropriée présentée par l'enseignant. Bien sûr, l'incident critique proposé par l'enseignant n'est pas nécessairement perçu comme tel par les élèves qui ne sont alors pas prêts à simplement rejeter leurs conceptions initiales. Les élèves, tout comme les scientifiques, ne changent pas d'idée uniquement pour des raisons rationnelles (Cleminson, 1990).

Strike et Posner (1982) et par la suite Hewson et Hewson (1984) ont précisé les conditions les plus favorables au changement conceptuel (5). Il faudrait d'abord que les élèves éprouvent un certain degré d'insatisfaction à l'égard de la conception initiale. Ensuite, il faudrait que la nouvelle conception qu'on leur présente soit à leurs yeux, intelligible, plausible et féconde. Ces conditions affectent directement le statut que différentes conceptions peuvent avoir aux yeux des élèves. Dans un tel contexte, le rôle de l'enseignant est de mettre en place des conditions qui permettent de modifier le statut des conceptions en jeu, par exemple en montrant que les conceptions initiales ne peuvent pas expliquer certains phénomènes alors que d'autres le peuvent, tout en s'assurant que les nouvelles conceptions remplissent les autres conditions mentionnées plus haut. Le travail au niveau métacognitif devient très important, alors que l'enseignant, après avoir mis au jour les conceptions initiales des élèves et présenté un point de vue scientifique, amène ces derniers à discuter ouvertement du pour et du contre des différentes conceptions présentées. Bien sûr, une telle approche implique des changements importants chez tous les participants quant à leur conception du rôle et des responsabilités de l'enseignant et des élèves. Elle demande également qu'un climat de confiance règne dans la classe de façon à ce que les conceptions tant de l'enseignant que des élèves puissent être remises en question et évaluées.

Une critique souvent formulée à l'égard du modèle de changement conceptuel est qu'il déprécie aux yeux mêmes des apprenants des conceptions qui jusqu'alors se sont montrées utiles et viables. Ce qu'il faudrait plutôt arriver à leur faire réaliser, c'est que le contexte dans lequel les connaissances scientifiques s'appliquent n'est pas le même que celui du savoir commun. Comme l'explique Larochelle et Désautels (1992), il s'agit de deux jeux de la connaissance différents. Il ne faut pas en arriver à juger les connaissances d'un jeu à partir des règles de l'autre. Il faudrait plutôt chercher à rendre les élèves conscients des postulats épistémologiques et des croyances métaphysiques qui contrôlent l'élaboration du savoir scientifique afin qu'ils puissent jouer le jeu de la science en toute connaissance de cause.

D'autres chercheurs dont Bednarz et Garnier (1989), De Vecchi et Giordan (1989) et Astolfi et Peterfalvi (1993) ont repris la notion de conflit en insistant sur l'importance de susciter un conflit à caractère sociocognitif chez tous les élèves de la classe. Ils ont également introduit l'idée d'obstacle épistémologique qui représenterait le noyau dur de certaines conceptions (Astolfi et Peterfalvi, 1993). Un exemple d'obstacle est la primauté que certains élèves donnent à la perception sur la conceptualisation en tant que source d'explication (la chaleur perçue comme sensation plutôt que comme concept). Ce serait justement sur ces obstacles épistémologiques que devrait porter tout le travail didactique. Selon le modèle proposé, il faudrait amener les élèves à prendre conscience de la conception qui fait obstacle, puis susciter un conflit sociocognitif dans le but de fissurer l'obstacle en question pour, ensuite, le franchir en proposant aux élèves un «modèle explicatif alternatif» le remplaçant (Astolfi et Peterfalvi, 1993, p. 118). Enfin, cette phase de reconstruction serait suivie d'une période de consolidation et d'automatisation de ce nouveau «modèle». Bien sûr, une telle approche pédagogique n'est pas sans causer difficultés. Ainsi, les élèves peuvent ne pas percevoir comme contradictoires certaines situations qui leur sont présentées ou peuvent donner trop vite «la bonne réponse» afin d'éviter un véritable travail sur l'obstacle. Certains élèves peuvent tout simplement se sentir découragés et dévalorisés par rapport au travail à accomplir (Astolfi et Peterfalvi, 1993). De plus, les situations d'enseignement et d'apprentissage qui font appel aux notions de conflit sociocognitif et d'obstacle épistémologique sont très exigeantes pour ceux et celles qui y participent, ne serait-ce qu'en raison du travail sur les plans épistémologique et affectif qu'elles supposent.

D'autres modèles pédagogiques d'orientation constructiviste ont également été développés. On pense entre autres au modèle allostérique (De Vecchi et Giordan, 1989), à celui du dérangement épistémologique de Larochelle et Désautels (1992) et à ceux reliés aux projets PEEL et TLSS où la métacognition occupe une place importante (Baird et White, 1996). Ce qui est remarquable à propos de plusieurs de ces modèles, c'est leur complexité et le

défi que pose leur mise en oeuvre en milieu scolaire. Bien sûr, ils ont été mis à l'essai en classe, mais souvent dans des situations assez différentes de celles rencontrées dans des classes du primaire où, entre autres, les enseignants et les enseignantes généralistes travaillent avec des groupes d'élèves de plus en plus nombreux. C'est en partie ce qui a amené des chercheurs à remettre en question la faisabilité didactique de certains de ces modèles pédagogiques (Arcà et Caravita, 1993; Astolfi et Peterfalvi, 1993). Comme le souligne Duit (1995), les stratégies d'orientation constructiviste connaissent des succès limités. De plus, elles ne rendent pas l'enseignement et l'apprentissage des sciences plus aisés, au contraire, elles créent même des situations plus exigeantes pour les acteurs qui s'y engagent.

Attrait de la perspective constructiviste et intégration aux pratiques éducatives

De prime abord, la perspective constructiviste paraît fort attrayante. Ainsi, les modèles pédagogiques qui adoptent une telle perspective proposent généralement des activités d'apprentissage en situation qui savent intéresser les élèves au plus haut point. Il s'agit d'activités authentiques et significatives qui placent les élèves au centre de leur apprentissage en mobilisant leurs connaissances antérieures tant au plan des savoirs que des savoir-faire et des savoir-être. Certains modèles, de par la réflexion métacognitive qu'ils encouragent chez les élèves, les initient à des concepts relatifs à la nature des connaissances scientifiques et de leurs modes de production tout en leur permettant de prendre conscience de leur propre mode de pensée. Enfin, ces modèles amènent des changements importants dans la façon dont les choses se déroulent en classe en favorisant une négociation plus grande des processus et des contenus d'apprentissage. Il s'agit donc de modèles qui mènent à l'élaboration d'un contexte d'apprentissage très riche et émancipatoire pour ceux et celles qui y participent, qui changent non seulement le rapport au savoir, mais également le rapport au pouvoir.

Cependant, les modèles pédagogiques adoptant une perspective constructiviste n'arrivent pas à s'imposer. Comme le suggèrent Laroche et Bednarz (1994), «l'intégration de la thèse constructiviste au renouvellement des pratiques éducatives demeure marginale» (p. 5). Pour les tenants de la thèse constructiviste, il s'agit à la fois d'un dilemme et d'un véritable défi. Comment s'expliquer un tel état de choses? Se pourrait-il que, compte tenu du contexte d'enseignement des sciences au primaire, les enseignants et les enseignantes aient développé un savoir pratique viable qui aurait assez peu en commun avec l'orientation constructiviste? En ce sens, quelles sont les stratégies pédagogiques mises en oeuvre durant leurs cours de sciences? Quels en sont les fondements épistémologiques? En d'autres mots, comment ces enseignantes et enseignants se représentent-ils l'enseignement et l'apprentissage des sciences?

Cas de deux enseignantes du primaire en immersion française

Deux enseignantes du primaire observées lors d'une récente étude permettent d'apporter certains éléments de réponse à ces questions (Laplante, 1993, 1996, 1997). Nous avons entrepris une étude dans le but d'établir des liens, d'une part entre les conceptions de la langue et de la science que se font des enseignantes et, d'autre part, les stratégies pédagogiques observées dans leur classe. Compte tenu de la nature des questions de recherche, nous avons choisi de travailler dans la salle de classe, de favoriser des modes qualitatifs de collecte de données, d'analyser les données de façon inductive, de négocier avec les participantes nos interprétations et de présenter nos résultats sous forme d'étude de cas. Nous avons observé, pendant plus de 40 heures, deux enseignantes de 1^{re} année en immersion française lors de leurs cours de sciences (6). Ces observations se sont étalées sur une période de douze mois. Elles se sont déroulées dans deux écoles d'une grande ville des Prairies offrant un enseignement régulier en anglais et un programme d'immersion longue (M-8e) à plus de 400 élèves. Durant ces observations, les conversations entre les enseignantes et leurs élèves ont été enregistrées, pour ensuite être retranscrites et analysées de façon à décrire les stratégies pédagogiques mises en oeuvre. Dans le but d'explorer les conceptions des enseignantes, nous les avons rencontrées lors d'entretiens semi-structurés menés à partir d'un protocole comportant des questions sur la nature de la langue, sur celle de la science et sur l'élève en tant qu'apprenant. Nous avons retranscrit ces entretiens qui ont fait l'objet d'une analyse de nature descriptive et interprétative. Enfin, nous avons tracé les liens entre les stratégies pédagogiques observées et les conceptions des enseignantes.

Les deux enseignantes observées offraient un enseignement fondé sur l'exploitation de grands thèmes tirés du programme de sciences, un enseignement dont le déroulement est contrôlé de près et dans lequel le «pourquoi» et le «comment» des activités faisaient rarement l'objet d'une discussion, un enseignement comportant de nombreuses leçons formelles visant essentiellement la transmission des connaissances et quelques activités dites

de découverte, un enseignement marqué par une façon particulière de présenter les objets d'études en sciences comme étant donnés, tenant de l'évidence même et de nature non problématique. Dans un tel contexte, les conceptions des élèves faisaient rarement surface et, quand cela se produisait, elles étaient souvent ignorées ou mises en doute. À vrai dire, les élèves étaient considérés comme de simples récepteurs de connaissances transmises par l'enseignante (7).

Nous allons illustrer ce que nous avançons ici au moyen de deux activités observées dans la classe d'une de ces enseignantes. La première activité porte sur le printemps; elle s'organise autour d'une feuille de travail illustrant des signes que certains associent au printemps (la neige qui fond, les oiseaux qui reviennent du sud, les bourgeons qui s'ouvrent, etc.). L'enseignante amorce la discussion et en contrôle le déroulement en demandant à plusieurs reprises aux élèves de nommer certains de ces signes limitant ainsi ce dont ils peuvent parler. Malgré tout, tout au long des échanges, les idées des élèves font surface. Il arrive que l'enseignante les incorpore à la conversation, mais souvent des idées fort intéressantes sont complètement ignorées comme l'illustre l'extrait suivant:

EXTRAIT A (EXOB01: 26-91)

- 1 **ENS:** Qu'est-ce que vous voyez sur cette feuille?
- 2 **EL1:** Je vois un écureuil.
- 3 **ENS:** Où est-ce que ça vit les écureuils?
- 4 **EL2:** C'est dans les forêts.
- 5 **EL1:** Dans les arbres.
- 6 **EL2:** Dans les trous.
- 7 **EL3:** Quand je vais à mon lac, je vois un écureuil qui court
- 8 avec un gland dans la bouche.
- 9 **EL4:** Il a mangé tout en hiver.
- 10 **EL3:** Il juste *run around*(8).
- 11 **ENS:** Il court tout partout.
- 12 Est-ce que tu penses que l'écureuil a des choses à ramasser?
- 13 Qu'est-ce que tu penses?
- 14 ... [quelques instants plus tard]
- 15 **ENS:** Quand est-ce que c'est que l'écureuil ramasse des graines?
- 16 **EL5:** Dans la *summer*.
- 17 **ENS:** Durant...
- 18 **EL5:** ... l'été.
- 19 **EL6:** Madame, une de mes fleurs pousse.
- 20 **EL7:** Mon papa a mis les patates dans le jardin tout seul.
- 21 **ENS:** À quels autres endroits est-ce qu'on peut voir des écureuils?
- 22 **EL4:** Au parc.
- 23 **EL5:** Les *campsites*.

Cette conversation semble exploitée de façon assez intéressante du point de vue langagier. L'intervention d'un premier élève (EL1) est incorporée à la conversation alors que l'enseignante (ENS) lui demande de s'expliquer (2 et 3). D'autres élèves sont ainsi amenés à participer (4 à 9). Ensuite, l'enseignante traduit ce qu'un autre élève vient de dire en anglais (10 et 11), puis elle lui demande de s'expliquer (12-13). Quelques instants plus tard (14), elle relance la conversation, mais les élèves s'éloignent de l'idée de printemps (15 à 18). Deux élèves interviennent alors en suggérant des idées fort pertinentes, mais qui ne sont pas incorporées à la conversation (19 et 20). L'enseignante ramène la conversation sur le sujet des écureuils (21). Le but de cette activité semble être d'amener les élèves à discuter des signes annonçant le printemps tels qu'illustrés sur la feuille de travail et tels que l'enseignante se les représente et ce, sans trop tenir compte de la conception que les élèves se font du printemps.

La seconde activité porte sur l'observation d'une graine de haricot. Elle s'est déroulée après que les élèves aient lu l'histoire *Jacques et le haricot magique*. L'enseignante amorce l'activité en distribuant une graine à chacun des élèves tout en leur disant:

«Ça, c'est une graine de haricot. Et vous allez la regarder de tous les côtés. Et puis ensuite, qu'est-ce que vous allez faire? Regardez bien. Vous allez la briser avec votre ongle, comme ça, et vous allez l'ouvrir pour regarder ce qu'il y a dedans. Et moi, je m'aperçois de quelque chose, mais j'ai

bien hâte de voir si vous êtes capables de vous apercevoir de quelque chose aussi.» (EXOB03-1292).

Bien que l'enseignante précise le «comment» (briser avec votre ongle) et le «pourquoi» (regarder ce qu'il y a dedans), ces éléments essentiels de la démarche ne font pas l'objet d'une discussion. Le dernier commentaire peut laisser aux élèves l'impression que l'enseignante s'attend à ce qu'ils voient la même «quelque chose» qu'elle. En d'autres mots, il suffirait de regarder attentivement pour observer ce qu'il y a à observer. En ce sens, il aurait été intéressant d'amener les élèves à se questionner sur leur conception d'une graine de façon à orienter leurs observations. Après une période d'observation d'une dizaine de minutes, l'enseignante lance une discussion dont elle contrôle le déroulement au moyen de questions:

EXTRAIT B (EXOB03: 1486-1533 et 1662-1697)

- 1 **ENS:** Qu'est-ce que tu as vu? [à EL1]
2 **EL1:** J'ai vu un petit *spot* brun/
3 **ENS:** Des petites quoi? ...taches.
4 **EL1:** Taches brun/ Et que je le *split*...
5 **ENS:** Quand j'ai... [l'enseignante fait le geste d'ouvrir]
6 **EL1:** Ouvrir... J'ai vu une petite... une petite tige et des
feuilles.
7 **ENS:** OK. D'accord... Bon, tu as dit que tu as regardé, et tu as
8 vu... euh... tu as vu des taches noires sur la plante?
9 **EL1:** Oui...
10 **ENS:** Mais quand tu as ouvert, qu'est-ce que tu as découvert
qu'il y avait...
11 **EL1:** Une *plant*.
12 **EL2:** Une petite plante.
13 **ENS:** Non, qu'est-ce qui avait en dehors? Qu'est-ce qui était là?
14 **EL1:** Le couvercle.
15 **ENS:** C'est une quoi? C'est une belle petite couverture comme ça.
16 C'est comme de la peau...
17 ... [quelques instants plus tard]
18 **ENS:** Il y a une autre partie à la graine. Il y a le dedans,
puis ensuite...
19 Qu'est-ce que c'est le dedans?
20 Qu'est-ce que ça fait cette partie en dedans de la peau de
la graine?
21 **EL3:** Il fait les haricots...
22 **ENS:** Qu'est-ce que tu penses? [à EL2] Qu'est-ce qu'il y a dedans?
23 Ces deux parties, ici là. C'est quoi ça?
24 **EL2:** Le... le [il hésite]
25 **ENS:** Est-ce que quelqu'un peut le dire?
26 **EL4:** Le graine... La graine.
27 **ENS:** C'est la partie d'une graine, oui.
28 Et puis qu'est-ce qu'on fait... Et qu'est-ce qui arrive avec ça?
29 **EL5:** On plante et ça *grow*.
30 **ENS:** On plante et ça...
31 **EL6:** ... pousse.
32 **ENS:** Ça pousse, et puis on trouve la graine.
33 Qu'est-ce qui sort de cette graine? [à EL7]
34 **EL7:** Le... le petite plante.

L'enseignante (ENS) lance la discussion en posant une question ouverte (1) à laquelle un élève (EL1) s'empresse de répondre (2). Elle l'aide à élaborer et enrichir son observation (3 à 8), mais elle ne semble pas satisfaite de cette observation puisqu'à deux reprises, elle pose des questions de plus en plus fermées (10 et 13). Finalement, elle suggère la réponse recherchée (15-16). Elle s'engage alors dans une longue discussion à propos de la fonction de la peau (17). Par la suite, elle poursuit son questionnement encore de façon fermée (18-20). Le discours de l'enseignante et celui des élèves se rejoignent à peine. Bien qu'ils fassent référence au même objet, ils semblent se fonder sur deux conceptions différentes de la graine. Ainsi, ce qui attire l'attention des élèves, c'est d'abord et

surtout «la petite plante» (6, 12, et 34). Quand l'enseignante attire leur attention sur «la peau», ils arrivent bien à voir «le couvercle» (14), la partie «en dedans», c'est encore «la graine» (26), la partie qui fait «les haricots»(21) et d'où sort «la petite plante» (34). Pour l'enseignante, une graine, c'est d'abord «la peau» qui protège «les deux parties» qui, comme elle le dira plus loin, «donnent la nourriture à la petite plante».

L'enseignante semble s'attendre à ce que les élèves décrivent la graine sans que la conception qu'ils s'en font ne vienne donner un sens à leurs observations. Il faudrait plutôt qu'ils la décrivent en adoptant la conception qu'elle s'en fait. Un peu comme si la perception donnait accès direct aux choses telles qu'elles sont. C'est d'ailleurs l'impression laissée par une autre enseignante de première année quand elle explique à ses élèves que: «C'est la peau qui te va te dire si c'est chaud ou si c'est froid.» (TXOB01-1025), plus loin elle suggère que: «Les yeux sont comme deux minuscules caméras qui vont te montrer ce que tu vois.» (TXOB01-1225).

Les entretiens que nous avons eu avec ces deux enseignantes nous permettent de conclure qu'elles souscrivent à l'idéologie empirico-réaliste de la science, tout comme, semble-t-il, une vaste majorité des enseignants (Désautels et Laroche, 1989). Selon ces deux enseignantes, la science n'aurait que de «bonnes réponses». Ainsi, les connaissances scientifiques décriraient les choses telles qu'elles sont. Ces connaissances découleraient de façon directe de la simple observation des choses et seraient d'une évidence telle qu'on ne saurait les considérer comme étant de nature problématique. Ces connaissances se retrouvaient également dans les livres et seraient transmissibles au moyen de la langue, cette dernière permettant justement de décrire les choses comme elles sont.

Dans l'ensemble, ces enseignantes se disent assez satisfaites des stratégies pédagogiques mises en oeuvre dans leur cours de sciences. Ces stratégies sont cohérentes avec leurs conceptions de la science et de l'élève en tant qu'apprenant. Ainsi, même si ces enseignantes réalisent que les élèves ont de nombreuses «idées» (relatives à leurs conceptions), elles ne leur accordent pas pour autant un statut cognitif de constructeur de connaissances. À une question portant sur les «idées» des élèves, une enseignante rétorque: «C'est important parce que ça enrichit. Il y en a [des élèves] qui en savent beaucoup et il y en a qui en savent un peu. C'est tout un enrichissement à cause de ce que les élèves peuvent apporter à la discussion.» (EXEN04-674). Par contre, selon les dires de cette enseignante, c'est plutôt le savoir qu'elle leur «donne» et qu'elle appelle «la base de la science» que les élèves doivent comprendre et sur lequel ils doivent bâtir (EXEN02-429) (9).

Il faut dire que ces enseignantes sont confortées dans leur perspective par l'orientation pédagogique prédominante en Amérique du Nord qui se fonde sur l'objectivisme et vise essentiellement la transmission de connaissances (Snow, 1990, Tobin, 1993). Cette orientation est d'ailleurs reflétée par de nombreux programmes d'études en sciences. Ces derniers, bien qu'offrant une certaine ouverture sur la science en tant que «moyen de connaître», projettent, de par le grand nombre de thèmes exploités et de concepts scientifiques abordés, une image de la science comme étant essentiellement un «ensemble de connaissances» (Cleminson, 1990). En ce sens, les programmes d'études en sciences sont encore loin d'avoir adopté les changements au plan du contenu et des stratégies pédagogiques qu'une approche constructiviste entraînerait (Duit et Confrey, 1996). Cette situation n'est pas sans placer les enseignants et les enseignantes devant un dilemme quant à savoir s'il faut «couvrir la matière» ou favoriser le développement cognitif des élèves.

Discussion - changements et obstacles aux changements en didactique des sciences

Certains pourraient croire qu'il suffirait de montrer à ces enseignantes comment adopter une approche pédagogique dans laquelle les connaissances abordées en classe ne seraient pas vues comme étant données et non problématiques, mais résulteraient plutôt d'un questionnement des élèves et seraient le fruit de leurs activités d'exploration, de documentation et de synthèse, une approche dans laquelle tant les connaissances que leurs modes de production feraient l'objet d'une négociation, une approche dans laquelle la langue serait non seulement un moyen de communication et d'interaction sociale, mais aussi un véritable outil de cognition, une approche dans laquelle les élèves seraient perçus comme de véritables constructeurs de connaissances capables d'investigations scientifiques à leur niveau. D'autres voudraient peut-être même qu'on présente à ces enseignantes certains modèles pédagogiques d'orientation constructiviste développés au cours des dernières années.

Il est facile de comprendre que de tels efforts seraient voués à l'échec. D'abord, il faudrait que ces enseignantes se montrent insatisfaites de leur propre modèle pédagogique afin d'être ouvertes à l'idée d'en explorer d'autres. Comme Pépin (1994), ces enseignantes se demanderaient, et avec raison, pourquoi abandonner des savoirs pratiques qui se sont montrés viables jusqu'à maintenant. De plus, il est peu probable que de tels modèles apparaissent intelligibles, plausibles et féconds à leurs yeux. Enfin, la diversité des modèles pédagogiques d'orientation constructiviste proposés nous laisse croire que l'approche à favoriser dans un contexte donné doit

nécessairement prendre en compte la situation d'enseignement et d'apprentissage telle qu'elle est vécue par les acteurs qui l'animent. En ce sens, les enseignantes du primaire, avec lesquelles nous menons une recherche-action en classe, nous laissent savoir que leurs préoccupations immédiates sont plutôt de nature pédagogique qu'épistémologique. En effet, elles se montrent préoccupées par le manque de matériel et de temps ainsi que par leur propre manque de connaissances scientifiques et pédagogiques. Il ne leur vient pas immédiatement à l'esprit de remettre en question la nature des connaissances scientifiques et des conditions menant à leur production.

Comment faire alors pour amener les changements souhaités dans les pratiques pédagogiques? Selon Tobin (1993, 1995), les modèles d'orientation constructiviste peuvent nous aider à mieux comprendre et agir dans un tel contexte. Ainsi, il faudrait d'abord amener les enseignants et enseignantes à réfléchir de façon critique à leur enseignement selon des images, des métaphores, des croyances et des valeurs pour qu'ils en arrivent à reconceptualiser leurs rôles dans la classe. Plus spécifiquement, il faudrait les amener à prendre conscience de leurs conceptions de la science, de l'enseignement, de l'apprentissage et à voir comment ces conceptions orientent les stratégies pédagogiques mises en oeuvre dans leur classe. Il faudrait même les amener à reconsidérer certains aspects de leur épistémologie personnelle. Ce n'est que dans un tel contexte que de nouveaux modèles pédagogiques d'orientation constructiviste pourraient leur être présentés et faire l'objet d'expérimentation dans leur classe. Tout en continuant leur enseignement et leur réflexion, en développant de nouvelles images et métaphores décrivant leurs rôles changeants, les enseignants et enseignantes pourraient en arriver à construire une vision personnelle de l'enseignement et de l'apprentissage dans un contexte constructiviste et prendre les mesures nécessaires pour la réaliser.

De tels changements ne sont réalisables que dans la mesure où ils sont amorcés de l'intérieur de l'école et engagent directement les personnes concernées. Il faudrait que le climat institutionnel leur soit favorable et soutienne les enseignants et les enseignantes dans leur démarche (Tobin, 1995). De plus, ces changements nécessiteraient l'élaboration de nouveaux programmes d'études, de nouvelles stratégies et ressources pédagogiques compatibles avec la thèse constructiviste (Duit, 1995). De tels changements amèneraient une transformation importante de la culture de l'école telle qu'on la connaît (Tobin, 1995). Comme l'affirme Pépin (1994), les enjeux du constructivisme ne se limitent pas à la didactique, ils envahissent tout le champ de l'éducation.

On le constate, l'intégration de la thèse constructiviste aux pratiques éducatives cause plus d'un dilemme aux acteurs oeuvrant en didactique des sciences et les défis à relever sont des plus nombreux.

Références bibliographiques

ARCÀ, M. et CARAVITA, S.

Le constructivisme ne résout pas tous les problèmes, *ASTER* 16 (1), 1993, pp. 78-101.

ASTOLFI, J.-P. et DEVELAY, M.

La didactique des sciences, Paris, PUF, 1989.

ASTOLFI, J.-P. et PETERFALVI, B.

Obstacles et construction de situations didactiques en sciences expérimentales, *ASTER* 16 (1), 1993, pp. 103-141.

BAIRD, J. R. et WHITE, R. T.

Metacognitive strategies in the classroom, dans *Improving teaching and learning in science and mathematics*, sous la direction de D. F. Treagust, R. Duit et B. F. Fraser, New York, Teachers College Press, 1996, pp. 190-211.

BEDNARZ, N. et GARNIER, C. (dir.)

Construction des savoirs: obstacles et conflits, Montréal, Cirade et Agences d'Arc, 1989.

CLEMINSON, A.

Establishing an epistemological base for science teaching in the light of contemporary notions of the nature of science and of how children learn science, *Journal of Research in Science Teaching*, 27, 1990, pp. 429-445.

DÉSAUTELS, J.

Les conceptions spontanées des élèves et l'apprentissage des sciences, *Vie pédagogique*, 27, 1983, pp. 19-23.

DÉSAUTELS, J. et LAROCHELLE, M.

Qu'est-ce que le savoir scientifique? Ste-Foy, Presses de l'Université Laval, 1989.

DE VECCHI, G. et GIORDAN, A.

L'enseignement scientifique, comment faire pour que «ça marche», Nice, Z'Éditions, 1989.

DRIVER, R.

The pupil as a scientist?, Milton Keynes, Open University Press, 1983.

- DRIVER, R., GUESNE, E. et TIBERGHIE, A. (dir.)
Children's ideas in science. Milton Keynes, Open University Press, 1983.
- DUIT, R.
 The constructivist view: A fashionable and fruitful paradigm for science education research and practice, dans *Constructivism in education* sous la direction de L. P. Steffe et J. Gale, Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates, 1995, pp. 271-285.
- DUIT, R. et CONFREY, J.
 Reorganizing the curriculum and teaching to improve learning in science and mathematics, dans *Improving teaching and learning in science and mathematics* sous la direction de D. F. Treagust, R. Duit, et B. J. Fraser, New York, Teachers College Press, 1996, pp. 79-93.
- DUIT, R. et TREAGUST, D. F.
 Students' conceptions and constructivist teaching approaches, dans *Improving science education* sous la direction de B. J. Fraser et H. J. Walberg, National Society for the Study of Education et University of Chicago Press, Chicago, 1995, pp. 46-69.
- FENSHAM, P., GUNSTONE, R. et WHITE, R. (dir.)
The content of science: A constructivist approach to its teaching and learning, London, Falmer Press, 1994.
- FOSNOT, C. T.
Constructivism: Theory, perspectives and practice, New York, Teachers College Press, 1996.
- GALLAS, K.
Talking their way into science. New York, Teachers College Press, 1995.
- GIORDAN, A., GIRAULT, Y. et CLÉMENT, P. (dir.)
Conceptions et connaissances, Berne, Peter Lang, 1994.
- GIORDAN, A. (dir.)
L'élève et/ou les connaissances scientifiques Berne, Peter Lang, 1983.
- HEWSON, P. W.
 A conceptual change approach to learning science, *European Journal of Science Education*, 3-4, 1981, pp. 383-396.
- HEWSON, P. W.
 Teaching for conceptual change, dans *Improving teaching and learning in science and mathematics* sous la direction de D. F. Treagust, R. Duit et B. J. Fraser, New York, Teachers College Press, 1996, pp. 131-140.
- HEWSON, P. W. et HEWSON, M. G.
 The role of conceptual conflict in conceptual change and the design of instruction, *Instructional Science*, 1984, 13, pp. 1-13.
- LAPLANTE, B.
Langue et science dans les classes d'immersion: représentations et stratégies pédagogiques d'enseignantes du primaire, thèse de doctorat, Ste-Foy, Université Laval, 1993.
- LAPLANTE, B.
 Stratégies pédagogiques et représentation de la langue dans l'enseignement des sciences en immersion française, *La Revue canadienne des langues vivantes*, 53, 1996, pp. 440-463.
- LAPLANTE, B.
 Teachers' beliefs and instructional strategies in science: Pushing analysis further, *Science Education*, 81, 1997, pp. 277-294.
- LAROCHELLE, M. et BEDNARZ, N.
 À propos du constructivisme et de l'éducation, *Revue des sciences de l'éducation*. XX(1), 1994, pp. 5-19.
- LAROCHELLE, M. et DÉSAUTELS, J.
Autour de l'idée de science: itinéraires cognitifs d'étudiants et d'étudiantes, Québec et Bruxelles, Presses de l'Université Laval et De Boeck Wesmael, 1992.
- NUSSBAUM, J. et NOVICK, S.
 Alternatives frameworks, conceptual conflict and accommodation: Toward a principled teaching strategy, *Instructional Science*, 11, 1982, pp. 183-200.
- PÉPIN, Y.
 Savoirs pratiques et savoirs scolaires: une représentation constructiviste de l'éducation, *Revue des sciences de l'éducation*, XX(1), 1994, pp. 63-85.
- RUEL, F.
 À propos du constructivisme, dans *Autour de l'idée de science: itinéraires cognitifs d'étudiants et d'étudiantes* de M. Larochelle et J. Désautels, Québec et Bruxelles, Presses de l'Université Laval et De Boeck Wesmael, 1992, pp. 18-32.
- STEFFE, L. P. et GALE, J. (dir.)
Constructivism in education, Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates, 1995.
- STRIKE, K. A. et POSNER, G. J.

- Conceptual change and science teaching, *European Journal of Science Education*, 4, 1982, pp. 231-240.
- SNOW, M. A.
Instructional Methodology in French Language Immersion. dans *Foreign Language Education: Issues and Strategies*. Sous la direction de Padilla A. M., Fairchild H. H., Valadez C. M. Newbury Park. Sage, 1990, pp. 156--171.
- TOBIN, K.
The practice of constructivism in science education, Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates, 1993.
- TOBIN, K.
Teacher change and the assessment of teacher performance, dans *Improving science education* sous la direction de B. J. Fraser et H. J. Walberg, National Society for the Study of Education et University of Chicago Press, Chicago, 1995, pp. 145-170.
- TREAGUST, D. F., DUIT, R. et FRASER, B. J. (dir.)
Improving teaching and learning in science and mathematics, New York, Teachers College Press, 1996.
- WANDERSEE, J. H., MINTZES, J. J. et NOVACK, J. D.
Research on alternative conceptions in science, dans *Handbook of research on science teaching and learning* sous la direction de D. L. Gabel, New York, Macmillan, 1994, pp. 177-210.
-

Notes

- (1)
Ces acteurs comprennent les personnes oeuvrant directement dans la salle de classe (élèves, enseignants et enseignantes), celles engagées dans la recherche, mais aussi et, de leur propre façon, puisqu'ils ne sont pas indéfiniment malléables et parlent au nom de ceux et celles qui les ont conçus, les programmes d'études en sciences et les ressources pédagogiques utilisées en classe.
- (2)
Les deux postulats de l'épistémologie constructiviste se résument donc à ceci: les connaissances sont activement construites par le sujet connaissant et elles ne sont validées que dans la mesure où elles se montrent viables, la fonction de la cognition étant essentiellement adaptative (Ruel, 1992).
- (3)
Voir entre autres ceux cités par Fensham, Gunstone et White (1994), Gallas (1995), Giordan, Girault et Clément (1994), Laroche et Désautels (1992), Treagust, Duit et Fraser (1996) et Wandersee, Mintzes et Novack (1994).
- (4)
En plus des livres cités à la note précédente, voir Astolfi et Devalay (1989), Driver (1983), Driver, Guesne et Tiberghien (1985), Fosnot (1996), Giordan (1983), Steffe et Gale (1995) et Tobin (1993).
- (5)
Il ne faut pas comprendre cette notion au sens strict de terme *changement*. En ce sens, Hewson (1996) a précisé qu'un tel changement ne se limitait pas nécessairement au remplacement d'une conception par une autre, mais pouvait aussi inclure l'adoption d'une nouvelle conception, la restructuration d'une conception déjà existante, ou, dans certains cas, la coexistence de deux conceptions.
- (6)
Les programmes d'immersion française offrent la possibilité à des élèves anglophones de suivre, dès la maternelle, tous leurs cours en français, leur permettant ainsi de développer une compétence de communication de cette langue.
- (7)
Ces idées sont développées plus à fond dans Laplante (1993, 1996, 1997).
- (8)
Cette activité s'est déroulée dans une classe de première année en immersion française, ce qui explique que les élèves emploient certaines expressions anglaises.

(9)

Ces idées sont développées plus à fond ailleurs (Laplante, 1993, 1996, 1997).



Association canadienne d'éducation de langue française (ACELF)
268, rue Marie-de-l'Incarnation, Québec (Québec) G1N 3G4
Téléphone: (418) 681-4661 - Télécopieur: (418) 681-3389
Site Internet: <http://www.acef.ca/c/revue/>
© Copyright ACELF, Québec 1997.

RECHERCHE

Cherchez dans *Éducation et francophonie*:

[Recherche par mots-clés](#)

[Index des auteurs](#)

LIENS

Consultez cette section pour avoir accès à de nombreux rapports de recherche en éducation de langue française.

ABONNEMENT

Abonnez-vous gratuitement à la revue *Éducation et francophonie* et recevez un avis vous informant de chaque parution dès sa mise en ligne.

PUBLICITÉ

Associez-vous à la revue *Éducation et francophonie* et faites-vous connaître auprès d'un vaste réseau en éducation de langue française. La revue compte plus de 5000 abonnés répartis sur tous les continents.

RÉSUMÉ

Le constructivisme en didactique des sciences - dilemmes et défis

Bernard Laplante

Éducation et francophonie

Volume XXV, numéro 1, printemps-été 1997

L'apprentissage et l'enseignement des sciences et des mathématiques dans une perspective constructiviste

RÉSUMÉ - ABSTRACT - RESUMEN

RÉSUMÉ

Depuis une vingtaine d'années, le constructivisme en didactique des sciences semble être à la mode. Ainsi, suite aux recherches portant sur les conceptions des élèves, de nombreux modèles pédagogiques d'orientation constructiviste ont été proposés. Pourtant ces modèles n'arrivent pas à s'imposer. Certains obstacles semblent freiner, voire même empêcher, l'intégration d'une perspective constructiviste à l'enseignement des sciences. Cet article explore certains aspects de cette problématique afin de cerner la nature des dilemmes et des défis auxquels les tenants d'une perspective constructiviste ont à faire face.

[RETOUR](#)

ABSTRACT

For over twenty years, constructivism has been prominent in science education. As the result of an extensive research program on students' conceptions, various constructivist oriented teaching models have been developed. Nonetheless, it seems that a number of obstacles are delaying, if not preventing, the integration of these teaching models in the science classroom. This article explores some of the dilemmas and challenges facing supporters of a constructivist perspective in science education.

[RETOUR](#)

RESUMEN

Desde hace unos veinte años se puso a la moda el constructivismo en la didáctica de las ciencias. Las investigaciones sobre las concepciones de los alumnos inspiraron la proposición de un sinnúmero de modelos pedagógicos de orientación constructivista. Sin embargo, dichos modelos no han logrado imponerse. Algunos obstáculos parecen frenar e incluso impedir la integración de una perspectiva constructivista en la enseñanza de las ciencias. Este artículo explora algunos aspectos de dicha problemática con el objeto de circunscribir el tipo de dilemas y desafíos que tienen que confrontar los promotores de la perspectiva constructivista.

[RETOUR](#)

