

ENSEIGNEMENT-APPRENTISSAGE DES MATHÉMATIQUES ET SOUFFRANCE À L'ÉCOLE

Adolphe Adihou

Professeur, Département des sciences de l'éducation
Université du Québec à Rimouski, Canada

Résumé

Dans une société où chacun doit recevoir des services éducatifs, il est important et opportun de se demander si les mathématiques ne sont pas une discipline qui fait souffrir autant les élèves que les enseignants. Notre objectif est ainsi d'explicitier ce que nous entendons par souffrance en enseignement et en apprentissage des mathématiques à l'école. Nous nous référerons à des travaux en didactique et en enseignement des mathématiques qui, selon nous, mettent en évidence des notions et des concepts se rapportant à la souffrance. En effet, si la didactique des mathématiques se propose, entre autres, de donner des moyens d'étude et d'analyse des phénomènes didactiques, des moyens de contrôle de l'enseignement des mathématiques et des moyens de diffusion des savoirs de cette discipline, elle s'intéresse alors à des indices révélateurs de la souffrance en enseignement et en apprentissage des mathématiques. Nous présenterons ensuite en quoi les difficultés et les erreurs en mathématiques chez certains élèves et enseignants sont des indices révélateurs de souffrance lors de l'apprentissage et de l'enseignement des mathématiques. Nous établirons enfin un lien entre les souffrances associées aux difficultés et le désintéressement des élèves devant les mathématiques. Les enseignants comprennent-ils ces souffrances ? Comment et en quoi peuvent-ils agir ? Que peut apprendre la recherche aux enseignants en regard des souffrances et quelle action leur permet-elle de poser.

Introduction

Des travaux en didactique des mathématiques et sur l'enseignement-apprentissage des mathématiques ressortent les difficultés des élèves liées à l'apprentissage de plusieurs notions. Ces travaux révèlent que certaines notions demeurent difficiles, autant pour les élèves que pour les enseignants. C'est le cas des fractions (Rosar et *al.*, 2001). Il en est de même en enseignement et en apprentissage de l'algèbre où plusieurs difficultés ont été révélées, entre autres celles liées à la transition arithmétique-algèbre (Chevallard, 1989 ; Schmidt, 1994 ; Bednarz, 1994 ; Coulange, 2001 ; Adihou, 2003). Les élèves présentant des difficultés et qui ne parviennent pas à répondre aux attentes formulées dans les programmes de formation primaire et secondaire sont « étiquetés ». Ils se désinvestissent des tâches mathématiques qui leur sont dévolues. Certains enseignants ont même de la difficulté à enseigner les mathématiques. Blouin (1985, p. 11) fait la remarque selon laquelle les mathématiques ont une « capacité remarquable de susciter toute une variété de réactions

dysfonctionnelles chez les étudiants et les étudiantes : anxiété, manque de confiance en ses capacités, démission prématurée, etc. ». Les recherches sur les difficultés d'apprentissage en mathématiques ont mis en évidence plusieurs facteurs entre autres : les difficultés d'ordre cognitif (Torkia-Lagacé, 1981), les blocages affectifs (Blouin, 1987, 1985 ; Nimier, 1985, 1976) et les pressions familiales, sociales et professionnelles (Lafortune, 1989 ; Tobias, 1978). Ces recherches pointent les facteurs de nature affective qui influent davantage sur l'apprentissage (Blouin, 1987, 1985; Gattuso et Lacasse, 1986; Lafortune, 1990, 1988, 1987; Tobias, 1978; Nimier, 1985, 1976). Ces facteurs affectifs conduiraient « à des échecs, à des abandons, à une dévalorisation de soi, à une impuissance à se prendre en main et à des tentatives infructueuses pour comprendre les vraies raisons de l'échec » (Lafortune, 1997, p. 4) comme des conséquences des réactions négatives face aux mathématiques. Les jeunes (primaire et secondaire) et les adultes vivent des échecs ou abandonnent en mathématiques. Ils abordent les mathématiques « avec réticence, par obligation et sans plaisir » (*ibid.*, p. 13). Les échecs et les abandons s'expliquent ainsi par la peur et l'anxiété ressenties à l'égard des mathématiques. Blouin (1985) pointe les effets dévastateurs de la peur et de l'anxiété chez certains étudiants qui considèrent les mathématiques avec beaucoup d'aversion.

Les diverses difficultés en enseignement et en apprentissage et les facteurs qui influent sur l'apprentissage des mathématiques sont des indices qu'une certaine souffrance est liée à l'enseignement et à l'apprentissage des mathématiques. L'objet de la communication est d'explicitier ce que nous entendons par souffrance en enseignement et en apprentissage des mathématiques à l'école. Nous mettrons en évidence les notions et les concepts qui renvoient au phénomène de souffrance en mathématiques à travers certains écrits : obstacle, erreur, difficultés en mathématiques, échec, motivation, anxiété, confiance en soi. Nous montrerons que ces notions et ces concepts sont des indices révélateurs de souffrance. Nous établirons des liens entre les souffrances et les difficultés ainsi que le désintéressement des élèves devant les mathématiques.

Nous suivrons le plan suivant :

- 1) Mathématiques et souffrance : quelques éléments ;
- 2) Mathématiques et souffrance à l'école ;
- 3) Didactique des mathématiques, enseignement/apprentissage des mathématiques et souffrance ;
- 4) Souffrance à l'école en apprentissage et en enseignement des mathématiques ;
- 5) Prendre en charge des souffrances en mathématiques ou repenser l'enseignement des mathématiques à l'école pour diminuer la souffrance.

1. Mathématique et souffrance : quelques éléments

Pour Nimier (1988, 1976), les mathématiques sont perçues comme ayant la vertu de construire l'intelligence, la rigueur, la méthode, la logique. Cette discipline peut transformer le sujet de l'intérieur. Certains craignent d'être réduits à une mécanique, d'autres intériorisent la puissance qu'ils attribuent à cette discipline. Selon Roditi (2004, p. 8), « les mathématiques sont transformées par le sujet en une force, une force au service de son Moi, soit en lui faisant jouer un rôle d'auxiliaire dans sa lutte contre certaines de ses pulsions répréhensibles, soit pour la considérer comme cette partie de lui-même qui l'opprime et dont il veut se libérer ». Cet auteur fait ressortir le poids de la résolution de problèmes.

La résolution d'un problème de mathématiques, comme l'acquisition de nouvelles connaissances ou le développement de nouvelles compétences, demande un certain engagement du sujet dans la tâche, la mise en place, la formulation ou la construction d'hypothèses, une démarche en somme, mais aussi un abandon en cas d'échec et un recommencement (...). D'autres y voient un risque d'atteinte

à l'intégrité de l'esprit : ceux qui font des mathématiques n'auraient plus les pieds sur terre et risqueraient de sombrer dans la folie (Roditi, 2004, p. 8).

2. Mathématiques et souffrance à l'école

L'apprentissage des mathématiques est une activité complexe, dont l'engagement mobilise des aptitudes cognitives. L'origine neurologique des troubles du calcul et du traitement des nombres intéresse fortement les neuropsychologues. Des chercheurs en psychologie ont tenté de comprendre les difficultés ou les facilités d'un élève en mathématiques par la relation qu'il entretient, au sens psychanalytique, avec l'objet que constituent les mathématiques. Ces auteurs montrent que l'activité mathématique est investie par le sujet, c'est-à-dire que cette dernière subit une transformation imaginaire qui a des causes inconscientes ou affectives. Pour certains, les mathématiques sont synonymes de perfection, de refuge, de paix et d'ordre ; pour d'autres, elles représentent un danger, un trou noir, une fatalité (Roditi, 2004). Wolf (1984) posait la question suivante : *La bosse des maths est-elle une maladie mentale ?* Cette question soulève, entre autres, la question de savoir si la bosse des maths serait une pathologie. Mais éprouver des difficultés en mathématiques relève-t-il de la pathologie ? Les mathématiques ne font-elles pas souffrir ? À l'école primaire et secondaire, les élèves sont confrontés à des situations d'apprentissage en mathématiques et à des notions abstraites qui, pour la plupart, sont déconnectées *a priori* de leur vie quotidienne. Les enseignants de cette discipline font aussi face à des situations d'enseignement qui, pour certains, ne font pas sens (Wolf, 1984 ; Géninet, 1993). À propos de l'enseignement des mathématiques au primaire et au secondaire, Wolf (1984) écrit : « C'est tout l'enseignement des mathématiques, tout particulièrement dans le primaire, mais aussi dans le secondaire, qui relève aujourd'hui de la maladie mentale. Enseignées sans aucun lien avec le monde réel, les mathématiques finissent par former un univers parallèle, semblable à celui des schizophrènes. C'est cela, en grande partie, qui rend cette discipline incompréhensible à la majorité des élèves ».

Baruk (1973), dans le résumé de présentation de son livre « Échec et maths », précise que « les mathématiques modernes n'ont pas éliminé les conflits et les drames chez les enfants, les maîtres et les parents, ni reculé l'échec en maths. C'est que le problème n'est pas tant de savoir quelles mathématiques enseigner, mais comment et pourquoi ». Dumont (1975), dans sa critique de l'œuvre de Baruk, montre comment l'expérience pédagogique de Baruk dans des classes de rattrapage, de recyclage d'adultes, d'instituts spécialisés, lui a permis « de s'attaquer à des mythes : mythe de la Bosse des Maths, mythe de l'Échec, mythe de la Découverte, de l'Ordre, de l'Expérience, de la Manipulation et divers autres ». Trabal (1997) s'est intéressé au caractère « violent » de l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques. Nimier et Lafortune, quant à eux, se sont penchés sur la dimension affective. La référence à l'affectivité et à la violence en enseignement et en apprentissage des mathématiques met en évidence une forme de souffrance pendant ces moments. On serait amené à se demander pourquoi certains souffrent pour n'avoir pas réussi en mathématiques et de façon plus générale, existerait-il « une bosse en mathématiques » ? Blouin (1985) rappelle que la réussite en mathématique n'est pas liée à « un talent spécial ou supérieur ». Comme dans tout apprentissage, la réussite en mathématique est la somme d'efforts et de persévérance qui se traduisent par une organisation de l'apprenant et une volonté de réussir. Devant des situations d'apprentissage, l'apprenant doit bénéficier d'un environnement propice et devrait mettre en place des stratégies qui se traduisent dans les faits par une méthode de travail, la confiance en soi, la motivation et surtout l'effort.

Pour nous, la souffrance physique est caractérisée par une atteinte au physique d'une personne, tandis que la souffrance psychologique et la souffrance psychique relèvent de plusieurs facteurs. Elles

peuvent être liées à la santé mentale, à l'affectivité ou bien à diverses frustrations liées à l'incapacité de faire telle ou telle chose ou encore à des échecs répétés. Parmi les composantes qui servent à comprendre la dimension affective, « certaines émotions telles que l'anxiété et la peur ainsi que la motivation et l'attribution, de laquelle la confiance en soi est une manifestation, influent particulièrement sur l'apprentissage des mathématiques, par les adultes » (Lafortune, 1997, p. 14). Eu égard à notre lecture, la souffrance est vécue sous diverses formes. Les souffrances en mathématiques à l'école peuvent être silencieuses et leurs conséquences sont multiples : échec, abandon, manque de motivation, anxiété devant les mathématiques. Elles sont parfois négatives pour les élèves (Charlot, 1976).

3. Didactique des mathématiques, enseignement-apprentissage des mathématiques et souffrance

Selon Brousseau (2009), la didactique des mathématiques étudie les conditions et les processus de diffusion et d'apprentissage des mathématiques. Elle se propose comme objectifs, entre autres, de donner des moyens de contrôle de l'enseignement des mathématiques, des moyens de diffusion des savoirs mathématiques et des moyens d'étude et d'analyse des phénomènes didactiques : obstacles, erreurs, difficultés, contrat didactique, transposition didactique, etc. Les didacticiens s'intéressent à des indices révélateurs de la souffrance ainsi qu'à leurs rôles dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques : c'est le cas du concept d'obstacles, d'erreurs et des difficultés d'apprentissage. En ce qui a trait à l'erreur, certains font l'hypothèse que celui qui produit une erreur, comme celui qui n'en commet pas, mobilise, pour une part, sa façon de comprendre la question et, pour une autre part, les moyens dont il dispose pour développer une réponse. Pour d'autres, certaines erreurs des élèves témoignent des difficultés qu'ils ont en mathématiques.

Erreurs en mathématiques

L'erreur relève de la variation ou de la différence entre une assertion reconnue comme vraie par rapport à une autre qui n'est pas en phase avec cette dernière. En d'autres termes, c'est le positionnement d'une déclaration par rapport à une autre qui a un caractère normatif. Elle met en place dans un contexte deux assertions qui sont données l'une pour vraie de façon formelle et l'autre pour fautive. Celle qui est fautive renvoie à une erreur par rapport à celle reconnue vraie. Pour Brousseau (2009, p. 4) « une erreur est d'abord une déclaration "contradictoire" avec un certain contexte accepté au préalable. Le contexte est celui d'une culture ou plus généralement celui d'une action en cours ». En mathématique, l'erreur fait partie intégrante de cette discipline. Si le travail du mathématicien consiste à fournir des preuves ou des démonstrations pour justifier des énoncés ou résoudre des problèmes en vue de trouver les solutions, il arrive parfois que des erreurs se produisent. Le mathématicien se voit ainsi contraint de revenir sur son travail pour trouver ou « réparer » son erreur. Ce travail lui permet de progresser. Il permet la mise en place de raisonnements mathématiques. C'est un des caractères féconds de l'erreur. Il en est de même dans l'apprentissage où l'erreur est le reflet de savoir ou de connaissance en construction. Il arrive même qu'une déclaration soit vraie dans un certain contexte et que la même déclaration mette en erreur le mathématicien dans un autre contexte. En ce sens, le caractère punitif ou négatif de l'erreur devra être reconsidéré et aiderait les élèves à moins souffrir des échecs.

Pour Astolfi (2008), si on considère que les connaissances s'acquièrent de façon naturelle, les erreurs ne peuvent avoir d'autres statuts que celui des « ratés » d'un système qui n'a pas correctement fonctionné et qu'il faut bien sanctionner. Il met en évidence la double négation de l'erreur ou pour ces dernières « le statut de l'erreur est celui d'une « faute », avec toutes les connotations moralisantes

associées au terme » ou celui « d'un « bug » (ou d'une « bogue » selon la traduction française de ce terme informatique) quand se découvre « un lézard » dans l'écriture d'un programme » (Astolfi, 2008, p. 13).

Selon Roditi (2004, p. 10), même si la gravité de certaines erreurs dans les situations a-didactiques n'est pas très importante « puisqu'elle ne révèle pas une connaissance mathématique inadaptée à la tâche proposée, il convient pourtant de ne pas les négliger afin de permettre à l'élève de s'engager “mathématiquement” dans un problème ». Certaines erreurs sont produites par une conception erronée de l'un des objets mathématiques qui interviennent dans l'énoncé d'un problème ou dans la procédure de résolution. Il arrive aussi que la conception qui met l'élève en difficulté ne soit pas erronée, mais seulement inadaptée à la situation. Les élèves comme les enseignants sont aux prises avec des erreurs qui persistent malgré différentes tentatives pour les dénoncer (Roditi, 2004). Bien que les erreurs soient le reflet d'une connaissance en construction, elles dénotent aussi des difficultés des élèves. L'erreur est souvent vécue comme un échec, une faute, une honte. Or, selon les spécialistes des phénomènes de l'enseignement, l'erreur est un phénomène naturel et incontournable dans le processus d'apprentissage. Le statut de l'erreur dans les nouveaux travaux en didactique des mathématiques a évolué. L'erreur n'est plus considérée comme « une mauvaise connaissance ».

Obstacles en didactique des mathématiques

Dans la construction de nouveaux savoirs, il arrive que le passage d'une conception à une autre ne se fasse pas facilement. Comme le soulignent Brousseau et Antibii (2000, p. 21), « l'adaptation ou le remplacement de l'ancienne conception (qui conduit à des réponses inadéquates ou fausses) demande une profonde refonte des définitions, des habitudes et des formulations, que la transposition précédente peut contrarier ». La conception ancienne peut alors constituer un obstacle à la nouvelle. Brousseau (1998) propose de distinguer, parmi les connaissances mathématiques, celles qui ont un domaine de validité restreint, mais que des élèves utilisent tout de même et persistent à utiliser, en dehors de ce domaine de validité. Brousseau appelle *obstacle* une telle connaissance, à l'instar de Gaston Bachelard (1938). L'obstacle est constitué comme une connaissance, avec des objets, des relations, des méthodes d'appréhension, des prévisions, avec des évidences, des conséquences oubliées, des ramifications imprévues. Il va résister au rejet, il tentera comme il se doit de s'adapter localement, de se modifier aux moindres frais, de s'optimiser sur un champ réduit, suivant un processus d'accommodation bien connu. L'obstacle n'est pas une connaissance totalement inadaptée; au contraire, un obstacle résiste parce que c'est une connaissance adaptée à certaines situations et qu'elle permet donc des réussites. Ainsi « un obstacle se manifeste par des erreurs, mais ces erreurs ne sont pas dues au hasard. Fugaces, erratiques, elles sont reproductibles et persistantes » (Brousseau, 1998, p. 121).

Brousseau distingue trois types d'obstacles selon leur origine : ontogénique, didactique et épistémologique. Bien que les obstacles soient incontournables dans la construction de nouveaux savoirs, « les limitations didactiques peuvent s'ériger en interdits implicites en provoquant des incompréhensions et des erreurs persistantes » (Brousseau et Antibii, 2000, p. 22). Les obstacles mettent l'élève dans une position d'incapacité, d'incompréhension et d'erreurs qui créent des souffrances. Selon plusieurs didacticiens, erreurs et obstacles sont des sources de difficulté d'enseignement et d'apprentissage chez les élèves et les enseignants.

Difficultés d'apprentissage en mathématiques

Certaines définitions sur les difficultés d'apprentissage en mathématiques attribuent ces dernières à des facteurs qui relèveraient de l'élève. Dans cette optique, l'enseignant devra les déterminer pour

chaque élève et ensuite trouver des moyens ou mettre en place des stratégies en vue de les aider pour qu'ils apprennent les mathématiques. Or, en mettant les difficultés d'apprentissage en mathématiques et même leur source du côté de l'élève, ce dernier est rendu responsable de ses difficultés, il est en d'autres termes « coupable ». On fait ainsi une « abstraction » relativement au système d'éducation et à l'environnement dans lequel l'élève se trouve tant sur le plan institutionnel que didactique. En effet, certaines définitions ne font pas référence à des phénomènes didactiques et aux interactions didactiques (triangle didactique et interactions élève - enseignant – savoir) alors que certains phénomènes didactiques (erreurs, obstacles) expliqueraient en partie certaines de ces difficultés. Pour DeBlois et Giroux (1998, p. 2-3) « les fondements des programmes de formation des maîtres en adaptation scolaire et sociale relèveraient en partie de la conception selon laquelle la cause et la nature des difficultés sont liées à des facteurs propres à l'élève ». Pour DeBlois, (1998, p. 1), « les critères utilisés pour déterminer la difficulté d'apprentissage ne font pas l'unanimité ». DeBlois poursuit : « En exprimant la difficulté d'apprentissage uniquement selon un retard scolaire, nous ne pouvons discriminer les enfants qui réussissent de ceux qui comprennent ». Cette façon de catégoriser les élèves éprouvant des difficultés en mathématiques ne fera que renforcer le sentiment d'incapacité que les élèves ont devant les mathématiques, sentiment qui, à son tour, ne fera que porter atteinte à leur estime de soi. Une telle atteinte renforcera la souffrance diffuse et silencieuse que vit l'élève en difficulté en mathématique.

Échec

La problématique des erreurs, des obstacles et des difficultés d'apprentissage renvoie à celle de l'échec scolaire. Chevallard (1988, p. 36) distingue différents niveaux de saisie de l'échec scolaire. Il s'agit de l'échec scolaire au niveau de :

1. l'école où les indicateurs sont, par exemple, le redoublement ou l'échec à un examen ;
2. la vie officielle de la classe dont les indicateurs peuvent être les notes trimestrielles ;
3. la vie semi-officielle de la classe dont les indicateurs sont l'échec à un examen maison ;
4. la vie intime, privée, de la classe dont « les indicateurs sont alors toutes les incompréhensions que l'enseignant voit apparaître de manière récurrente, labile et apparemment erratique dans l'activité concrète de la classe ».

Pour DeBlois et Giroux (1998, p. 3) en se référant à Chevallard (1988), « les enseignants réfèrent à la vie privée de la classe, plutôt qu'aux critères institutionnels, lorsqu'ils sont invités à commenter l'échec scolaire : s'ils s'attribuent le mérite des succès de leurs élèves, les enseignants imputent en revanche la responsabilité de l'échec aux caractéristiques individuelles de leurs élèves. Pour préciser le point de vue adopté pour la compréhension des échecs scolaires ». Les élèves dits en difficulté d'apprentissage le sont à cause de leurs échecs dans l'acquisition de connaissances scolaires (DeBlois et Giroux, 1998 ; Blouin, 1985), mais d'un autre côté les erreurs, les obstacles et les difficultés d'apprentissage mettent les élèves en échec scolaire. Elles sont à l'origine de souffrance chez les élèves.

4. Souffrance à l'école en apprentissage des mathématiques

En référence à tout ce qui a été abordé, motivation, anxiété, confiance en soi¹, erreurs en mathématiques, obstacles en didactique des mathématiques, difficultés d'apprentissage en mathématiques et échec sont, selon nous, des indices révélateurs de la souffrance à l'école. Les situations d'apprentissage confrontent les élèves à des difficultés d'apprentissage qui se dénotent par des obstacles, des erreurs, des échecs, des angoisses, des anxiétés. Ces difficultés créent des souffrances

silencieuses qui sont des souffrances psychologiques ou des souffrances psychiques. Ces souffrances ont des répercussions sur la motivation, l'anxiété et la confiance en soi. Lafortune (1997) articule motivation, anxiété et confiance en soi. En y faisant référence, il est important de noter que la motivation guide la majorité des choix de l'humain et il en est de même pour la décision d'entreprendre des études en mathématiques. Si pour l'apprenant la motivation et la confiance en soi sont absentes, si ce dernier a subi des échecs répétés et s'il attribue ses succès à des causes externes alors qu'elles relèvent de ses efforts personnels qui lui ont permis de réussir en mathématiques, il lui serait difficile de retrouver du plaisir dans un cours de mathématique. L'anxiété prendra le dessus et la peur des mathématiques serait présente. Cette anxiété est caractéristique de certains « mathophobes ».

5. Prendre en charge des souffrances en mathématiques ou repenser l'enseignement des mathématiques à l'école pour diminuer la souffrance

Devant les élèves peu motivés, les enseignants sont souvent démunis, ils font du surinvestissement (Conne, 1992). Giroux pointe cet effet pervers de l'intervention dans une entrevue intitulée « Le plaisir des mathématiques, de les enseigner et de les apprendre » (Dupuy-Walker et Brodeur, 1998)². Ce phénomène est observé dans l'enseignement (école et secondaire) où l'on morcelle les savoirs et l'on fait faire à l'élève en difficultés d'apprentissage des exercices sur les quatre opérations de base de façon exagérés, alors que l'on pourrait orienter l'intervention autrement. Si nous considérons importante la maîtrise des opérations, certaines pratiques et interventions auprès des élèves en difficulté en mathématiques produisent des phénomènes d'enseignement dans les classes d'adaptation scolaire et sociale. Ces phénomènes amènent les élèves à se désinvestir des mathématiques. Ils peuvent nuire à l'apprentissage en mathématiques.

Certains enseignants perdent parfois le plaisir d'enseigner. Selon Belli et Pech (2006), cette perte de plaisir se traduit le plus souvent par :

1. « L'élève se retrouve souvent seul devant les problèmes et donc devant des angoisses ;
2. les exercices proposés sont la plupart du temps des situations déconnectées de la réalité de l'élève ou faussement apparentées ;
3. en outre, ce sont le plus souvent des « exercices types » à résoudre toujours de la même manière, entraînant un effet de contrat didactique qui réduit la part de recherche des élèves ;
4. la réflexion sur les énoncés est insuffisante, voire inexistante : les enseignants ne laissent pas de place aux questions des élèves de peur sans doute de diminuer leur activité de recherche alors que poser une question, c'est déjà raisonner ;
5. les pratiques dirigent parfois trop la pensée logique en formalisant la recherche sous forme de tableau : solution / opération. Au contraire, on apprend rarement aux élèves une méthodologie de recherche de base ;
6. la mémoire est énormément sollicitée au détriment des élèves dont le raisonnement est juste, mais dont les calculs sont incorrects ;
7. on pense encore trop souvent que les mathématiques sont principalement une pratique mentale alors que, pour beaucoup d'entre nous, nous avons encore parfois besoin de recourir à la manipulation ou à la schématisation, signe que le dessin n'est pas réservé qu'aux « petits » ;
8. certaines questions d'élèves sont considérées comme non pertinentes alors que, très certainement pour eux, selon le sens qu'ils leur donnent, elles le sont ;
9. les mathématiques sont souvent perçues comme objet d'enseignement purement scolaire, enseignement « sérieux » réservé à une élite et de plus isolé des autres disciplines ;
10. on a parfois tendance à ne considérer que les bonnes réponses ou celles attendues, comme si la

réponse était évidente. Portant par là même un jugement de valeur qui peut être néfaste pour l'élève (peur de répondre, sentiment d'incompétence, etc.) ;

11. l'enseignant s'investit peu dans les activités des élèves (l'élève ne voit jamais l'enseignant dans une activité de recherche) et semble ainsi le gardien de la solution et un expert infaillible ;
12. on comprend mieux, au regard de ces constats, ce qui peut perturber les élèves et induire chez eux un manque de plaisir et une perte de confiance (pp. 1-2) ».

L'affectivité au cœur de l'apprentissage

La perte de plaisir de faire des mathématiques mise en évidence par Belli et Pech (2006) renvoie selon nous à la dimension affective de l'apprentissage des mathématiques. Dans le but de mieux comprendre l'influence de cette dimension affective, d'aider les élèves et de diminuer l'influence des réactions affectives négatives devant les mathématiques, des recherches, expériences et interventions ont été menées. La dimension affective étudiée dans ces recherches, expériences et interventions a mis en évidence des phénomènes d'échec, d'abandon, de manque de motivation, d'anxiété devant les mathématiques. Par exemple, l'anxiété devant les mathématiques peut s'avérer destructrice pour les élèves anxieux. La peur perpétuelle, les émotions ressenties à travers les difficultés, les échecs et le sentiment d'incapacité de réussir en mathématique mettent en évidence des facteurs de l'ordre de l'affectif³ dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques. Les sentiments, les émotions et la faculté d'être éprouvé dans l'apprentissage des mathématiques justifient l'importance de la prise en compte de la dimension affective de l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques. Certains de ces facteurs de l'ordre de l'affectif créent par exemple de l'anxiété qui se traduit et fait souffrir à la seule idée d'avoir à faire des mathématiques (Lafortune, 1997). En effet, plusieurs chercheurs (Blouin, 1985, 1987; Gattuso et Lacasse, 1986; Nimier, 1996; Tobias, 1978, 1987; Lafortune, 1998, 1990, 1987) ont montré le caractère dévastateur de l'anxiété. Elle agit sur la performance intellectuelle, l'investissement dans les situations d'apprentissage. Elle empêche d'être concentré, d'être attentif en classe et d'avoir confiance en soi. Elle fait douter l'élève en difficulté de ses capacités de réussir en mathématiques. En alternant avec d'autres facteurs sociaux et sociologiques, elle fait souffrir encore plus.

Les difficultés des élèves

La didactique des mathématiques étudie et analyse des phénomènes didactiques liés à l'enseignement des mathématiques entre autres : les difficultés des élèves, les erreurs, les stratégies des élèves, la pratique de l'enseignant, les contenus, les connaissances et savoirs, les processus d'apprentissage, les interactions induites par le triangle didactique, etc. Elle s'appuie sur le triangle didactique, ce qui permet l'étude des différentes interactions, mais aussi l'étude des pôles de ce triangle (maître – élève – savoir). Ce sont les trois partenaires du système didactique. L'interaction entre ces trois composantes définit la relation didactique. Elle permet ainsi de comprendre la dynamique en vue de prévoir et d'anticiper sur les éventuelles interventions. Si l'accent est centré uniquement sur l'élève, les autres composantes du système sont reléguées au second plan. Or les situations qui sont proposées le sont pour l'élève. Les difficultés en mathématiques sont alors des préoccupations de nature didactique. L'étude didactique des difficultés pourra fournir des outils de compréhension et des gestions des difficultés. Les théories en didactique des mathématiques offrent ainsi des outils conceptuels et méthodologiques permettant d'aborder la problématique des difficultés d'apprentissage d'un point de vue systémique (DeBlois, 1988). Une telle avenue conduirait à faire moins souffrir et ouvre un territoire pour l'étude de la souffrance en mathématique à l'école.

Statut de l'erreur

Dans son livre, Astolfi (2008) met en évidence les différentes orientations de l'erreur, leur statut et leur évolution. L'erreur n'est plus considérée comme une faute que l'on sanctionne, mais, au-delà du caractère « normatif » relativement à une certaine connaissance ou savoir, le statut de l'erreur a beaucoup évolué. On peut produire des erreurs, c'est le cas des erreurs systématiques. Les erreurs sont le reflet de connaissances en construction. Les erreurs sont considérées comme un outil didactique (les leurres) car elles permettent à l'enseignant d'aborder des notions mathématiques. L'analyse des erreurs permet de mieux comprendre certains phénomènes didactiques. Elles permettent mettre en évidence les potentiels des élèves et à structurer les interventions en classe. Astolfi (2008) identifie, en s'appuyant sur de nombreux exemples, huit types d'erreurs⁴ pour lesquelles il propose médiations et remédiations.

Approche par résolution de problème

La résolution de problèmes en mathématique est un outil pédagogique pertinent. Elle permet de recourir à des situations significatives des contextes réels auxquels l'élève sera confronté. L'approche par résolution de problèmes en mathématique peut stimuler la motivation des élèves. La recherche de solutions aux problèmes significatifs, complexes et ouverts, vise à donner du sens aux notions et concepts. L'élève est actif dans la situation d'apprentissage et c'est valorisant pour lui (Barbeau, Montini et Roy, 1997). La résolution de problème est une activité qui ne consiste pas seulement à appliquer un modèle de résolution (opération, algorithme, règle, théorème); elle permet, par une analyse méthodique de situations significatives, complexes et ouvertes et inédites, de mettre en évidence des processus dans le but d'acquisition de nouvelles connaissances et la mise en place de nouveaux savoirs. La résolution de problème renvoie alors à des activités de créativité et de découverte. « Il est essentiel de planifier attentivement le contenu à enseigner, la séquence d'opérations cognitives que les élèves auront à réaliser pour traiter l'information et les liens multiples qu'on souhaite faire établir entre les diverses notions à l'étude pour susciter une compréhension adéquate de la situation présentée » (Barbeau, Montini et Roy, 1997, p. 151). En ce sens l'enseignement par résolution de problèmes permet de mettre l'accent sur la construction de connaissances plutôt que sur leur transmission et leur mémorisation. Il propose des situations facilitant l'accès au sens et permettant simultanément de confronter ce sens à des traitements syntaxiques et sémantiques des différents registres de représentation. Il favorise le développement de la recherche, du raisonnement, de l'imagination et les capacités d'abstraction, de rigueur et de précision. La résolution de problèmes joue ainsi un rôle essentiel dans l'activité mathématique. Cet apprentissage permettra aux élèves de développer des compétences de questionnement. S'ils sont amenés à faire part de leur point de vue, la communication et l'utilisation de processus et de concepts mathématiques leur permettront d'avoir un rapport positif devant les mathématiques. Cette posture créera moins de souffrance, car elle favorisera la motivation des élèves à apprendre, ces derniers investissant des efforts nécessaires à leur réussite, parce que les activités ont du sens pour eux. (Barbeau, Montini et Roy, 1997).

Jeu de rôle au cœur de l'apprentissage

Le jeu de rôle consiste en un jeu de simulations. Il favorise des apprentissages plus significatifs. Il fait appel à des stratégies de résolution de problèmes qui reposent sur les objectifs à atteindre et que d'autres stratégies ne sauraient rencontrer. On définit quatre catégories d'objectifs attribuables au jeu de rôle : l'acquisition d'habiletés techniques et de méthodes, le développement d'attitudes, la compréhension de faits et de principes et l'expression de la créativité. Le jeu de rôle donne aux

élèves des occasions d'explorer et d'exercer de nouvelles habiletés de communication. Le jeu de rôle peut constituer un outil efficace et peut s'avérer une activité d'apprentissage motivante pour les élèves (Lajoie, 2010; Lajoie et Pallascio, 2001 ; Chamberland et Provost, 1996).

Conclusion

La référence à l'affectivité et à la violence en enseignement et en apprentissage des mathématiques met en évidence une forme de souffrance pendant l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques. Les constats mis en évidence permettent de mieux comprendre ce qui peut perturber les élèves et induire chez eux un manque de plaisir et une perte de confiance. Comment modifier le rapport au savoir mathématique afin que tous les élèves gardent ou reprennent confiance en eux et aient du plaisir à faire des mathématiques ? Comment faire pour qu'ils n'adoptent pas une position de retrait, voire de rejet, ou qu'ils ne soient plus dans une telle position ? Comment faire pour diminuer les souffrances ?

Eu égard à nos propos, on peut amener les élèves à s'investir dans les mathématiques en prenant appui fort positivement sur les erreurs qu'ils commettent, sur leurs raisonnements pour investir encore davantage les mathématiques. Nous avons appuyé nos propos sur la souffrance en mathématiques en nous référant à des études pionnières (Nimier, 1988, 1976 ; Baruk, 1977, 1973) et par des études didactiques (Brousseau, 1998 ; Roditi, 1988, etc.). Les études didactiques montrent bien comment les élèves qui éprouvent des difficultés désinvestissent les mathématiques et sont enclins à produire des réponses rapidement. Une telle conduite, si elle est reçue comme telle - sans une interprétation -, mène à des difficultés dont les élèves témoignent. Ces difficultés leur sont intrinsèques. Par ailleurs, les difficultés des élèves - d'un nombre fort important d'élèves - se traduisent très souvent par des difficultés des enseignants. Conne (1999) et Favre (1999), entre autres chercheurs en didactique des mathématiques, montrent bien qu'il n'est pas évident de prendre en compte les réponses, les procédés problématiques et les représentations des élèves. Plusieurs travaux en didactique des mathématiques ont mis en évidence les conclusions de Conne (1999) et Favre (1999) en formation des maîtres, notamment au moyen d'activités auprès d'élèves. Par ailleurs, un nombre non négligeable d'enseignants, surtout au primaire, ont des rapports aux mathématiques qui ne sont pas si différents des rapports des élèves dits en difficultés, même s'ils ne commettent pas d'erreurs. Ils ne savent réagir autrement - *in vivo* - à ces difficultés qu'en se réfugiant dans un enseignement « techniciste » des mathématiques, enseignement encore plus accentué lorsqu'ils s'adressent aux élèves en difficultés. Dans ce sens, pour atténuer la souffrance des élèves en mathématiques, il faut aussi tenir compte de celle des enseignants, souffrance moins apparente lorsqu'ils enseignent des mathématiques élémentaires, lorsqu'ils peuvent s'appuyer sur des manuels. Mais, leurs souffrances sont relativement visibles dans certaines situations d'enseignement des nombres rationnels, de la géométrie, de l'algèbre par exemple. Le recours à des situations d'enseignement « riches » peut atténuer la souffrance des élèves et aussi celle des enseignants. C'est le cas de la situation portant sur la calculatrice et Animaths (Lemoyne et Bisailon, 2005) et des situations empruntées à Brousseau et utilisées auprès d'élèves en difficultés : situation d'épaisseur d'une feuille de papier de situation voilier de Brousseau. Ces situations sont intéressantes parce qu'elles prennent en compte les erreurs, les obstacles, le jeu de l'élève, de l'enseignant, du savoir créant ainsi des contextes significatifs, dans lesquels l'échec n'a plus de place ou n'a plus de sens. Elles permettent donc un nouveau rapport aux mathématiques ou un rapport différent. On peut lier ce travail à l'importance mathématique de l'investissement dans les erreurs.

Notes

- 1 Motivation : La motivation est spécifiquement une composante de la dimension affective. Le manque de motivation entraînerait une certaine indifférence, un désintérêt à s'engager dans un cours de mathématiques (Lafortune, 1997, p. 15) ;
Anxiété : L'anxiété est un état affectif caractérisé par un sentiment d'inquiétude, d'insécurité et de trouble physique diffus vis-à-vis d'un danger devant lequel on se sent impuissant (Sillamy, 1980). L'anxiété face aux mathématiques peut empêcher l'étudiant ou l'étudiante de faire des mathématiques : à la seule idée d'avoir à en faire, l'étudiante ou l'étudiant anxieux panique et cherche des moyens pour éviter d'être en contact avec cette discipline (Lafortune, 1997, p. 18).
Confiance en soi : la confiance en soi est le sentiment par lequel un individu fera preuve de hardiesse et d'assurance quant à la réussite d'une expérience (Sillamy, 1980). La confiance en sa capacité de réussir en mathématiques amène l'étudiant ou l'étudiante à poursuivre la recherche d'une solution à un problème même si un premier essai s'est avéré infructueux. Le manque de confiance a généralement pour effet de décourager l'étudiant ou l'étudiante, jeune ou adulte, lorsqu'il rencontre la moindre difficulté (Lafortune, 1997, p. 21).
- 2 Entrevue avec Jacinthe Giroux réalisée par Louise Dupuy-Walker et Monique Brodeur, « Le plaisir des mathématiques, de les enseigner et de les apprendre » :
<http://www.adaptationscolaire.org/themes/JacintheGiroux.pdf>
- 3 **L'affectivité** désigne le caractère des phénomènes dits affectifs, l'ensemble des sentiments et des émotions, et la faculté d'éprouver, en réponse à une action quelconque sur notre sensibilité, des sentiments ou des émotions. <http://fr.wikipedia.org/wiki/Affectivité>
- 4 La première catégorie relève de la compréhension des consignes ; la deuxième résulte d'un mauvais décodage des règles du contrat didactique ; la troisième met en évidence les représentations notionnelles des élèves ; la quatrième est liée à la nature des opérations intellectuelles ; la cinquième provenant des démarches adoptées par les élèves ; la sixième est due à une surcharge cognitive ; la septième est liée à l'absence de lien ou de rapport entre des outils déjà utilisés dans une discipline et ceux qui sont requis pour une autre discipline ; la huitième résulte de la complexité propre du contenu.

Bibliographie

- Adihou, A. (2003). *Étude des phénomènes didactiques liés à la méthode de résolution de problèmes arithmétiques par la mise en équations en 9^{ème} secondaire*, Thèse de doctorat, Université de Genève.
- Astolfi, J.-P. (2008). *L'erreur, un outil pour enseigner*. Paris : ESF éditeur.
- Bachelard, G. (1938). *Formation de l'esprit scientifique*. Paris : Vrin.
- Barbeau, D, Montini, A et Roy, C. (1997). *Tracer les chemins de la connaissance : la motivation scolaire*. Montréal : Association québécoise de pédagogie collégiale (AQCP).
- Baruk, S. (1973). *Échec et Maths*. Paris : Seuil.
- Baruk, S. (1977). *Fabrice : ou l'école des mathématiques*. Paris : Seuil.
- Bednarz, N. (1994) *The Emergency and development of algebra in a problem solving context : a problem analysis*, *Proceedings of the XVIII PME*, Lisbon, Volume 2, pp. 64-71.
- Belli, T. et Pech E. (2006). *Rapport au savoir en mathématiques*. Mémoire professionnel, Institut Universitaire de Formation des Maîtres De l'académie d'Aix-Marseille Site d'Aix-en-Provence, <http://peysseri.perso.neuf.fr/PE2005/GFP05/MEMO2006/N.pdf>
- Blouin, Y. (1985). *La réussite en mathématiques au collégial : le talent n'explique pas tout*. Rapport de recherche publié au Cégep François-Xavier-Garneau.
- Brousseau G. (1998). La théorie des situations didactiques. Dans M. Cooper, N. Balacheff, R. Sutherland et V. Warfield, V. (dir.), *Recueil de textes de Didactique des mathématiques 1970-1990* (p. XX-XX). Grenoble : La pensée sauvage.

- Brousseau, G. et Antib, A. (2000). La dé-transposition des connaissances scolaires. *Recherche en Didactique des Mathématiques*, 20(1), pp. 7-40.
- Brousseau, G. (2009). L'erreur en mathématiques du point de vue didactique. *Tangente Éducation*, n° 7.
- Chamberland, G. et Provost, G. (1996). *Jeu, simulation et jeu de rôle*. Sainte-Foy : Presses de l'Université du Québec.
- Charlot, B. (1976). Les contenus non-mathématiques dans l'enseignement des mathématiques. *Bulletin de l'IREM de Nantes*, 7. Reproduit dans Pallascio, R. (1979). *Fonctions sociales de l'enseignement des mathématiques*. Éd. Téléuniversité, 166-175.
- Chevallard, Y. (1988). *Notes sur la question de l'échec scolaire*. Irem d'Aix-Marseille, Cahier n°13.
- Chevallard, Y. (1989). *Arithmétique, algèbre, modélisation : Étapes d'une recherche*. IREM d'Aix-Marseille, n°16.
- Conne, F. (1999). Faire des maths, faire des maths, regarder ce que ça donne. Dans G. Lemoyne et F. Conne (Éds.), *Le cognitif en didactique des mathématiques*. Montréal : Les Presses de l'Université de Montréal, pp. 31-69.
- Conne, F. (1992). Transposition didactique : savoir et connaissances. *Recherches en didactique des mathématiques*, 12(2.3), pp. 221-270.
- Coulange, L. (2001). Activité du professeur dans l'enseignement des systèmes d'équations en classe de Troisième. *RDM*, 21(3), La Pensée Sauvage, Grenoble.
- DeBlois, L. (1998). *Présentations Difficultés d'apprentissage – mathématiques*. <http://www.adaptationscolaire.org/themes/dima/presdima.htm>
- DeBlois, L. et Giroux, J. (1998). « État d'avancement de la connaissance ». Difficultés d'apprentissage en mathématiques. http://www.adaptationscolaire.org/themes/dima/documents/textes_dima.pdf. Dans Site Internet de l'Adaptation scolaire et sociale de langue française : <http://adapt-scol-franco.educ.infinet.net/themes/dima/presdima.htm>, Québec : Université Laval, 15 p.
- Dumont, M. (1975). Notes Critiques. *Revue française de pédagogie*, n°30, pp. 56-60.
- Dupuy-Walker, L. et Brodeur, M. (1998). Le plaisir des mathématiques, de les enseigner et de les apprendre. Entrevue avec Jacinthe Giroux : <http://www.adaptationscolaire.org/themes/JacintheGiroux.pdf>
- Favre, J.-M. (1999). La mathématique et le cognitif : deux chimères pour l'enseignant. Dans G. Lemoyne et F. Conne (Éds.), *Le cognitif en didactique des mathématiques*. Montréal : Les Presses de l'Université de Montréal, pp. 235-261.
- Gattuso, L. et R. Lacasse (1986). *Les mathophobes : une expérience de réinsertion au niveau collégial*. Montréal, Cégep du Vieux Montréal, 195 p.
- Géninet, A. (1993). *La gestion mentale en mathématiques. Applications de la 6^{ème} à la 2^{nde}*. Paris : Retz.
- Lemoyne, G. et Bisailon, N. (2005). Conception et réalisation de recherches sur l'enseignement des mathématiques dans des classes intégrant des élèves en difficulté. Dans Giroux, J. & Gauthier, D. (Éds.), *Difficultés d'enseignement et d'apprentissage des mathématiques. Hommage à Gisèle Lemoyne*. Montréal : Éditions Bande didactique, pp. 9-34.
- Lafortune, L. (1997). *Dimension affective en mathématiques*. Bruxelles : De Boeck.
- Lafortune, L. et St-Pierre, L. (1994). *La pensée et les émotions en mathématiques : Métacognition et affectivité*. Montréal : Éditions Logiques.
- Lajoie, C. (2010). Les jeux de rôles : une place de choix dans la formation des maîtres du primaire en mathématiques à l'UQAM. Dans J. Proulx et L. Gattuso (dir.), *Formation des enseignants en mathématiques : tendances et perspectives actuelles*. Sherbrooke : Éditions du CRP, pp. 101-113.
- Lajoie, C. et Pallascio, R. (2001). *Le jeu de rôle : une situation-problème en didactique des mathématiques pour le développement de compétences professionnelles*. Colloque des didacticiens et des didacticiennes des mathématiques (GDM), Montréal, 7, 8 et 9 mai 2001.
- Nimier, J. (1976). *Mathématiques et affectivité*. Paris : Stock.
- Nimier, J. (1985). *Les maths, le français, les langues, à quoi ça me sert ?* Paris : Cedic-Nathan.

- Nimier, J. (1988). *Les modes de relations aux mathématiques : attitudes et représentations*. Paris : Méridiens Klincksieck.
- Roditi, E. (2004) Origine des difficultés en mathématiques :
<http://eroditi.free.fr/Enseignement/PE1/S2%20difficultes.pdf>
- Rosar, D., Van Nieuwenhoven, C., Jonnaert, Ph. (2001). Les fractions, comment mieux comprendre les difficultés rencontrées par les élèves. *Instantanés mathématiques*, 32(2), pp. 4-16.
- Schmidt, S. (1994). *Passage de l'arithmétique à l'algèbre et inversement de l'algèbre à l'arithmétique, chez les futurs enseignants dans un contexte de résolution de problèmes*. Thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal.
- Tobias, S. (1979). *Overcoming math anxiety*. New York : Norton.
- Tobias, S. (1978), *Succeed With Math : Every Student's Guide to Conquering Math Anxiety*. New York, College Entrance Examination Board.
- Torkia-Lagacé, M. (1981). *La pensée formelle chez les étudiants de Collège I : objectif ou réalité ?* Cégep de Limoilou : Rapport de recherche.
- Trabal, P. (1997). *La violence de l'enseignement des mathématiques et des sciences - une nouvelle approche de la sociologie des sciences*. Paris : L'Harmattan.
- Wolf, M. (1984). *La bosse des maths est-elle une maladie mentale ?* Paris : La Découverte.

Notice professionnelle

Adolphe Adihou est professeur de mathématiques et de didactique des mathématiques à l'Université du Québec à Rimouski. Il est détenteur d'un Certificat d'Aptitude au Professorat de l'Enseignement Moyen en mathématiques, du Diplôme de mathématicien de l'Université de Genève et d'un Doctorat en Sciences de l'éducation (Didactique des mathématiques) de l'université de Genève. Il a fait un stage postdoctoral au Département des mathématiques de l'Université du Québec à Montréal. Ses recherches portent, d'une part, sur les difficultés liées à l'enseignement et à l'apprentissage de l'algèbre, de la relation d'égalité, des fractions, de la résolution de problèmes et aux problématiques du recours aux situations-problèmes en mathématiques et, d'autre part, sur la formation initiale des maîtres en mathématiques.

adolphe_adihou@uqar.qc.ca