

# Intervenir sur la métacognition et l'affectivité

*Des méthodes pédagogiques, des techniques d'enseignement, des modalités d'évaluation et des activités d'apprentissage qui permettent d'intervenir efficacement en classe sur les dimensions métacognitive et affective de l'apprentissage, entre autres sur les connaissances métacognitives, les émotions, la motivation et la confiance en soi.*

---

## Lise Saint-Pierre

Professeure de mathématiques  
Cégep de Baie-Comeau

## Louise Lafortune

Professeure de mathématiques  
Cégep André-Laurendeau  
Chercheure associée au CIRADE  
(UQAM)

Ce texte présente la recherche *La pensée et les émotions en mathématiques. Métacognition et affectivité* (Lafortune et Saint-Pierre, 1994) réalisée entre 1991 et 1993 dans le cadre du Programme d'aide à la recherche sur l'enseignement et l'apprentissage (PAREA) de la Direction générale de l'enseignement collégial du ministère de l'Éducation. Le but de la recherche était de mettre au point des activités didactiques à utiliser dans les classes pour intervenir sur les dimensions métacognitive et affective de l'apprentissage des mathématiques. Les activités que nous avons élaborées peuvent être utilisées, souvent avec un minimum d'adaptation, dans l'enseignement d'autres disciplines.

Le développement de la métacognition et la prise en compte de l'affectivité dans l'enseignement préoccupent bon nombre de pédagogues. Certains auteurs ont montré l'importance, en mathématiques, de développer des habiletés métacognitives pour rendre plus signifiante l'acquisition des connaissances, et pour rendre plus productives les habiletés de résolution de problèmes (Schoenfeld, 1987 ; Garofalo et Lester, 1985 ; Saint-Pierre, 1991). D'autres ont explicité la nécessité de prendre en compte la dimension affective de l'apprentissage des mathématiques pour que se réalisent les apprentissages visés par les interventions pédagogiques (Lafortune, 1988, 1990, 1992 ; Blouin, 1985, 1987 ; Nimier, 1976, 1985 ; Gattuso et Lacasse, 1986, 1989). D'autre part, les professeurs et les professeures de mathématiques croient important de se préoccuper de la dimension affective (Lafortune, 1992) et du développement métacognitif. Toutefois, il semble qu'ils utilisent surtout des méthodes pédagogiques traditionnelles où le professeur transmet lui-même les connaissances à une classe plus ou moins passive sans vraiment prendre en compte ces deux dimensions (Lafortune, 1988). Bloom, Hastings et Madaus (1971, rapportés par Martin et Briggs, 1986) croient que l'écart

entre les croyances des professeurs et leurs choix pédagogiques serait dû, entre autres, à la conviction qu'il est impossible d'atteindre des objectifs affectifs dans une classe et à la peur que les discussions reliées au domaine affectif soient vues comme de l'endoctrinement. Cet écart peut aussi s'expliquer par la crainte de manquer de temps pour présenter le contenu, par le manque de suggestions pratiques et de matériel didactique et par une négligence de ces aspects dans la formation des futures enseignantes et des futurs enseignants. Malgré cela, convaincues que certains professeurs et certaines professeures ont intégré harmonieusement ces dimensions à leur pratique quotidienne, nous avons jugé intéressant de faire partager leurs expériences.

À l'occasion de notre recherche, nous avons mis en commun nos réflexions et nos expériences pour établir une relation entre la dimension affective de l'apprentissage et le développement métacognitif.

Nous présentons ici, dans leurs grandes lignes, notre cadre théorique, la méthodologie que nous avons utilisée ainsi que les résultats auxquels nous sommes parvenues.

## Le cadre théorique

Malgré le fait que métacognition et affectivité soient en relation dans l'apprentissage, nous les présentons ici séparément. On verra plus loin comment ces deux composantes peuvent s'intégrer dans les activités que nous avons élaborées et validées dans notre recherche.

## La métacognition

Le concept de métacognition renvoie à deux aspects complémentaires : les *connaissances métacognitives* et la *gestion de ses processus mentaux*. Il s'agit des connaissances au sujet des phénomènes cognitifs et au sujet de soi comme personne apprenante, ainsi que de la façon d'utiliser ces connaissances pour effectuer un contrôle de ses processus mentaux. Ces deux aspects ont été mis en évidence principalement par Flavell (1979) et par Brown, Bransford, Ferrara et Campione (1983). D'autres auteurs ont montré leur pertinence et leur importance dans l'apprentissage des mathématiques (Schoenfeld, 1987 ; Garofalo et Lester, 1985 ; Saint-Pierre, 1991). Les composantes de la métacognition sont définies ici à partir des conceptions de ces auteurs.

Les **connaissances métacognitives** concernent les connaissances au sujet des *personnes* (soi-même et les autres), de la *tâche* à accomplir et des *stratégies* à utiliser dans une situation d'apprentissage. Ces notions sont présentées ici en lien avec l'apprentissage des mathématiques bien qu'elles pourraient l'être par rapport à tout autre apprentissage. Les connaissances au sujet des personnes se rapportent à ce qu'on sait de soi et des autres comme apprenants. Ainsi, certaines connaissances peuvent être *intra-individuelles*, comme savoir qu'on apprend plus facilement une formule qu'une définition, *interindividuelles*, comme penser que sa copine a la « bosse des mathématiques », ou *universelles*, comme connaître les limites de la mémoire. Les connaissances au sujet de la tâche peuvent concerner autant les objectifs de la tâche que ses caractéristiques ou ses exigences. Par exemple, on peut savoir qu'un problème mathématique ne se résout pas automatiquement en appliquant une formule ou que comprendre une définition mathématique est plus exigeant que de comprendre une consigne de devoir. Les connaissances des stratégies, quant à elles, comprennent les connaissances au sujet des stratégies affectives, cognitives et métacognitives utiles pour mener à bien la tâche. Ainsi, on peut savoir que pour comprendre un exemple complexe présenté dans un manuel, il serait judicieux d'en refaire les étapes par écrit.

Ces connaissances métacognitives ne sont pas nécessairement justes, mais elles ont une très grande influence sur la façon dont la personne réagira en situation d'apprentissage. On peut facilement imaginer qu'il sera difficile de faire preuve de persévérance si l'on croit, par exemple, qu'un problème de mathématiques devrait se résoudre en moins de cinq minutes. De la même façon, il est difficile de démontrer une confiance en soi minimale si l'on se croit dépourvu de talent en mathématiques et si l'on estime qu'un talent particulier est nécessaire pour réussir dans cette discipline. Les connaissances métacognitives jouent un rôle important dans la façon dont la personne utilisera ses ressources cognitives et affectives pour apprendre, c'est-à-dire pour *gérer ses processus mentaux*.

La **gestion des processus mentaux** est le deuxième aspect du concept de métacognition. Il s'agit des pensées et des actions qui permettent d'organiser, de sur-

veiller et d'ajuster son activité mentale. Les auteurs regroupent généralement les processus mentaux en trois catégories : la *planification*, le *contrôle* et la *régulation*. La planification consiste à organiser la façon dont sera traitée l'information ; par exemple, pour apprendre à utiliser tel algorithme, vais-je chercher un exemple dans mon livre ou plutôt demander à un copain de le faire devant moi ? Le contrôle regroupe les activités de surveillance de l'activité mentale ; les procédures de vérification des calculs ou d'examen de la plausibilité d'un résultat en sont des exemples. Finalement, la régulation consiste à maintenir ou à modifier une activité selon ce qui a été détecté par les activités de contrôle ; il peut s'agir, par exemple, d'essayer une formule différente si un résultat paraît improbable ou de refaire les calculs.

Les connaissances métacognitives et la gestion de l'activité mentale se nourrissent l'une de l'autre dans la *prise de conscience*, par la personne en situation d'apprentissage, de l'efficacité de ses processus mentaux. Cette prise de conscience n'est pas vraiment considérée comme un troisième aspect de la métacognition dans la documentation, mais, selon nous, toute intervention pédagogique visant à développer la métacognition doit la prendre en compte, puisque la gestion de l'activité mentale dépend des connaissances métacognitives, elles-mêmes augmentées ou transformées par cette prise de conscience. Ainsi, c'est en constatant que la réalisation d'une figure à l'échelle a permis de compléter un exercice de géométrie que l'élève pourra développer la croyance que la réalisation d'une telle figure peut être une stratégie efficace et, par conséquent, qu'il sera davantage porté à l'utiliser dans un exercice semblable. Dans notre recherche, la prise de conscience de l'activité mentale a été une préoccupation majeure dans la production du matériel didactique et un sujet de discussion important avec nos collègues lors de sa validation (Lafortune et Saint-Pierre, 1994).

## *Les connaissances métacognitives jouent un rôle important dans la façon dont la personne utilisera ses ressources cognitives et affectives pour apprendre*

Il semble que la métacognition distingue autant les experts des novices que les élèves efficaces de ceux qui éprouvent des difficultés. L'importance d'agir sur cette composante de l'apprentissage paraît établie autant auprès des chercheurs que des praticiens.

### **Le domaine affectif**

Le domaine affectif regroupe différentes composantes. Dans le cadre de cette recherche, nous avons retenu les *attitudes*, les *émotions* (dont *l'anxiété*), la *motivation* et *l'attribution* (Martin et Briggs, 1986). À ces composantes, nous ajoutons la *confiance en soi*, étant donné son importance dans l'apprentissage des mathématiques.

Une **attitude** est un « état d'esprit (sensation, perception, idée, conviction, sentiment, préjugé, etc.), [une] disposition intérieure acquise d'une personne à l'égard d'elle-même ou de tout élément de son environnement (personne, chose, situation, événement, idéologie, mode d'expression, etc.) qui incite à une manière d'être ou d'agir favorable ou défavorable » (Legendre, 1993, p. 112) ; un élève qui pense que les mathématiques ne lui seront pas utiles dans sa profession éprouvera des difficultés à investir de l'énergie dans son apprentissage.

Une **émotion** est une réaction affective, heureuse ou pénible, se manifestant de diverses façons (Sillamy, 1980). L'*anxiété* est l'émotion la plus souvent associée aux difficultés d'apprentissage en mathématiques. Elle est caractérisée par un sentiment d'inquiétude, d'insécurité et de troubles physiques diffus par rapport à un danger indéterminé devant lequel on se sent impuissant (Sillamy, 1980). L'anxiété à l'égard des mathématiques peut aller de l'inquiétude à la peur (Lafortune, 1992) et faire vivre des tensions difficilement surmontables.

La **motivation** est un « ensemble de désir et de volonté qui pousse une personne à accomplir une tâche ou à viser un objectif qui correspond à un besoin » (Legendre, 1993, p. 882) ou à un intérêt. Elle détermine souvent l'action. L'élève motivé perçoit la réussite comme possible et met en œuvre les moyens pour l'atteindre. Il lui est relativement facile de s'engager dans les tâches demandées et même de dépasser les exigences requises.

L'**attribution causale** consiste en une interprétation que la personne fait des causes d'un événement. Weiner (1979, 1985) identifie trois dimensions de l'attribution : l'*origine du pouvoir d'action*, c'est-à-dire la conviction que la cause dépend de la personne elle-même ou non, la *stabilité*, c'est-à-dire le caractère plus ou moins stable de la cause, et la *possibilité de contrôle*, c'est-à-dire le pouvoir que la personne possède sur cette cause. L'attribution causale associée à un événement joue un rôle très important dans les réactions vis-à-vis de cet événement. Blouin (1985, 1987) a montré que les élèves qui réussissent en mathématiques n'attribuent pas leurs réussites et leurs échecs aux mêmes causes que ceux qui éprouvent des difficultés dans cette discipline. D'autres chercheurs distinguent aussi les filles des garçons à cet égard (Lemoine, 1989 ; Mura, 1984 ; Tobias, 1978). Il semble que les personnes persévèrent davantage si elles interprètent leurs échecs en invoquant des causes internes, stables et contrôlables, comme l'effort investi.

La **confiance en soi** naît de la représentation que l'individu a de lui-même par rapport à sa capacité d'accomplir une tâche. C'est une notion reliée à l'estime de soi. « L'estime de soi fait appel à la confiance fondamentale de l'être humain en son efficacité et sa valeur. » (Legendre, 1993, p. 560). Legendre cite Branden (1969, 1971) qui propose un cycle débutant par l'estime de soi, laquelle est suivie des réalisations, puis de la fierté que provoquent celles-ci, laquelle nourrit à son tour la confiance en soi qui vient enrichir l'estime de soi. En mathématiques, la confiance en soi devient une condition pour poursuivre la recherche de solutions malgré les difficultés.

Les domaines métacognitif et affectif sont souvent traités séparément. Mais dans la réalité, il est difficile de départager l'expression des émotions de l'activité métacognitive (Paris et Winograd, 1990). C'est

pourquoi il a paru intéressant de regrouper les deux aspects dans une même recherche. Cela permet ainsi de rejoindre les préoccupations de nos collègues, professeurs et professeures de mathématiques.

Ce travail de recherche a donc été entrepris pour proposer des solutions aux problèmes présentés par les interventions aux plans métacognitif et affectif dans l'enseignement des mathématiques. Le but de l'étude était de développer des activités didactiques pour intervenir sur des dimensions affective et métacognitive de l'apprentissage des mathématiques et de valider ce matériel à la fois auprès d'experts et d'expertes ainsi qu'auprès de professeurs et de professeures de mathématiques du collégial.

### Choix méthodologiques

La recherche collaborative a semblé la plus pertinente pour tenir compte de l'importance d'engager le plus possible les professeurs et les professeures, sujets de la recherche, tout en évitant de leur imposer un matériel didactique.

Trois catégories de collaborateurs ont participé à cette recherche : les chercheuses, les experts et les professeurs de mathématiques. Les *chercheuses* avaient pour rôle de développer du matériel pertinent, de mener la recherche à terme et de mettre en relation les commentaires des professeurs et ceux des experts. De leur côté, les *experts* devaient vérifier les aspects théoriques et la pertinence du matériel produit par rapport aux objectifs d'apprentissage visés. Enfin, les *professeurs* ont participé activement à l'élaboration et à la validation, notamment en proposant des activités et en donnant leur opinion sur le matériel que nous leur présentions. Ils ont en outre eu l'occasion de se familiariser avec l'utilisation des activités en classe.

Il fallait d'abord élaborer des activités didactiques permettant d'intervenir sur les variables métacognitives et affectives de l'apprentissage des mathématiques. Il s'agissait notamment de déterminer les objectifs d'apprentissage poursuivis, la procédure à suivre, les limites et les avantages de l'activité et, aussi, de préparer le matériel d'accompagnement.

Les activités ont été élaborées à partir d'idées recueillies auprès de collègues professeurs de mathématiques et de la documentation sur le sujet (Wlodkowski, 1985 ; Tobias, 1978, 1987 ; Lafortune, 1990, 1992 ; Blouin, 1987 ; Saint-Pierre, 1991 ; Cross et Angelo, 1988 ; Heiman et Slomianko, 1989). Le matériel mis au point dans différents services d'aide à l'apprentissage, dans des services de psychologie ou dans des centres d'aide en mathématiques des cégeps, ainsi que dans des cliniques américaines traitant de problèmes affectifs à l'égard des mathématiques a aussi été consulté.

Des 238 suggestions d'activités ainsi recueillies, 131 propositions ont d'abord été retenues. Nous les avons classées en 4 catégories et 12 sous-catégories.

De ces 131 propositions, certaines ont été éliminées parce qu'elles étaient redondantes, trop complexes à utiliser, déjà connues de plusieurs ou, encore, moins pertinentes par rapport aux objectifs poursuivis. Finalement, 77 activités ont été conservées pour le processus de validation.

La validation a permis de vérifier la pertinence des activités par rapport aux objectifs affectifs et métacognitifs poursuivis ainsi que leur transférabilité dans la pratique quotidienne de l'enseignement des mathématiques. Elle a aussi permis d'en améliorer à la fois la présentation et le contenu.

Méthodes pédagogiques	Techniques d'enseignement	Processus d'évaluation	Activités d'apprentissage
1. Travail d'équipe coopératif	4. Schémas	7. Évaluation	9. Observation
2. Discussion de groupe	5. Modelage	8. Auto-évaluation	10. Auto-observation
3. Jeux et simulations	6. Rétroaction-communication		11. Activité d'écriture
			12. Activité de lecture

## Activités permettant d'intervenir sur les dimensions affective et émotive de l'apprentissage

### Méthodes pédagogiques

Certaines méthodes pédagogiques favorisent plus que d'autres l'atteinte d'objectifs affectifs et métacognitifs. Ce sont : le *travail d'équipe coopératif*, la *discussion de groupe* et les *jeux et simulations*.

De telles méthodes d'enseignement soutiennent la motivation et appellent des échanges. Ces échanges favorisent le développement des processus métacognitifs car ils permettent à l'élève de comprendre que les autres ne pensent pas de la même façon que lui et l'amènent à aller chercher des idées chez les autres pour améliorer sa propre façon de faire. Au plan affectif, cela permet à l'élève de se rendre compte qu'il n'est pas seul à avoir des difficultés, à chercher de nouvelles stratégies ou à utiliser des stratégies inefficaces.

### Techniques d'enseignement

Les techniques d'enseignement constituent les plus petites unités d'intervention du professeur auprès de ses élèves lors de l'enseignement. Ces unités d'intervention sont planifiées dans le cadre plus large d'une méthode pédagogique. L'utilisation de *schémas*, le *modelage* et la *rétroaction-communication* constituent de telles unités d'intervention propices au développement affectif et métacognitif.

Les *schémas* de concepts ou représentations graphiques se définissent comme des représentations visuelles d'énoncés verbaux (Breton, 1990 ; Jones, Pierce et Hunter, 1989). Ils permettent aux élèves de mieux organiser leurs connaissances et deviennent un support pour l'étude personnelle. Ils permettent aussi d'activer des processus métacognitifs car ils aident, entre autres, à planifier, contrôler, réviser et corriger (Légaré et Samson, 1990).

Le *modelage*, traduction que nous avons retenue pour le mot *modeling* (CECM, 1991), est une technique d'enseignement par laquelle le professeur simule ou exprime les pensées, les raisonnements et les comportements lui permettant d'accomplir une tâche. Il ne s'agit pas, pour le professeur, de donner un exemple, mais plutôt de « se donner en exemple ». Il semble qu'il s'agisse d'une des techniques les plus efficaces pour développer la métacognition (Costa et Lowery, 1989), car elle donne accès aux processus de pensée d'une autre personne.

La *rétroaction-communication*, pour sa part, permet à l'élève d'avoir un regard extérieur sur ce qu'il fait, favorisant ainsi l'identification de ses forces et de ses limites. Elle « permet donc d'apprendre sur soi. Verbaliser ou formuler par écrit ses impressions, ses jugements et ses conclusions conduit à des prises de conscience plus éclairées » (Lafortune et Saint-Pierre, 1994).

L'utilisation de ces techniques d'enseignement contribue à une amélioration de la confiance en soi, de la motivation et des attitudes positives, ainsi qu'au développement d'attributions causales réalistes. Au plan métacognitif, ces techniques d'enseignement favorisent les prises de conscience et fournissent des moyens et des modèles pour contrôler sa pensée. Par exemple, plus qu'un discours, l'exemple donné par une personne en train d'évaluer son degré de certitude d'un résultat ou de jauger l'efficacité d'une démarche (stratégies métacognitives), ou encore, en train de s'automotiver ou de contrôler son anxiété (stratégies affectives) devient un incitatif puissant à agir de la même façon.

### Processus d'évaluation

Les activités de la catégorie « processus d'évaluation » concernent des interventions qui portent sur l'évaluation des résultats de l'apprentissage ou sur les démarches d'apprentissage. Il peut s'agir d'activités requérant le jugement du professeur ou celui des élèves. Les activités que nous avons retenues portent sur la situation d'évaluation elle-même ou sur la façon de l'aborder. Lorsque l'évaluation permet à l'élève de réexaminer son travail, elle lui fournit l'occasion d'améliorer ses stratégies. L'élève peut utiliser son processus métacognitif en s'interrogeant sur les erreurs commises et en se demandant comment il peut les corriger lors d'un prochain essai. L'évaluation peut également avoir une influence sur le plan affectif. Une expérience de succès peut aider à soutenir ou à augmenter la confiance en soi. Des expériences d'échecs répétés peuvent créer de l'anxiété lors des examens, du découragement ou un manque de motivation.

### Activités d'apprentissage

L'*observation*, l'*auto-observation*, la *lecture* et l'*écriture* peuvent contribuer pour beaucoup à l'atteinte d'objectifs affectifs et métacognitifs.

L'*observation* des autres permet aux élèves d'enrichir la compréhension de leurs processus mentaux. Elle donne des idées sur des approches nouvelles qui pourraient être profitables. Comme il s'agit aussi d'une habileté complexe requérant différentes capacités connexes, le développement de l'observation contribue à une amélioration des capacités d'attention, de réflexion et de contrôle de soi.

L'*auto-observation* oblige la personne à se regarder agir en même temps qu'elle réalise un travail. Ce n'est pas une tâche facile. Mais l'auto-observation est essentielle à la connaissance de soi et à la prise de conscience de ses processus mentaux et de son affectivité. La nécessité de cette prise de conscience pour le développement métacognitif a déjà été signalée.

L'*écriture* à propos de soi ou à propos d'une notion à apprendre permet de prendre du recul, d'explorer et de réfléchir. Elle permet à la pensée de se développer, de se préciser et de s'organiser. Elle favorise la prise de conscience de « son évolution personnelle » (Gauthier, 1976). L'écriture s'avère un outil puissant pour développer la métacognition. C'est aussi une façon relativement simple de susciter l'expression de sentiments et d'émotions de la part d'élèves qui s'expriment rarement en classe.

La *lecture* permet de décomposer un objet d'apprentissage complexe en éléments simples et essentiels afin d'en faciliter la compréhension et l'apprentissage. Deux aspects de la lecture sont importants pour améliorer les connaissances métacognitives : ce qu'on apprend des autres en lisant ; ce qu'on apprend sur soi-même au cours d'une lecture. Au plan affectif, la lecture d'un chapitre d'un livre de mathématiques avant sa présentation en classe peut stimuler l'élève à suivre plus attentivement sa présentation. À mesure que ses habiletés de lecture se développent, l'élève augmente sa confiance de pouvoir comprendre par lui-même des notions mathématiques.

## Résultats obtenus

Au terme de cette étude, 65 activités didactiques permettant d'intervenir en classe de mathématiques sur des aspects affectifs et métacognitifs ont finalement été retenues. Nous avons procédé à une analyse et à une interprétation des opinions et des commentaires exprimés par les professeurs et par les experts pour chacune de ces 65 activités. Nous présentons ici les thèmes généraux qui ressortent de l'examen de l'ensemble des données recueillies par des questionnaires ou des entrevues auprès de nos collaborateurs et de nos collaboratrices.

Deux types de données émergent de notre analyse : le premier concerne l'utilisation de certains groupes d'activités et l'autre, les conceptions de l'enseignement et de l'apprentissage.

### L'utilisation des activités

Les professeurs et les professeures de mathématiques se sont montrés enthousiastes pour les activités traitant de la résolution de problèmes et des méthodes de travail ; ils s'interrogent par ailleurs sur les activités incluant une discussion de groupe ou un travail d'équipe coopératif, et ils sont plutôt réticents face aux activités demandant aux élèves d'écrire leurs impressions sur le cours, leur autobiographie mathématique, des commentaires sur l'activité mathématique, etc.

La **résolution de problèmes** et les **méthodes de travail** sont des thèmes très populaires auprès des professeurs. La résolution de problèmes est vue comme un but important de l'enseignement des mathématiques et comme une caractéristique de l'activité mathématique elle-même. Toutefois, résoudre des problèmes ne signifie pas la même chose pour tout le monde et des difficultés importantes sont appréhendées en ce qui concerne l'intégration d'une telle activité dans les cours et son évaluation. Quant aux méthodes de travail, l'importance reconnue de leur rôle déterminant dans la réussite en mathématiques incite les professeurs à accueillir favorablement toute suggestion à cet égard.

Les professeurs se montrent aussi d'accord avec l'importance de susciter des **discussions de groupe** et de promouvoir le **travail d'équipe** pour l'atteinte d'objectifs

affectifs et métacognitifs. Toutefois, ils ne se sentent pas à l'aise avec ces méthodes pédagogiques. Le manque de modèles, la crainte de perdre le contrôle de la classe, un certain sentiment d'incompétence et des appréhensions quant aux réactions des élèves les incitent à une certaine prudence dans l'utilisation de ces activités. D'ailleurs, les professeurs ayant expérimenté des activités incluant une discussion de groupe n'ont pas toujours réalisé celle-ci lors de l'application en classe.

Les activités qui exigent une tâche d'**écriture** de la part des élèves rebutent plusieurs professeurs. D'ailleurs, l'expression « journal de bord », utilisée au début de la recherche, a été changée, tellement elle suscitait des attitudes négatives. Les raisons invoquées pour rejeter l'écriture sont le manque de temps, la difficulté de corriger ce genre de travaux et le manque de pertinence de l'écriture dans l'apprentissage des mathématiques. Pourtant, on trouve dans la documentation sur ce sujet bon nombre d'exemples montrant l'efficacité de l'écriture pour développer des processus métacognitifs et prendre en compte l'affectivité. L'attitude des professeurs s'explique peut-être par la conception qu'ils ont de la nature des mathématiques, par l'assimilation qu'ils font de l'écriture à l'introspection, l'opposant ainsi à la réflexion, et aussi par l'image qu'ils ont d'eux-mêmes comme mathématiciens. Étant donné l'avis des experts, nous avons quand même conservé quelques activités d'écriture en les transformant pour tenir compte des principales objections des professeurs.

Les interventions sur les dimensions affective et métacognitive dans l'enseignement des mathématiques ont suscité maintes discussions. La pertinence d'intégrer des activités de ce type dans un cours de mathématiques semble acceptée par tous. Les commentaires portent sur la façon de le faire, sur le principe de la participation des élèves et sur la manière de susciter cette participation, sur la perception de l'aspect « psychologique » de certaines activités et sur la nécessité de mettre en œuvre une collaboration entre les professeurs d'un même département pour introduire de telles activités dans leurs cours.

Les professeurs voient la nécessité d'une certaine récurrence de ce type d'activités, d'une planification rigoureuse de l'intervention, d'un suivi et d'une intégration harmonieuse à l'ensemble du cours. Certains

s'inquiètent des façons d'amener les élèves à réagir positivement et de les conduire à une véritable prise de conscience des processus métacognitifs et des facteurs affectifs. Certains professeurs se montrent très inquiets face à l'expression des émotions des élèves et de leurs caractéristiques affectives. Ils considèrent que leur propre formation en enseignement est déficiente à cet égard. Enfin, une des suggestions qui ressort le plus souvent concerne la nécessité d'échanges, de discussions et de concertation entre les professeurs d'un même département. Les professeurs se sentiraient certainement plus à l'aise si ces interventions se faisaient en équipe.

### Conceptions de l'enseignement et de l'apprentissage

Les conceptions qu'ont les professeurs de l'enseignement et de l'apprentissage ressortent de toutes les discussions au sujet des activités. On remarque que les professeurs ne sont pas toujours enclins à prendre le temps nécessaire en classe pour intervenir sur les dimensions métacognitives et affectives. Ils manifestent aussi certaines craintes liées à la notion de contrôle de ce qui se passe en classe, et ils ne s'entendent pas sur d'autres aspects de l'enseignement et de l'apprentissage.

Le manque de temps pour utiliser de telles activités a souvent été mentionné. Les professeurs se sentent obligés de faire des choix souvent centrés sur le contenu. Dans certains cas, on sent que le manque de temps est utilisé comme prétexte et que des causes plus profondes sont en jeu. Ce sujet de discussion mène souvent à des remises en question des buts réellement poursuivis par les professeurs. La question du temps est aussi invoquée pour exprimer la crainte des réactions de certains élèves qui pourraient considérer que ces activités sont inutiles et leur font perdre leur temps. Les professeurs sont toutefois conscients que les réactions des élèves dépendent souvent de la façon dont les objectifs d'une activité sont présentés et dont le suivi est assuré.

Les professeurs ressentent de l'insécurité à tenter de nouvelles expériences. Cette insécurité peut provenir du manque de modèles et de la peur de se tromper et de perdre le contrôle de la classe. Ils craignent aussi les réactions des élèves.

# Les professeurs ressentent de l'insécurité à tenter de nouvelles expériences

Les entrevues ont fait ressortir les divergences entre les conceptions des professeurs concernant divers aspects de l'enseignement des mathématiques, particulièrement l'évaluation. Par exemple, alors que certains pensent que l'évaluation doit conserver un certain mystère, d'autres refusent une telle conception. D'autres sujets de divergences ont été abordés à différentes reprises ; mentionnons, entre autres, les suivants : la didactique des mathématiques, les caractéristiques de la clientèle étudiante, l'aide à l'apprentissage, la nature des mathématiques, les responsabilités des divers ordres d'enseignement dans la formation générale, l'image du professeur de mathématiques et la disponibilité éventuelle des collègues pour utiliser le matériel pédagogique produit. Ainsi, certains sont d'avis qu'un professeur ne doit pas montrer ses hésitations lorsqu'il résout des problèmes ou, encore, ils croient que les élèves sont irrités lorsqu'un professeur de mathématiques utilise des activités comme celles proposées par cette étude, que les mathématiques ne laissent pas de place à l'expression des émotions, que le développement de bonnes méthodes de travail revient à l'ordre secondaire... D'autres ont des croyances inverses. Ces divergences d'opinions et de perceptions peuvent influencer l'utilisation d'une activité portant sur les dimensions affective et métacognitive de l'apprentissage des mathématiques.

## Conclusion

Cette recherche avait pour but de mettre au point des activités didactiques permettant d'intervenir sur les dimensions métacognitive et affective de l'apprentissage des mathématiques. Une méthode de recherche collaborative a permis de produire du matériel qui rejoint les préoccupations quotidiennes des professeurs et des professeurs de mathématiques.

Nous entrevoyons plusieurs retombées suite à ce travail. Ainsi, les professeurs ayant collaboré à la recherche estiment avoir bénéficié d'une bonne formation sur les aspects affectifs et métacognitifs. Nous espérons que leur participation les amène à diffuser l'idée d'intervenir sur ces dimensions de l'apprentissage dans leur milieu. De plus, leurs réactions à la méthode de recherche démontrent qu'une recherche collaborative favorise un rapprochement entre la recherche et la pratique pédagogiques. Nous anticipons donc des effets positifs sur l'amélioration de l'enseignement des mathématiques.

Cette recherche a aussi permis une certaine diffusion des expériences réalisées dans les classes. Les commentaires recueillis auprès des experts et des expertes confirment que les activités proposées peuvent être utilisées dans d'autres disciplines scolaires et à d'autres ordres d'enseignement, souvent avec très peu d'adaptation. Les interventions sur les aspects métacognitifs et affectifs ne pourraient-elles pas tenir lieu de fil conducteur dans la formation des élèves ? Finalement, la pertinence d'utiliser ce matériel pour la formation des futurs enseignants et enseignantes est souvent ressortie des discussions.

Notre recherche nous amène à faire quelques recommandations. D'abord l'utilisation des activités par des équipes de professeurs semble souhaitable. En plus d'apporter un soutien affectif aux professeurs, cette concertation pourrait favoriser une formation plus intégrée chez les élèves et une amélioration continue des interventions. Deuxièmement, ce matériel didactique fournit des occasions de susciter la discussion entre les collègues d'un même département, et avec des collègues d'autres départements et d'autres ordres d'enseignement. Les entrevues de groupe ont mis en lumière des divergences entre les conceptions de l'enseignement et de l'apprentissage des professeurs. Les débats, parfois passionnés, dépassaient la stricte description de l'activité discutée. Il semble donc efficace de se servir d'un matériel concret pour faire émerger les conceptions des professeurs.

Les interventions sur les dimensions métacognitive et affective préoccupent de plus en plus les pédagogues. Certaines perspectives de recherche découlent de ce travail. Il serait intéressant, par exemple,

d'évaluer à moyen terme les effets de l'utilisation de telles activités dans la classe. Par ailleurs, des réticences limitent l'utilisation de certaines activités ; des recherches pourraient être conduites pour mieux comprendre les croyances à la base de ces réticences et pour trouver des moyens d'éliminer ou de réduire les appréhensions. La réflexion sur les liens entre la cognition, l'activité et la métacognition mérite aussi d'être poursuivie. Enfin, la poursuite de recherches collaboratives semble une voie prometteuse pour concilier le monde de la recherche et celui de la pratique dans le domaine de l'éducation. ■

---

## RÉFÉRENCES

- BLOOM, B. S., J. T. HASTING et G. F. MADAUS (1971), *Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*, New York, Mc-Graw-Hill.
- BLOUIN, Yves (1987), *Éduquer à la réussite en mathématiques*, Québec, Cégep François-Xavier-Gameau, 107 p.
- BLOUIN, Yves (1985), *La réussite en mathématiques au collégial : le talent n'explique pas tout*, Québec, Cégep François-Xavier-Gameau, 156 p.
- BRETON, Jacques (1990), « La schématisation de concepts : un outil de développement de la pensée » dans *Les Actes du 10<sup>e</sup> colloque de l'AQPC tenu à Québec en mai 1990*, atelier 5.8, Montréal, Association québécoise de pédagogie collégiale.
- BROWN, A. L., J. D. BRANSFORD, R. A. FERRARA et J. C. CAMPIONE (1983), « Learning Remembering and Understanding » dans FLAVELL, J. H. et E. M. MARKHAM (dir.), *Handbook of Child Psychology*, vol. 3, New York, Wiley.
- COMMISSION DES ÉCOLES CATHOLIQUES DE MONTRÉAL (Service des études) (1991), *L'enseignement à la CECM : des interventions pédagogiques adaptées*, Montréal, CECM, Service des études, 27 p.
- COSTA, Arthur L. et L. F. LOWERY (1989), *Techniques for Teaching Thinking*, Pacific Grove, Midwest Publications, Critical Thinking press & software, 105 p.
- CROSS, P. et T. ANGELO (1988), *Classroom Assessment Techniques. A Handbook for Faculty*, Board of Regents of the University of Michigan for the National Center for Research to Improve Postsecondary Teaching and Learning.
- ERICKSON, G. (1989), *A Constructivist Approach to the Learning of Science: Collaborative Research with Science Teachers*, Montréal, UQAM, CIRADE, 18 p.

- FLAVELL, J. H., « Metacognition and Cognitive Monitoring: A New Area of Cognitive-developmental Inquiry » dans *American Psychologist*, vol. 34, p. 906-911.
- GAROFALO, J. et F. K. LESTER Jr. (1985), « Metacognition, Cognitive Monitoring, and Mathematical Performance » dans *Journal for Research in Mathematics Education*, vol. 16, n° 3, p. 163-176.
- GATTUSO, L. et R. LACASSE (1989), *Les maths, le cœur et la raison*, Montréal, Cégep du Vieux Montréal, 156 p.
- GATTUSO, L. et R. LACASSE (1986), *Les mathophobes : une expérience de réinsertion au niveau collégial*, Montréal, Cégep du Vieux Montréal, 195 p.
- GAUTHIER, Robert et collaborateurs (1976), *Inventaire descriptif des activités d'apprentissage (rapport préliminaire)*, Montréal, Association des institutions d'enseignement secondaire, octobre 1976, 301 p.
- HEIMAN, M. et J. SLOMIANKO (1989), *Méthodes de recherche*, traduction de *Learning to Learn*, Cambridge, Learning to Learn Inc., 218 p.
- JONES, B. F., J. PIERCE et B. HUNTER (1989), « Enseigner aux étudiants à construire des représentations graphiques » dans *Educational Leadership*, vol. 46, n° 4, p. 2025 (traduction de Claude Gagnon, Cégep de la région de l'Amiante).
- LAFORTUNE, L. (1992), *Dimension affective en mathématiques. Recherche-action et matériel didactique*, Mont-Royal, Modulo Éditeur, 170 p.
- LAFORTUNE, L. (1990), *Adultes, attitudes et apprentissage des mathématiques*, Montréal, Cégep André-Laurendeau, 153 p.
- LAFORTUNE, L. (1988), *L'enseignement des mathématiques d'appoint aux adultes : étude des méthodes pédagogiques et des attitudes des enseignants et des enseignantes*, Montréal, Cégep André-Laurendeau, 146 p.
- LAFORTUNE, L. et L. SAINT-PIERRE (1992), « Aspects métacognitifs de l'apprentissage » dans *Actes du Congrès Collèges Célébrations 92*, Montréal, AQPC.
- LAFORTUNE, L. et L. SAINT-PIERRE (1993), « Conception et validation de matériel didactique portant sur les dimensions métacognitives et affectives de l'apprentissage des mathématiques » dans ANADON, M. et D. CÔTÉ-THIBAUT (dir.), *La recherche qualitative en éducation : réflexion sur ses fondements, ses modèles, ses pratiques*, Revue de l'association pour la recherche qualitative, automne 1993, p. 175-188.
- LAFORTUNE, L. et L. SAINT-PIERRE (1994), *La pensée et les émotions en mathématiques. Métacognition et affectivité*, Montréal, Les Éditions Logiques.
- LÉGARÉ, J. et M. SAMSON (1990), *Schématization de concepts*, Texte présenté au 33<sup>e</sup> congrès de l'Association mathématique du Québec, octobre 1990.
- LEGENDRE, R. (1993), *Dictionnaire actuel de l'éducation*, Montréal-Paris, Guérin-Eska, 1500 p.
- LEMOYNE, G. (1989), « Les enjeux intellectuels de l'apprentissage des mathématiques » dans L. LAFORTUNE (dir.), *Quelles différences ?*, Montréal, Les Éditions du remue-ménage, p. 53-69.
- MARTIN B. et L. J. BRIGGS (1986), *The Affective and Cognitive Domains: Integration for Instruction and Research*, New Jersey, Educational Technology Publications, 480 p.
- MURA, R. (1984), « Étude comparative de l'utilisation spontanée d'une calculatrice par des filles et des garçons » dans *Revue Canadienne de l'Éducation*, vol. 9, n° 4, p. 411-424.
- NIMIER, J. (1985), *Les maths, le français, les langues, à quoi ça me sert ?*, Paris, Cedic-Nathan, 265 p.
- PAQUETTE, H. (1988), « Réapprendre à s'évaluer » dans *Auto-évaluation, concept et pratiques*, Montréal, Service pédagogique, Université de Montréal, p. 59-86.
- PARIS, S. G. et P. WINOGRAD (1990), « How Metacognition Can Promote Academic Learning and Instruction » dans B. F. JONES et L. IDOL (dir.), *Dimensions of Thinking and Cognitive Instruction*, Hillsdale (NJ), Lawrence Erlbaum Associates, p. 15-53.
- SAINT-PIERRE, L. (1991), *Effets de l'enseignement de stratégies cognitives et métacognitives sur les méthodes de travail des élèves faibles en mathématiques au collégial*, Essai de maîtrise, Faculté d'éducation, Université de Sherbrooke.
- SCHOENFELD, A. H. (1987), « What's All the Fuss About Metacognition? » dans A. H. SCHOENFELD (Ed.), *Cognitive Science and Mathematic Education*, Hillsdale (NJ), Lawrence Erlbaum Associates.
- SILLAMY, R. (1980), *Dictionnaire encyclopédique de psychologie*, Montréal, Bordas, 2 tomes, 1287 p.
- TOBIAS, S. (1978), *Succeed With Math: Every Student's Guide to Conquering Math Anxiety*, New York, College Entrance Examination Board, 252 p.
- TOBIAS, S. (1979), *Over-coming Math Anxiety*, Boston (Mass), Houghton Mifflin, 284 p.
- WEINER, B. (1979), « A Theory of Motivation for Some Classroom Experiences » dans *Journal of Educational Psychology*, vol. 71, n° 1, p. 3-25.
- WEINER, B. (1985), « An Attributional Theory of Achievement Motivation and Emotion » dans *Psychological Review*, vol. 92, n° 4, p. 548-573.
- WLODKOWSKI, R. (1985), *Enhancing Adult Motivation to Learn: A Guide to Improving Instruction and Increasing Learner Achievement*, San Francisco (Cal), Jossey-Bass, 314 p.