

Impact des capacités d'autorégulation en résolution de problèmes chez les enfants de 10 ans

Jérôme FOCANT

Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique



Conseil de recherches en
sciences humaines du Canada

Social Sciences and Humanities
Research Council of Canada

Canada



Patrimoine
canadien

Canadian
Heritage

Revue scientifique virtuelle publiée par l'Association canadienne d'éducation de langue française dont la mission est d'inspirer et de soutenir le développement et l'action des institutions éducatives francophones du Canada.

Directrice de la publication
Chantal Lainey, ACELF

Présidente du comité de rédaction
Marianne Théberge,
Université d'Ottawa

Comité de rédaction
Gérald C. Boudreau,
Université Sainte-Anne
Lucie DeBlois,
Université Laval
Simone Leblanc-Rainville,
Université de Moncton
Paul Ruest,
Collège universitaire de Saint-Boniface
Marianne Théberge,
Université d'Ottawa

Directeur général de l'ACELF
Richard Lacombe

Conception graphique et montage
Claude Baillargeon pour Opossum

Responsable du site Internet
Anne-Marie Bergeron

Les textes signés n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs et auteurs, lesquels en assument également la révision linguistique. De plus, afin d'attester leur recevabilité, au regard des exigences du milieu universitaire, tous les textes sont arbitrés, c'est-à-dire soumis à des pairs, selon une procédure déjà convenue.

La revue *Éducation et francophonie* est publiée deux fois l'an grâce à l'appui financier du ministère du Patrimoine canadien et du Conseil de recherches en sciences humaines du Canada.



ASSOCIATION CANADIENNE
D'ÉDUCATION DE LANGUE FRANÇAISE

268, Marie-de-l'Incarnation
Québec (Québec) G1N 3G4
Téléphone : (418) 681-4661
Télécopieur : (418) 681-3389
Courriel : info@acelf.ca

Dépôt légal
Bibliothèque nationale du Québec
Bibliothèque nationale du Canada
ISSN 0849-1089

La spécificité de l'enseignement des mathématiques en adaptation scolaire

Rédactrices invitées :

Claudine MARY et **Sylvine SCHMIDT**, Faculté d'éducation,
Université de Sherbrooke, (Québec) Canada

- 1** **Liminaire**
La spécificité de l'enseignement des mathématiques en adaptation scolaire
Claudine MARY et Sylvine SCHMIDT, Faculté
d'éducation, Université de Sherbrooke, (Québec) Canada
- 13** **Les rencontres singulières entre les élèves présentant des difficultés d'apprentissage en mathématiques et leurs enseignants**
Gisèle LEMOYNE et Geneviève LESSARD, Université
de Montréal, Montréal (Québec), Canada
- 45** **Impact des capacités d'autorégulation en résolution de problèmes chez les enfants de 10 ans**
Jérôme FOCANT - Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique
- 65** **Analyse didactique d'une situation d'apprentissage coopératif des mathématiques au primaire réalisée dans un contexte d'intégration scolaire**
Diane GAUTHIER et Jean-Robert POULIN, Université
du Québec à Chicoutimi (Québec) Canada
- 82** **Interactions de connaissances et investissement de savoir dans l'enseignement des mathématiques en institutions et classes spécialisées**
François CONNE, Didactique des mathématiques, Fpse, Université de Genève, Suisse
- 103** **Interventions orthopédagogiques sous l'angle du contrat didactique**
Claudine MARY, Université de Sherbrooke, (Québec) Canada
- 125** **Interactions sociales et apprentissages mathématiques dans une classe d'élèves en difficulté grave d'apprentissage**
Sylvine SCHMIDT, Université de Sherbrooke, Sherbrooke (Québec) Canada
Louise THIVIERGE, École Vanguard Québec Itée, (Québec) Canada
- 155** **Le temps didactique dans trois classes de secondaire I (doubleurs, ordinaires, forts)**
Sophie René DE COTRET et Jacinthe GIROUX,
Université de Montréal, Montréal (Québec) Canada
- 176** **Interpréter explicitement les productions des élèves : une piste...**
Lucie DEBLOIS, Université Laval, Québec (Québec) Canada
- 199** **L'enseignement des mathématiques dans l'enseignement spécialisé est-il pavé de bonnes analyses d'erreurs?**
Christian CANGE et Jean-Michel FAVRE, HEP-Vaud, Lausanne, Suisse
- 218** **Le développement du système en base 10 chez des élèves de 2^{ème} et de 3^{ème} année primaire, une étude exploratoire**
Marie COLLET, Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique

Impact des capacités d'autorégulation en résolution de problèmes chez les enfants de 10 ans

Jérôme FOCANT

Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique

RÉSUMÉ

Ce texte explore la gestion personnelle des élèves dans la résolution de problèmes en abordant les concepts de métacognition et d'autorégulation. Les aspects théoriques de ces deux concepts, au regard de tâches ou situations problèmes à résoudre, sont tout d'abord traités. Les lacunes d'enfants en difficulté d'apprentissage de dix ans dans les compétences liées à ces deux concepts sont ensuite illustrées à partir d'observations conduites auprès d'un groupe de quatre enfants. L'auteur conclut sur la nécessité pour les élèves d'apprendre à maîtriser les compétences liées à la métacognition et l'autorégulation afin de devenir performant dans une variété de tâches scolaires, dont la résolution de problèmes.

ABSTRACT

Impact of the Self-Regulation Capacities of Ten Year-Old Children in Problem Solving

This article explores how students handle problem solving in relation to metacognition and self regulation. The author first explains the theoretical aspects of these two concepts from the point of view of tasks or problems to solve. Then the weaknesses of ten year-old students with learning disabilities in the skills related to these two concepts are illustrated based on observations of a group of four children. The author concludes that students need to master metacognition and self-regulation skills in order to succeed in a variety of school tasks, including problem solving.

RESUMEN

Impacto de las capacidades de autorregulación en resolución de problemas entre los niños de 10 años

Este texto explora la gestión personal de los alumnos en la resolución de problemas abordando los conceptos de metacognición y autorregulación. Por principio se abordan los aspectos teóricos de dichos conceptos, en relación con los trabajos o situaciones problema a resolver. Enseguida se ilustran las incapacidades de los niños con dificultades de aprendizaje de diez años en lo que se refiere a las aptitudes ligadas a esos dos conceptos a partir de observaciones realizadas entre un grupo de cuatro niños. El autor concluye sobre la necesidad que tienen los alumnos de aprender a controlar las aptitudes ligadas a la metacognición y a la autorregulación para llegar a ser apto en una multitud de trabajos escolares, entre ellos la resolución de problemas

Introduction

Les études statistiques belges soulignent le nombre alarmant d'élèves en difficultés d'apprentissage dès l'enseignement primaire. Grégoire & Lafontaine (1996), (1997) ont mis en évidence les lacunes des élèves belges au niveau des compétences mathématiques dès l'enseignement primaire. Dans ce même champ des mathématiques, les enseignants du cursus primaire pointent régulièrement du doigt les résolutions de problèmes.

Il paraît en effet évident que les résolutions de problèmes constituent des situations privilégiées où vont apparaître les difficultés de l'enfant en mathématiques.

La résolution de problèmes nécessite au moins trois types de compétences :

1. la connaissance efficiente des procédures (algorithmes) nécessaires à la résolution;
2. une capacité de sélection et d'activation de ces procédures;
3. les capacités motivationnelles, volitionnelles et affectives à s'engager activement dans la tâche jusqu'à sa résolution.

La résolution de problèmes nécessite donc une gestion personnelle permettant d'utiliser de façon pertinente des procédures acquises au préalable de manière isolée. Notre texte discutera de cette aptitude, en abordant les concepts de métacognition et d'autorégulation.

Dans un premier temps, nous décrirons les aspects théoriques de la métacognition, et surtout de l'autorégulation, dans le cadre de réalisation de tâches et en particulier dans les situations de résolution de problèmes. Dans un deuxième temps, nous mettrons en évidence les lacunes des enfants en difficultés dans les apprentissages mathématiques quant à ce type de compétences, et illustrerons notre propos en présentant quelques observations d'une intervention menée dans un groupe de remédiation mathématique, avec des enfants de 10 ans.

Autorégulation et résolution de problèmes : aspects théoriques

Métacognition et autorégulation

Le terme couru de métacognition a été utilisé en référence à des signifiés trop différents, et a mené à des recherches de nature très diverse. La tendance actuelle vise à redéfinir la métacognition en fonction des deux composantes décrites par Flavell (Flavell (1976); Gombert (1990); Pintrich et Schrauben (1992); Royer, Cisero et Carlo (1993); Noël, Romainville et Wolfs (1995); Lafortune & St-Pierre (1996); Mongeau, Lafortune, Pallascio et Allaire (1998); Pintrich (1999)) :

1. les connaissances que l'individu a de ses propres processus cognitifs, ainsi que des facteurs favorables et défavorables à ces processus (*knowledge of cognition*);
2. le contrôle actif, la régulation et l'orchestration de ces processus en vue de la réalisation d'un objectif déterminé (*regulation of cognition*).

La **première composante** (*connaissances métacognitives*) constitue donc « l'aspect déclaratif » de la métacognition (Lafortune & St-Pierre (1996)). Si certains auteurs se limitent à considérer les « connaissances de l'individu sur son fonctionnement cognitif » (Romainville (1993) notamment), Flavell (1987) étend cette composante à trois catégories :

1. *les variables personnelles* : intrapersonnelles (perceptions de soi, aspects affectifs et motivationnels); interpersonnelles (comparaison entre individus : « Jean est plus fort que moi en math! »); universelles (connaissance sur le fonctionnement

- de la pensée humaine : « la mémoire à court terme est limitée en place et en temps »).
2. *les variables relatives à la tâche* : nature et caractéristiques des informations rencontrées (y compris les exigences de la tâche, son étendue, son objectif, et les conditions de sa difficulté).
 3. *les variables relatives aux stratégies* : connaissances spécifiques générales sur les stratégies cognitives (voir infra : modèle de Boekaerts), métacognitives (voir infra : régulation de la cognition), affectives et de gestion des ressources (gestion de l'environnement, ...); connaissances de leur utilité dans tel ou tel contexte ou situation (où, quand, comment et pourquoi les utiliser).

Cette première composante intègre donc non seulement des variables d'ordre « cognitif », mais également d'ordre « situationnel, motivationnel et affectif ». Ces trois catégories s'interconnectent constamment et n'ont de sens que par leurs interactions : l'individu considère une stratégie en rapport à une tâche caractérisée, adaptée à son fonctionnement personnel. L'essentiel des recherches menées sous le concept de métacognition concerne ces connaissances métacognitives.

La **deuxième composante** (*régulation de la cognition*) constitue donc « l'aspect exécutif ou procédural » lié à ces connaissances : c'est la capacité de « contrôle et de régulation de ses processus cognitifs ou processus d'apprentissage » (Gombert (1990); Royer, Cisero & Carlo (1993); Noël, Romainville & Wolfs (1995)). Cette deuxième composante, qui constituera le sujet de notre propos, a été développée plus particulièrement au sein du paradigme de l'autorégulation de l'apprentissage (*self-regulated learning*), et par les concepts de contrôle (*control*; voir notamment Weinert & Kluwe (1987)) et de gestion de l'activité mentale (voir notamment Lafortune & St-Pierre (1996)).

L'apprentissage autorégulé

Introduction

Un apprentissage autorégulé consiste en la conduite par l'individu de divers comportements « programmés, surveillés et souvent réajustés », jusqu'à l'atteinte d'un objectif fixé par lui ou par des éléments de son environnement. Cet objectif sert de point de référence dans des procédures d'auto-évaluation, dans un fonctionnement basé sur les boucles de rétroaction. L'autorégulation consiste donc en une préparation et un contrôle de l'action et du comportement, et opère dans ce dessein sur des éléments cognitifs, motivationnels et environnementaux.

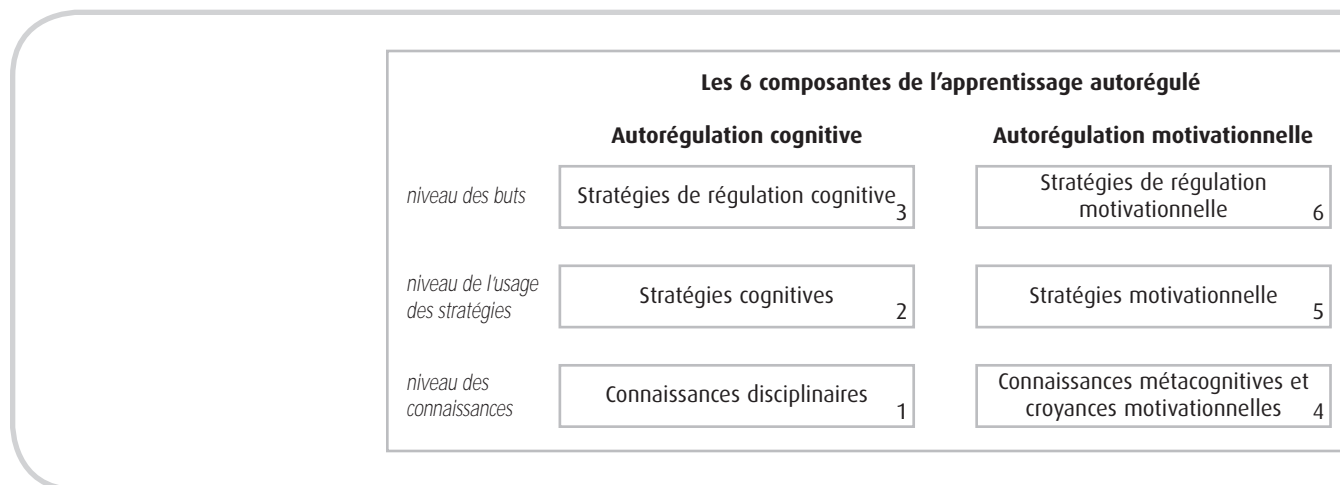
L'ampleur d'une séquence d'autorégulation peut varier considérablement. Un étudiant universitaire qui prépare une session d'examens doit faire de nombreuses activités d'autorégulation (modifier son plan de travail en fonction des retards ou avances dans les délais programmés par exemple). Nous abordons ici les activités d'autorégulation menées par les individus dans le cadre de réalisation de tâches (cadre restreint). Les modèles et descriptions de stratégies que nous proposerons correspondent donc à ce type d'activités, bien que des parallèles puissent être

établis sans difficulté avec des activités d'autorégulation plus larges ou à plus long terme.

Le modèle de Boekaerts

Boekaerts (1996), (1997)) évoque la complexité et l'ampleur du concept d'autorégulation dans un modèle à six composants. Une division en axes cognitif et motivationnel, et un système hiérarchique sont les deux caractéristiques essentielles de ce modèle.

Figure 1 - Synthèse du modèle d'autorégulation de Boekaerts (1996, p. 103)



Au plan cognitif, les éléments à la base de l'autorégulation sont les « connaissances » déclaratives et procédurales « relatives au domaine » académique (composant 1). Dans le cadre des mathématiques, il s'agit par exemple de la maîtrise des dimensions ordinale et cardinale (déclaratif), et des algorithmes des opérations d'addition et de soustraction (procédural). Les « stratégies cognitives » (composant 2) sont des comportements et des processus cognitifs qui s'effectuent sur ces connaissances disciplinaires. Il s'agit par exemple des stratégies de répétition (sur les tables de multiplication par exemple), des stratégies d'activation d'informations ou des stratégies de prise de notes. Les « stratégies d'autorégulation cognitive » (composant 3) sont celles que nous aborderons de manière privilégiée dans ce texte. Elles constituent un travail de sélection et de contrôle des stratégies cognitives et des connaissances disciplinaires (voir infra).

La même structure hiérarchique caractérise l'autorégulation motivationnelle. Les « connaissances métacognitives et motivationnelles » (composant 4) sont des items fréquemment étudiés dans les recherches concernant l'autorégulation. Les *croyances motivationnelles* (voir infra) de l'apprenant sont par exemple la perception de compétence, l'orientation motivationnelle de l'objectif, la perception de la valeur de la tâche. (Les *connaissances métacognitives* ont été décrites en début de texte.) Les connaissances du composant 4, comme celles du composant 1, sont spécifiques à la discipline et à la tâche concernée. Les « stratégies motivationnelles » (composant 5),

parallèlement aux stratégies cognitives, constituent des moyens d'utiliser ces connaissances motivationnelles pour les rendre optimales (positives) : stratégies pour contrer les éléments stressants (stratégies d'auto-persuasion par exemple), ou pour utiliser l'environnement social. Les « stratégies de régulation motivationnelle » (composant 6) réfère au concept d'intention comportementale (en rapport avec la théorie du contrôle de l'action de Kuhl (1984)). Il s'agit pour l'apprenant de se forger une intention claire, de lui allouer les ressources nécessaires et d'être en mesure de la protéger d'intentions alternatives compétitives.

Les stratégies de régulation cognitive

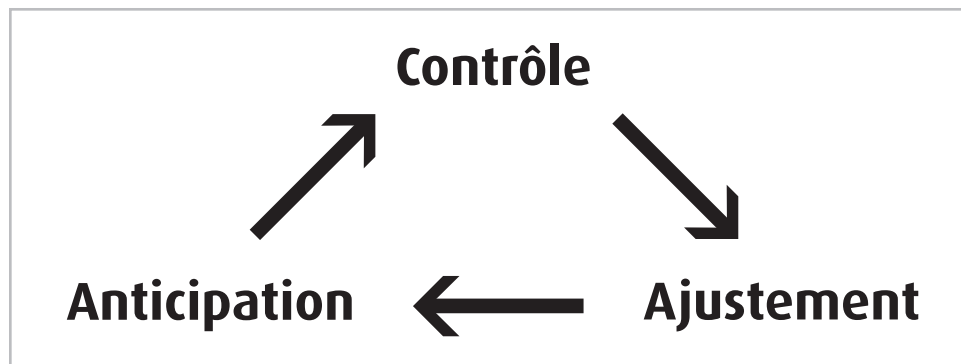
Les stratégies d'autorégulation cognitive permettent d'utiliser au mieux son propre répertoire de connaissances déclaratives, de connaissances procédurales et de stratégies cognitives. L'individu qui est capable de telles stratégies peut « sélectionner » les procédures les plus efficaces dans la perspective d'atteindre l'objectif déterminé, les « contrôler » et les « réajuster » si nécessaire.

Notre examen de la littérature nous permet d'en définir trois types (Zimmerman & Martinez-Pons (1986), (1988)); Pintrich & De Groot (1990); Boekaerts (1996), (1997); Pintrich (1999), Pintrich (2000); Lemos (1999); Patrick, Ryan & Pintrich (1999)) :

1. « Détermination d'objectif(s) et planification » : sur base de l'analyse de la tâche, la détermination de l'objectif (*goal setting*) permet d'activer les connaissances disciplinaires (composant 1 du modèle de Boekaerts (1996)), les stratégies qui y ont rapport (composant 2), et les connaissances métacognitives et croyances motivationnelles liées (composant 4). Elle facilite la planification des procédures et stratégies à entreprendre afin de compléter cet objectif. Il s'agit d'une phase de prise de décision, soit d'anticipation (*forethought*).
2. « Contrôle » : un processus d'autosurveillance (*monitoring*) se réalise pour contrôler le cours de l'action et évaluer ses résultats en rapport à l'objectif fixé. Ceci se réalise en observant son comportement et en comparant les résultats obtenus aux objectifs. Le monitoring donne principalement l'alerte en cas de chute d'attention et d'écartement de la poursuite de l'objectif.
3. « Ajustement » : en fonction des informations récoltées par la stratégie de contrôle, l'individu décide de maintenir, d'interrompre ou de modifier son action, afin de ramener son comportement en ligne de l'objectif (*régulation ou ajustement*). Cette stratégie permet également à l'individu d'ajuster son répertoire de connaissances et stratégies conservées en mémoire à long terme (modification en fonction des résultats observés).

Schunk & Zimmerman (1998) décrivent le caractère circulaire de ces phases (voir **Figure 2**). Le fonctionnement des trois phases se produit selon un phénomène de régulation basé sur les boucles de rétroaction, tel le fonctionnement du thermostat. Face à la constatation que les résultats obtenus ne sont pas suffisants à l'atteinte de l'objectif, l'individu doit programmer un nouveau plan d'action et/ou réévaluer son objectif. Ainsi, l'objectif, qui constitue fondamentalement un élément décisionnel préalable à l'action, est continuellement ajusté en cours d'action.

Figure 2 - Phases cycliques d'autorégulation
(inspiré de Schunk & Zimmerman (1998, p. 3))



L'influence des croyances motivationnelles

La majorité des recherches menées sous le paradigme de l'autorégulation ont permis de mettre en avant les relations intimes entre variables d'autorégulation et croyances motivationnelles, comme les perceptions de compétence (*self-esteem, self-efficacy*), l'orientation motivationnelle de l'objectif (*goal orientation*), la valeur de la tâche, les croyances attributionnelles ou les perceptions de contrôle. Nous n'abordons pas ici tous ces concepts (pour le lecteur intéressé, voir pour synthèse Pintrich & Schunk (1996); Schunk & Meece (1992); Schunk & Zimmerman (1994)); voir également Pintrich & De Groot (1990); Wolters (1998); Corno (2001)), mais traitons exclusivement du concept de *self-efficacy*, car il sera illustré en deuxième partie de ce texte.

Le « sentiment d'auto-efficacité » réfère aux croyances de l'individu sur sa capacité d'être performant dans un domaine particulier (Bandura (1986)), soit à organiser et exécuter l'ensemble des actions nécessaires pour accomplir un objectif ou une tâche (Schunk (1985)). De nombreuses études ont été menées et ont montré des corrélations positives avec les variables de l'autorégulation : un individu ayant confiance en ses capacités de réussir une tâche est susceptible de fournir plus d'activités d'autorégulation qu'un autre ayant une faible confiance en ses possibilités vis-à-vis de cette tâche (Zimmerman & Martinez-Pons (1990); Pintrich & De Groot (1990); Pintrich & Schrauben (1992); Bouffard (1998); Pintrich (1999)). Une faible perception de compétence provoque selon nous des phénomènes d'anxiété qui entravent fortement la capacité de l'enfant à traiter efficacement la tâche.

Autorégulation en tâche de résolution de problèmes mathématiques

Introduction

Les modèles et explications proposés précédemment décrivent les composants et processus de l'autorégulation en cours de tâche. La tâche constitue un travail déterminé que l'individu doit exécuter. Cette notion est plurivoque : l'étudiant de

maîtrise qui décide d'étudier son cours de méthodologie de la recherche, l'individu qui décide de faire des courses dans un grand magasin, l'élève qui reçoit un exercice, tous s'engagent dans une tâche. Nous considérons dans cette section les activités d'autorégulation en tâche de résolution de problèmes mathématiques. Nous débutons en définissant et décrivant ce type de tâches, avant d'envisager les aspects d'autorégulation qui lui sont spécifiques.

La résolution de problèmes mathématiques

Les situations d'enseignement mettent fréquemment l'enfant face à une tâche à compléter. L'apprenant doit alors sélectionner une procédure dans un répertoire personnel gardé en mémoire à long terme, et l'activer en mémoire de travail.

Parmi l'ensemble des tâches proposées à l'enfant, certaines exigent seulement l'application routinière d'un algorithme appris. L'enfant doit traduire l'énoncé en une procédure, en reconnaissant à quel algorithme fait référence la situation présente, puis en appliquant cet algorithme aux données présentes. Cette identification peut se faire à partir de symboles mathématiques : l'enfant identifie dans l'énoncé $65 - 23 = ?$ le symbole « moins », déduisant alors qu'il doit appliquer une procédure de soustraction, sans nécessairement que l'enfant comprenne le sens de l'opération qu'il applique. Cette identification peut également se réaliser à partir d'énoncés verbaux : « Paul a 8 billes, Jacques lui en prend 3. Combien reste-il de billes à Paul? ». Dans cette situation, l'enfant doit accéder à la signification de la situation, sauf si cet énoncé est intégré au milieu d'une liste d'énoncés similaires visant l'exercice de la procédure de soustraction écrite.

Enfin, d'autres situations ne permettent pas l'application simple d'une procédure apprise préalablement, et nécessitent le passage par plusieurs procédures que l'individu doit déterminer personnellement. La situation-problème constitue cette tâche complexe où l'individu recherche une solution sans savoir au départ comment y parvenir (Gagné (1985)). Poirier-Proulx (1992) lui attribue trois éléments :

1. l'existence d'un écart ou d'une distance entre une situation présente (jugée insatisfaisante) et une situation désirée (ou but à atteindre);
2. l'absence d'évidence du chemin menant à la réduction de cet écart (qui exige dès lors une démarche cognitive active d'élaboration et de vérifications d'hypothèses sur la nature de cet écart et sur les moyens de le réduire);
3. l'existence d'une subjectivité : une même situation est un problème pour un élève et une application ou reproduction pour un autre.

Les problèmes généralement proposés dans le milieu scolaire sont généralement des problèmes fermés. Ceux-ci se caractérisent par deux éléments (Baffrey-Dumont (1999)) :

1. l'information nécessaire à la résolution est entièrement intégrée dans le problème;
2. le problème a une seule réponse correcte et vérifiable.

Figure 3 : **Problème « Toutes voiles dehors »**
(extrait de Danalet et alii (1999, p. 133))

Toutes voiles dehors

La course de voilier « La grande traversée » est retransmise à la radio. Un journaliste sportif la commente :

« Le bateau Rigel est en tête, il a déjà parcouru 236 km.

Gamma est deuxième, il ne lui reste plus que 287 km à parcourir.

Nemo est troisième : sur les 508 km de la course, il n'en a parcouru que la moitié. »

Es-tu d'accord avec le classement du commentateur? Justifie ta réponse.

Dans le problème fermé présenté en **Figure 3**, l'enfant doit combiner des procédures d'addition, de soustraction, de division, et de comparaison ou de classement pour parvenir à la solution. Ce n'est que si l'enfant a mis en œuvre l'ensemble de ces procédures qu'il pourra produire une solution justifiée au problème.

Si la résolution de problèmes constitue une tâche complexe, c'est parce qu'elle nécessite l'utilisation interconnectée de procédures apprises isolément, dans la poursuite d'une demande ou d'un objectif.

Autorégulation et résolution de problèmes

Dans ce type de tâche, l'enfant doit inévitablement analyser la demande et les données, planifier une séquence d'actions à entreprendre, l'exécuter et la contrôler, évaluer les résultats obtenus et les confronter à la demande (objectif), réajuster son plan d'action ou le compléter en fonction des résultats de cette évaluation,... Il doit donc appliquer un processus d'autorégulation.

La particularité principale de l'exercice de l'autorégulation en tâche de résolution de problèmes mathématiques concerne la détermination de l'objectif. Dans le monde scolaire, c'est généralement l'enseignant qui fournit la tâche à l'enfant. Par l'énoncé de cette tâche et par les consignes qui lui sont associées, l'adulte décrit la demande, qui constitue l'objectif. Puisque cet objectif est fixé par un élément de son environnement, le rôle de l'enfant consiste à se le représenter mentalement (Tardif (1992); Boekaerts (1996), (1997); Boekaerts & Niemivirta (2000)). Cette phase est fondamentale, car c'est cette représentation qui guide l'enfant dans sa démarche et constitue le point de référence du processus d'autorégulation ultérieur. Si cette représentation est erronée ou incomplète, l'enfant poursuit un objectif biaisé et ne peut pas parvenir à la solution. Le caractère cyclique de l'autorégulation peut cependant lui permettre de redéfinir l'objectif en cours de tâche.

Les modèles de la résolution de problèmes décrivent plus finement cette phase de représentation que ceux de l'autorégulation. Selon Tardif (1992), dans un premier

temps, l'enfant doit identifier que la situation qu'il a sous les yeux est un problème. S'il ne le fait pas, il risque d'activer et appliquer un algorithme qu'il juge adéquat envers la tâche alors qu'il ne peut pas l'être puisqu'il s'agit d'une situation nouvelle. Dans un deuxième temps, l'enfant doit réaliser une analyse systématique du problème pour le décrire en termes de données et de demandes.

À l'inverse, les modèles de l'autorégulation permettent d'affiner les modèles de la résolution de problèmes à divers niveaux. Ils insistent sur le rôle des activités de contrôle des processus cognitifs et sur celui des auto-évaluations de sa production par l'enfant. Ils soulignent le caractère cyclique de la résolution, en décrivant les processus d'ajustements sur le principe des boucles de rétroaction. Ils mettent en évidence la nécessité d'activer des connaissances déclaratives et procédurales à la disposition de l'individu, en lien au domaine et au type de tâche, et décrivent l'activation inévitable des croyances motivationnelles.

La complémentarité de ces deux modèles permet donc d'affiner la compréhension des réactions et du comportement de l'enfant en situation de résolution de problèmes. Elle permet également d'expliquer une part des difficultés de l'enfant dans ce type d'activités, comme nous l'illustrons ci-dessous.

Autorégulation et résolution de problèmes chez l'enfant en difficultés d'apprentissage mathématique : illustration

Introduction

La première partie de ce texte s'est attachée à décrire les concepts théoriques de l'autorégulation de l'apprentissage, et à les envisager dans le contexte des résolutions de problèmes mathématiques. Elle a permis de mettre en lumière les activités et stratégies de préparation et de gestion que l'individu applique lorsqu'il aborde un problème.

L'incapacité de l'individu à mener ces activités de régulation le conduit inévitablement à des difficultés d'apprentissage. Nous illustrons cette présentation par des observations de séances menées en Belgique en mars 2001 avec un groupe d'enfants en remédiation mathématique (Centre de Guidance de Louvain-la-Neuve).

Contexte de l'intervention et déroulement général

Au sein du Service de Santé Mentale¹ associé à notre faculté, différents groupes de remédiation pédagogique ont été mis sur pied, afin d'offrir des programmes d'aide pour les enfants et adolescents en difficultés d'apprentissage. Le groupe concerné par notre intervention est constitué de quatre enfants en difficultés dans les apprentissages mathématiques et fréquentant une classe de 5^{ième} primaire (10 ans environ).

Depuis octobre 2000, la construction du système en base 10, les compétences numériques de base et les opérations arithmétiques ont été travaillées avec les enfants. Les activités de résolution de problèmes mathématiques abordées étaient

d'une complexité relativement élevée pour ces quatre enfants. Ces compétences ont été approchées selon une approche de type socio-constructiviste et ludique.

Notre recherche poursuit deux objectifs distincts. D'une part, nous souhaitons évaluer leurs « capacités » d'utiliser des « stratégies d'autorégulation cognitive », le « comportement spontané d'autorégulation » mis en œuvre par ces mêmes enfants et la « gestion des aspects affectifs » générés par la présentation de la tâche et interférant dans les mécanismes d'autorégulation cognitive. D'autre part, nous souhaitons intervenir pour favoriser l'utilisation de stratégies d'autorégulation cognitive et de stratégies de gestion des affects (si nécessaire).

Première séance

Déroulement

La première séance visait « l'évaluation du comportement spontané d'autorégulation » en situation de résolution de problèmes mathématiques. À cette fin, nous avons choisi le problème « Toute voile dehors » (voir **Figure 3**).

Nous présentons ce problème en début de séance, et demandons aux enfants de le résoudre par dyade, dans un laps de temps de 10 minutes. Nous précisons qu'aucun adulte n'interviendrait durant ce laps de temps. L'association des enfants en dyades avait pour objectif de faciliter le dialogue et donc d'observer plus aisément les procédures et stratégies utilisées. Si les enfants ne parvenaient pas à résoudre le problème (ce qui a été le cas), nous vérifions s'ils maîtrisaient les procédures nécessaires à la résolution.

Observations

Dans la première dyade, la première réaction de Julie est de s'écrier : « Oh, c'est une résolution de problèmes. Moi je suis nulle, ça ne sert à rien. »; elle est approuvée par Nancy. Les deux enfants ne marquent aucun traitement de la tâche durant plusieurs minutes et manifestent des stratégies d'évitement : Nancy produit une action stéréotypée de jeu avec un bic et sa feuille, Julie regarde partout autour d'elle. Après plusieurs minutes, les deux filles s'engagent dans un traitement superficiel : une procédure de classement basée sur les nombres proposés et non sur des nombres traités (procédure inadéquate, voir énoncé **Figure 3**). Après avoir appliqué cette procédure, elles n'exécutent aucun contrôle.

Dans la deuxième dyade, Pierre et David marquent des réactions non verbales de découragement. Après quelques minutes où ils mettent en œuvre des stratégies d'évitement (faire du bruit, tenter d'engager une conversation avec nous,...), ils entrent malgré tout en traitement de la tâche. Pierre dit alors : « oh, c'est facile, j'ai compris », et s'engage de façon intuitive (sans préparation) dans un algorithme d'addition de tous les chiffres présents dans l'énoncé (procédure incorrecte), suivi par David. Une fois terminée, la procédure de calcul qu'ils ont effectuée est contrôlée

1. Les services de santé mentale sont des services pluridisciplinaires (médecins, psychologues, assistants sociaux) ayant pour mission d'assurer une aide psychologique, médicale et sociale ambulatoire aux personnes souffrant de troubles mentaux. Ils ont également pour mission d'agir en vue de la prévention des troubles chez l'enfant, y compris au plan scolaire.

par les deux garçons quant à l'exactitude des opérations arithmétiques réalisées, mais jamais quant à sa pertinence dans la poursuite de l'objectif. Pierre dit ensuite : « j'ai la réponse, on s'arrête ». Ensuite, les deux garçons s'engagent à nouveau dans des stratégies d'évitement : Pierre essaye par exemple de distraire les enfants de l'autre dyade.

On observe donc dans les deux dyades une première réaction d'évitement, significatifs selon nous de leur sentiment de ne pas disposer des capacités suffisantes pour y parvenir (sentiment de basse auto-efficacité). Les quatre enfants ne mettent pas en œuvre d'activités de description et d'analyse du problème, mais s'engagent directement et intuitivement dans une procédure (pas de phase d'anticipation). Les enfants de la première dyade ne mettent en œuvre aucune activité de contrôle. Ceux de la deuxième contrôlent les opérations arithmétiques effectuées, mais pas la pertinence de la procédure appliquée ou des résultats obtenus dans la poursuite de l'objectif. Dans les deux cas, la réponse fournie par les enfants est insensée.

Après un laps de temps de 10 minutes accordé à leur résolution, nous avons évalué la connaissance des procédures nécessaires à la résolution, auprès de chaque enfant. Ils se sont révélés tous les quatre capables d'appliquer ces procédures. La non-résolution du problème trouve donc sa source dans des difficultés ou des inadéquations de sélection et d'activation des procédures (correspondant à l'absence ou la partialité de la phase d'anticipation du modèle d'autorégulation proposé), et par l'absence de contrôle des procédures appliquées en fonction de la poursuite d'un objectif.

Deuxième séance

Déroulement

La deuxième séance visait d'une part l'évaluation des « capacités » de l'enfant concernant « chacune des stratégies d'autorégulation cognitive », à la demande de l'adulte (activité d'évaluation); elle avait d'autre part pour objectif de sensibiliser les quatre enfants à l'emploi de ces stratégies (activité de structuration). À cette fin, autour d'un problème mathématique complexe (voir **Figure 4**), l'adulte dirigeait chaque enfant dans la mise en œuvre des différentes stratégies d'autorégulation cognitive. Il demande dans un premier temps de bien regarder le problème, d'en décrire les données et l'objectif. Il demande dans un deuxième temps ce qu'il va falloir faire pour parvenir à cet objectif (planification). Dans un troisième temps, après chaque procédure menée, il replace le résultat obtenu dans la lignée de l'objectif et favorise les auto-évaluations. L'adulte accompagne la résolution en déterminant le choix des stratégies d'autorégulation cognitive à utiliser au temps présent, tout en laissant le choix à l'enfant des procédures à utiliser. Il souligne les problèmes, redonne la ligne de l'objectif, puis questionne sur ce qui est à faire.

Figure 4 - Problème « Demandez le programme »
(extrait de Danalet et alii (1999, p. 133))

Demandez le programme 2

Le samedi 1^{er} avril, trois familles ont enregistré chacune une cassette.
Les étiquettes indiquent les titres des émissions qui ont été enregistrées sur chacune des trois cassettes.
À quelle cassette correspond chacune des étiquettes?
Justifie ta réponse.

Étiquette 1: *Avant le début de l'émission
Deux lions se disputent
Le monde de Guillaume Tell*

Étiquette 2: *20 ans de chasse au trésor en Transylvanie
Les feux de la rampe*

Étiquette 3: *Le spectacle de la chaîne de Monsieur Seppele*

Demandez le programme 1

Samedi 1^{er} avril

TV	Canal Jeunes
8:30 Cloche d'avril et queue de poisson Magazine réservé au week-end	7:00 Les bêtises de Benjamin Dessin animé de F. Lopez
9:40 Quel temps fait-il aujourd'hui? Sécher météorologique	8:00 Le pays de seigneur Dragon Histoire fantastique (premier épisode)
8:00 Coupe du monde de pêche à la ligne Et c'est aussi des poissons	8:30 Assistez les drôles de monstres Dessin animé
11:20 Les bêtises de Denis Premier épisode	10:30 L'effondrement Le pays des jouets
11:30 Les dinghés du camping Tout sur la vie du grand air	10:30 Les grandes espèces de l'espace Histoire des découvertes spatiales
12:00 Un pyjama pour Guillaume Tell Émission réalisée par les élèves du Collège des Quatre-Centiers	14:25 Le chat Croissantino Aventure d'un chat tubulaire
15:30 20 ans de chasse au trésor en Transylvanie Écoutez l'histoire d'un personnage de comtes fantastiques	15:30 La légende de Guillaume Tell Dans la vallée, Cortes et l'épave
17:00 Atomes crochus La science pour tous	16:10 Le pays de seigneur Dragon Histoire fantastique (deuxième épisode)
18:00 Le monde des animaux Les animaux de l'école	16:30 Bêtes à craquer Tout sur le bien-être de votre chien
20:10 Les feux de la rampe Film de Charles Chaplin (1952)	20:30 Le royaume de la chèvre de Monsieur Seguin Long métrage
22:00 Une nouvelle aventure de Wipac, le doberman Film de F. Lapébie	22:10 Au clair de lune avec les lions Dans le zoo, les animaux du monde
24:00 La nuit des géants Histoire imaginaire	

Observations

Julie et Nancy démontrent beaucoup plus de traitement de la tâche. Aucune réaction affective négative outrancière n'entrave durablement le cours de la tâche. Seule une réaction en début de tâche « C'est un problème? » (Nancy) apparaît, mais elle n'aboutit pas à un désengagement ou à une paralysie de l'action. Beaucoup moins de stratégies d'évitement sont observées, mais Nancy et Julie restent sensibles à l'échec : en cas d'erreur perçue, des découragements passagers reprennent le dessus et freine l'action (Julie dit avec soupir « On s'est trompé! ») et s'affale dans le fond de sa chaise). C'est alors grâce au soutien de l'adulte qu'elles redémarrent dans le traitement de la tâche.

Pierre et David démontrent moins de comportements francs d'évitement que lors de la première séance. Cependant, les deux garçons s'engagent dans un traitement peu profond de la tâche, sauf dans la situation d'un guidage direct de l'adulte sur l'emploi des stratégies d'autorégulation cognitive. C'est donc vraisemblablement

ce guidage qui détermine l'augmentation de leur engagement dans le traitement de la tâche, et la diminution de manifestations de stratégies d'évitement.

Plus globalement, il semble que la manière dont l'adulte guide le cheminement de l'autorégulation permet à l'enfant de se centrer sur une stratégie d'autorégulation à la fois. Ce traitement de la tâche diminue une impression de « vide » et d'insurmontabilité qui paralysait l'action dans la résolution autonome de la première séance. La croyance de l'enfant de pouvoir surmonter la tâche provient selon nous de la diminution du travail cognitif exigé. En effet, le guidage de l'adulte (voir infra) permet à l'enfant de se centrer sur l'application de chaque procédure et de chaque stratégie d'autorégulation cognitive sans devoir, comme c'était le cas lors de la première séance, se charger de la gestion et de l'activation de chacune de ces stratégies (utilisation interactive des stratégies).

De grosses lacunes apparaissent chez ces deux filles dans la représentation mentale de l'objectif. Sous la demande de l'adulte « Qu'est-ce qu'on nous demande? », elles répondent par des informations fragmentaires : elles observent les dessins du problème sans lire les consignes, et il faut que l'adulte demande plusieurs fois « à quoi il faut arriver et ce qu'on sait » pour que les enfants décrivent presque complètement les données et la demande. La phase de planification sera d'ailleurs encore l'occasion de récolter certaines données dans l'énoncé. Julie et Nancy parviennent à décrire une, voire deux étapes du plan d'action, ce qui reste une planification très partielle. Elles contrôlent l'exactitude des opérations arithmétiques réalisées avec une efficacité relativement bonne. Le contrôle de la poursuite de l'objectif s'avère par contre partiel et peu performant (pas de systématisation du contrôle), et se réalise seulement sous la demande de l'adulte.

Pierre et David ont démontré une grande difficulté à prendre le temps de la phase d'anticipation, préférant s'engager dans une action impulsive (comme ça avait été le cas lors de la séance précédente). L'adulte a insisté à diverses reprises au sein d'un temps très court qu'il désirait que les enfants lui disent à quoi ils devaient arriver (objectifs), avant que les enfants soient réellement capables de lui signifier. Ils n'ont par contre jamais réellement pu décrire de plan d'action sans l'engager dans l'immédiat. La procédure mise en œuvre est alors intuitive, dans ce cas-ci ils évaluent grosso modo (sans aucun calcul) les temps des émissions pour les placer sur les cassettes. Aucune procédure rigoureuse n'est appliquée, mais surtout aucune procédure de contrôle n'est réalisée spontanément : David et Pierre s'arrêtent et pensent avoir résolu le problème. Ce n'est que sous notre impulsion que les deux enfants acceptent (avec résistance) de réaliser ce contrôle et redémarrent des procédures plus rigoureuses.

Dans les deux dyades, de grosses difficultés apparaissent dans les transformations heures-minutes et viennent perturber la fin de la résolution. Les quatre enfants confondent par exemple 120 minutes et 1h20mn. Ce type de problème nécessitait sans aucun doute un travail préalable et isolé sur le système horloger et ses transformations, qui auraient permis d'accélérer la résolution, évitant le découragement apparu en fin de tâche. Ce fait conforte l'aspect primordial des connaissances conceptuelles et

procédurales dans les activités d'autorégulation et notamment en résolution de problèmes (composant 1 du modèle de Boekaerts).

On remarque donc moins de comportements d'évitement que la séance précédente. Si ceux-ci ne disparaissent pas, on n'observe plus de véritable paralysie de l'action comme cela avait été le cas lors de la séance précédente. Les quatre enfants restent cependant fragiles, et sont vite découragés en cas de problème ou de difficulté dans la résolution. Au niveau de l'autorégulation cognitive, l'adulte déterminant l'emploi des stratégies d'autorégulation cognitive, nous avons pu évaluer la mise en œuvre de chacune de ces stratégies par les quatre enfants. Il apparaît clairement que la « phase d'anticipation » pose des problèmes majeurs : déterminer l'objectif de la tâche, décrire efficacement les données et déterminer un plan d'action. Les quatre enfants sont généralement capables seulement d'une vision fragmentaire et intuitive des données, mais ont beaucoup de difficultés à analyser complètement le problème, même suite aux demandes des adultes. Les procédures de planification sont intuitives et peu performantes ou inexistantes. Les deux garçons ne semblent pas capables d'inhiber l'action pour pouvoir prendre le temps de la réflexion, que ce soit avant la tâche ou après la tâche. Les procédures de « contrôle » de la poursuite de l'objectif (que ce soit avant ou après son application) semblent difficiles chez David et Pierre, qui s'engagent seulement dans un contrôle superficiel; Julie et Nancy les mettent en œuvre partiellement, mais seulement avec un appui important de l'adulte.

Conclusion

À travers la première séance de notre intervention, il apparaît clairement que les quatre enfants en difficultés d'apprentissages mathématiques sont incapables de faire face adéquatement à la tâche lorsqu'on leur présente un problème qu'ils doivent résoudre sans l'appui d'un adulte. Les quatre enfants ont été dans un premier temps paralysés, et ont donc développé des stratégies d'évitement. Certains commentaires des enfants nous laissent penser que cette paralysie est issue de leur sentiment de ne pas disposer des capacités suffisantes pour résoudre cette tâche. Ce sentiment semble à l'origine de réactions affectives négatives qui empêchent les enfants de s'engager positivement dans l'action. La première étape de ces enfants lorsqu'ils sont confrontés à une résolution de problèmes est donc de parvenir à faire face à ces éléments affectifs, pour pouvoir réaliser un réel engagement cognitif.

Durant la première séance (résolution autonome en dyade), une fois ce stade de paralysie de l'action dépassé, les enfants se sont engagés dans un traitement partiel et superficiel, qui ne leur ont pas permis de parvenir à la résolution. Il est pourtant apparu dans la deuxième partie de cette première séance que les enfants maîtrisaient les procédures nécessaires à sa réalisation. Il semble donc que ce soit la sélection et l'activation de ces procédures qui posent problèmes, ce qui selon nous relève des capacités d'autorégulation. Et si les quatre enfants se révèlent incapables de mettre en place spontanément des stratégies de régulation cognitive, il s'avère que, de

manière décomposée sous l'incitation de l'adulte (deuxième séance), ils ont de grandes difficultés à les réaliser efficacement.

La phase d'anticipation semble extrêmement complexe pour ces enfants. La représentation mentale de l'objectif n'est pas réalisée spontanément. La dyade de garçons aborde intuitivement le problème, sans passer par la détermination de l'objectif, mais plutôt en se basant sur quelques éléments observés (nombres par exemple). La dyade de filles a tendance à aborder la représentation mentale du problème, mais partiellement (par exemple en observant les tableaux sans lire l'énoncé). L'objectif est donc défini de manière erronée (incomplète) ou n'est pas défini du tout. Lors de la résolution dirigée, il faut dans les deux dyades plusieurs interventions de l'adulte pour que tous les éléments nécessaires pour débiter une action structurée soient répertoriés. Ce travail semble pour eux fastidieux et non naturel.

Ceci étant dit, l'enfant pourrait entamer une action et procéder par essais-erreurs, en se rendant compte après sa première action qu'elle n'est pas adéquate, ou en se demandant si le résultat obtenu correspond bien à ce qui est demandé. Il apparaît cependant que ces procédures de contrôle ne sont pas réalisées spontanément, avec aucun des quatre enfants. Plus précisément, les deux garçons contrôlent l'exactitude des opérations arithmétiques de la procédure qu'ils ont choisie et mise en œuvre, mais ne réalisent aucun travail de contrôle de la poursuite de l'objectif. Sous l'impulsion de l'adulte, les enfants parviennent à comprendre qu'ils n'atteignent pas la demande, et à appliquer d'autres procédures alternatives ou complémentaires vers l'atteinte de l'objectif. Cependant, c'est toujours l'adulte qui devra, dans la réalisation de la tâche, inciter l'objectif, garantir des adaptations nécessaires.

Face à la perception d'une erreur ou d'une inadéquation du résultat par rapport à la demande du problème, les enfants restent fragiles et risquent de reproduire les mêmes réactions que celles du début de la tâche (paralysie de l'action et stratégies d'évitement). Une fois ceci dépassé, les enfants se mobilisent spontanément pour mettre en œuvre une nouvelle procédure. Cependant, à nouveau, la sélection de cette procédure se fait sur base d'informations construites partiellement, soit de la même manière qu'observé en début de tâche. De même, les procédures de contrôle suivent les mêmes caractéristiques que précédemment. Ceci illustre le caractère cyclique des mécanismes d'autorégulation et met en évidence la constance dans les capacités de l'enfant à ce niveau. Nos observations ont également permis d'observer une part du modèle de Boekaerts (voir **Figure 1**) : la non-maîtrise des éléments procéduraux relatifs aux mathématiques (composant 1) entrave gravement la mise en place des capacités de l'enfant à mettre en place des stratégies de régulation cognitive.

L'enfant en difficulté d'apprentissages mathématiques semble donc souffrir d'une incapacité à faire face à des éléments divers devant inévitablement être combinés pour parvenir à la résolution.

- Gestion de l'anxiété générée par l'impression de ne pas être capable de résoudre le problème (stratégies motivationnelles pour empêcher la paralysie d'action ou les comportements d'évitements);

- Connaissance préalable des procédures nécessaires à la résolution du problème (exemple : transformations heures - minutes);
- Stratégies de régulation, de manière cyclique :
 - Analyser le problème dans son entièreté et dégager l'objectif à atteindre;
 - Élaborer un plan d'action indépendant de et préalable à l'action elle-même, en sélectionnant les procédures utiles à la résolution;
 - Contrôler l'exactitude de la procédure appliquée, mais surtout sa pertinence en fonction de l'objectif;
 - Pouvoir mobiliser une nouvelle planification en fonction des résultats obtenus par les résultats de la procédure.

Si habituellement on apprend à l'enfant le sens et la fonctionnalité des procédures spécifiques au contexte (algorithme d'addition par exemple), on intègre trop rarement dans nos interventions envers des enfants en difficultés scolaires l'apprentissage de stratégies visant à faire face aux émotions négatives générées par les croyances motivationnelles de l'élève. De même, on favorise peu les stratégies garantissant une démarche de sélection et d'adaptation des procédures adéquates en fonction d'un répertoire de procédures interne à l'individu (autorégulation cognitive). Nous pensons qu'il faut que l'enfant envisage, comprenne, applique consciemment puis systématiquement jusqu'à l'automatisation (au moins partielle) de tels mécanismes afin de devenir performant dans une variété de tâche scolaire, et particulièrement en résolution de problèmes mathématiques.

Références bibliographiques

- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and actions : A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, NJ : Prentice Hall.
- Boekaerts, M. (1999). Self-regulated learning : where we are today. IN *International Journal of Educational Research*, Vol. 31, pp. 445-457.
- Boekaerts, M. (1997). Self-Regulated Learning : a new concept embraced by researchers, policy makers, educators; teachers and students. IN *Learning and Instruction*, Vol. 2, pp. 161-186.
- Boekaerts, M. (1996). Self-Regulated Learning at the junction of Cognition and Motivation. IN *European Psychologist*, Vol. 1 (2), pp. 100-112.
- Boekaerts, M., Niemivirta, M. (2000). Self-regulated learning : finding a balance between learning goals and ego-protective goals. IN *Handbook of self-regulation : Theory, research, and applications*, M. Boekaerts, P.R. Pintrich & M. Zeidner (Eds.), San Diego, CA : Academic Press, pp. 417-451.

- Bouffard, T. (1998). Système de soi et métacognition. IN *Métacognition et compétences réflexives*, L. Lafortune, P. Mongeau et R. Pallascio (Eds.), Montréal : Logiques, pp. 203-222.
- Baffrey-Dumont, V. (1999). *Pensée postformelle et jugement réflexif chez le jeune adulte*. Thèse de doctorat non publiée, Louvain-la-Neuve : UCL.
- Carver, C.S., Scheier, M.F. (2000). On the structure of behavioral self-regulation. IN *Handbook of self-regulation : Theory, research, and applications*, M. Boekaerts, P.R. Pintrich & M. Zeidner (Eds.), San Diego, CA : Academic Press, pp. 42-85.
- Corno, L. (2001). Volitional aspects of self-regulated learning. IN *Self-regulated learning and academic achievement : theoretical perspective*, B.J. Zimmerman & D.H. Schunk (Eds.), Mahwah, N.J. : Lawrence Erlbaum, pp. 191-226.
- Danalet, C., Dumas, J.P., Studer, C., Villars-Kneubulher, F. (1999). *Mathématiques : Quatrième primaire (livre du maître)*. Neuchâtel (Suisse) : Corome.
- Flavell, J.H. (1987). Speculations about the nature and development of metacognition. IN *Metacognition, motivation and understanding*, F.E. Weinert & R.H. Kluwe (Eds.), Hillsdale : Erlbaum, pp. 21-30.
- Flavell, J.H. (1976). Metacognitive aspects of problem solving. IN *The nature of intelligence*, L.B. Renick (Ed.), Hillsdale : Lawrence Erlbaum.
- Gagné, E.D. (1985). *The cognitive psychology of school learning*. Boston : Little, Brown and Company.
- Gombert, J.L. (1990). *Le développement métalinguistique*. Paris : P.U.F.
- Grégoire, J., Lafontaine D. (1997). *Évaluation externe en mathématique en cinquième année de l'enseignement primaire. Résultats et commentaires*. Rapport pour le Ministère Belge de l'Éducation.
- Grégoire, J., Lafontaine D. (1996). *Évaluation externe en mathématique en troisième année de l'enseignement primaire. Résultats et commentaires*. Rapport pour le Ministère Belge de l'Éducation.
- Kuhl, J. (1984). Volitional aspects of achievement motivation and learned helplessness : Toward a comprehensive theory of action control. IN *Progress in experimental personality research*, B.A. Maher & W.B. Maher (Eds.), New-York : Academic Press, Vol. 13, pp. 99-171.
- Lafortune, L., St Pierre, L. (1996). *L'affectivité et la métacognition dans la classe*. Montréal : Logiques.
- Lemos, S.L. (1999). Student's goals and self-regulation in the classroom. IN *International Journal of Educational Research*, Vol. 31, pp. 471-485.
- Locke & Latham (1990). *A theory of goal setting and task performance*. Englewood Cliffs, NJ : Prentice Hall.

- Mongeau, P., Lafortune, L., Pallascio, R., Allaire, R. (1998). Indice et structure de l'autorégulation métacognitive. IN *Métacognition et compétences réflexives*, L. Lafortune, P. Mongeau & R. Pallascio (Eds.), Montréal (Québec) : Logiques, pp. 245-259.
- Noël, B., Romainville, M., Wolfs, J.L. (1995). La métacognition : facettes et pertinence du concept en éducation. IN *Revue française de pédagogie*, Vol. 112, pp. 47-56.
- Patrick, H., Ryan, A.M., Pintrich, P.R. (1999). The differential impact of extrinsic and mastery goal orientations on males' and females' self-regulated learning. IN *Learning and Individual Differences*, Vol. 11 (2), pp. 153-171.
- Pintrich, P.R. (2000). The role of goal orientation in self-regulated learning. IN *Handbook of self-regulation : Theory, research, and applications*, M. Boekaerts, P.R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), San Diego, CA : Academic Press, pp. 451-502.
- Pintrich, P.R. (1999). The role of motivation in promoting and sustaining self-regulated learning. IN *International Journal of Educational Research*, Vol. 31, pp. 459-470.
- Pintrich, P.R., De Groot, E.V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. IN *Journal of Educational Psychology*, Vol. 82, pp. 33-40.
- Pintrich, P.R., Schrauben, B. (1992). Students' motivational beliefs and their cognitive engagement in classroom academic tasks. IN *Student Perceptions in the Classroom*, D.H. Schunk & J.L. Meece (Eds.), Hillsdale, N.J. : Lawrence Erlbaum, pp. 149-183.
- Pintrich, P.R., Schunk, D.H. (1996). *Motivation in education : theory, research, and applications*. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice Hall.
- Poirier-Proulx, L. (1999). *La résolution de problèmes en enseignement : cadre référentiel et outils de formation*. Paris : De Boeck.
- Powers, W.T. (1973). *Behavior : the control of perception*. Chicago : Aldine.
- Romainville, M. (1993). *Savoir parler de ses méthodes : métacognition et performance à l'université*. Bruxelles : De Boeck Université.
- Royer, J.M., Cisero, C.A., Carlo, M.S. (1993). Techniques and procedures for assessing cognitive skills. IN *Review of Educational Research*, Vol. 63 (2), pp. 201-243.
- Schunk, D.H. (2001). Social cognitive theory and self-regulated learning. IN *Self-regulated learning and academic achievement : Theoretical perspectives*, B.J. Zimmerman & D.H. Schunk (Eds.), Mahwah, N.J. : Lawrence Erlbaum, pp. 125-152.
- Schunk, D.H. (1985). Self-efficacy and school learning. IN *Psychology in the Schools*, Vol. 22, pp. 208-223.

- Schunk, D.H., Meece, J.L. (1992). *Student perceptions in the classroom*. Hillsdale, N.J. : Erlbaum.
- Schunk, D.H., Zimmerman, B.J. (1998). *Self-regulated learning : From teaching to self-reflective practice*. New-York : Guilford.
- Schunk, D.H., Zimmerman, B.J. (1994). *Self-regulation of learning and performance : Issues and educational applications*. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum.
- Shah, J.Y., Kruglanski, A.W. (2000). Aspects of goal networks : implications for self-regulation. IN *Handbook of self-regulation : Theory, research, and applications*, M. Boekaerts, P.R. Pintrich & M. Zeidner (Eds.), San Diego, CA : Academic Press, pp. 86-110.
- Tardif, J. (1992). *Pour un enseignement stratégique. L'apport de la psychologie cognitive*. Montréal : Logiques.
- Weinert, F.E., Kluwe, R.H. (1987). *Metacognition, motivation and understanding*. Hillsdale, NJ : Erlbaum.
- Winne, P.H., Perry, N.E. (2000). Measuring self-regulated learning. IN *Handbook of self-regulation : Theory, research, and applications*, M. Boekaerts, P.R. Pintrich & M. Zeidner (Eds.), San Diego, CA : Academic Press, pp. 750-768.
- Winne, P.H. (2001). Self-regulated learning viewed from models of information processing. IN *Self-regulated learning and academic achievement : theoretical perspective*, B.J. Zimmerman & D.H. Schunk (Eds.), Mahwah, N.J. : Lawrence Erlbaum, pp. 153-190.
- Wolters, C. (1998). Self-regulated learning and college students' regulation motivation. IN *Journal of Educational Psychology*, Vol. 90, pp. 224-235.
- Zimmerman, B.J. (2000). Attaining Self-Regulation : A social cognitive perspective. IN *Handbook of self-regulation : Theory, research, and applications*, M. Boekaerts, P.R. Pintrich & M. Zeidner (Eds.), San Diego, CA : Academic Press, pp. 13-41.
- Zimmerman, B.J., Martinez-Pons, M. (1990). Student differences in Self-Regulated Learning : Relating Grade, Sex, and Giftedness to Self-Efficacy and Strategy Use. IN *Journal of Educational Psychology*, Vol. 82 (1), pp. 51-59.
- Zimmerman, B.J., Martinez-Pons, M. (1988). Construct validation of a strategy model of student self-regulated learning. IN *Journal of Educational Psychology*, Vol. 80, pp. 284-290.
- Zimmerman, B.J., Martinez-Pons, M. (1986). Development of a structured interview for assessing students use of self-regulated learning strategies. IN *AmPierrean Educational Research Journal*, Vol. 23, pp. 614-628.