

LA COMPREHENSION DES OPERATIONS ADDITIVES ET SOUSTRACTIVES AU TRAVERS DE LA RESOLUTION DE PROBLEMES ARITHMETIQUES :

PRESENTATION DES AXES DIRECTEURS D'UNE THESE DE DOCTORAT EN COURS DE PREPARATION

Annick Fagnant - Aspirant du F.N.R.S.

Cette recherche fait l'objet d'une thèse de doctorat, préparée par l'auteur du présent article dans le cadre d'un mandat d'Aspirant au F.N.R.S. Le projet est encadré par un comité de thèse constitué de Marcel Crahay (directeur de thèse, Ulg), de Jacqueline Beckers (Ulg) et de Lieven Verschaffel (KUL). A l'heure actuelle, l'état d'avancement des travaux ne permet pas encore de présenter les résultats des investigations. Le présent article vise à donner un aperçu des différents axes sur lesquels porte l'étude.

FONDEMENTS THEORIQUES

Le point central du projet touche la question cruciale du développement de méthodes d'enseignement porteuses de sens dans le domaine bien défini que constitue la résolution de problèmes arithmétiques au tout début de l'enseignement primaire. A cette fin, un examen détaillé des recherches psychologiques est indispensable. Il devrait conduire le pédagogue à la conception puis à la mise à l'épreuve – en situations réelles de classe – de dispositifs didactiques qui, prenant en compte les caractéristiques cognitives des élèves, sont sources d'apprentissage.

Depuis la fin des années 70, la littérature de recherche en résolution de problèmes est foisonnante. Afin de donner un aperçu du domaine, nous allons rapidement présenter les grands courants qui nous préoccupent dans le cadre de notre étude.

a) Les recherches à orientation psychologique

Un premier ensemble de recherches utilise **la résolution de problèmes arithmétiques comme un « outil » permettant d'étudier les processus cognitifs de haut niveau**. Les simulations informatiques constituent un important outil

de recherche en psychologie cognitive. L'objectif est d'articuler et d'explorer des hypothèses relatives à l'apprentissage et aux processus de pensée dans différents domaines de matière.

En résolution de problèmes arithmétiques, on peut recenser les modèles suivants : le modèle de Riley, Greeno & Heller (1983) ; le modèle CHIPS de Briars & Larkin (1984) ; le modèle ARITHPRO de Kitsch, Greeno & Dellarosa (Kitsch & Greeno, 1985 ; Dellarosa, 1986 ; Dellarosa-Cummins, Kitsch, Reusser ; & Weimer, 1988) ; le modèle de Leblanc & Weber-Russel (1996) ; voir aussi Lewis & Mayer (1987) et Verwaald, Van Lieshout & Van Street (1997) pour des modèles (non-informatiques) qui ont plutôt pour objectif d'expliquer certains types de difficultés.

b) Les recherches à la lisière entre la psychologie et la pédagogie

D'autres recherches se sont attachées à collecter des **données empiriques concernant le niveau de difficulté de différents types de problèmes, les stratégies que les enfants utilisent pour les résoudre et la nature des erreurs qu'ils commettent**. Ces recherches ont une double visée. Elles permettent à la fois d'éclairer les recherches concernant le fonctionnement cognitif des élèves et de donner les bases du développement d'un

enseignement de la résolution de problèmes centré sur l'enfant.

A l'intérieur de ce « courant », on peut dégager de nombreux « thèmes » de recherche : les techniques d'observation (voir Ginsburg & al., 1983), le niveau de difficulté de différents types de problèmes (voir De Corte & Verschaffel, 1991 ; Riley, Greeno & Heller, 1983 ; Vergnaud, 1982, 1983), les effets des caractéristiques non sémantiques de la tâche à réaliser (voir De Corte, Verschaffel & De Win, 1985 ; Dellarosa, 1991 ; Ehrlich, 1990 ; Fayol, 1990), les stratégies de résolution développées par les enfants et l'analyse des erreurs se situant à différents niveaux (Carpenter, Hiebert & Moser, 1981, 1983 ; Carpenter & Moser, 1982, 1984 ; De Corte & Verschaffel, 1985a,b ; 1991 ; Dellarosa, 1991 ; Ginsburg, 1977), ...

Le point qui nous intéresse particulièrement pour notre étude concerne un aspect particulier des stratégies de résolution : **la capacité des enfants à utiliser le symbolisme mathématique dans différentes situations de résolution de problèmes**.

Les types de symbolisations utilisées par les jeunes enfants en résolution de problèmes n'ont fait l'objet que d'assez peu d'investigations. Globalement, les recherches (Bebout, 1990; Carrey, 1991; De Corte

& Verschaffel, 1985b) montrent que les enfants ont tendance à utiliser des calculs relationnels, qui « collent » à la structure sémantique des énoncés et à leurs stratégies informelles de résolution. Les recherches tendent également à montrer que les élèves éprouvent des difficultés à utiliser le symbolisme mathématique, même face à des problèmes qu'ils ont pourtant été capables de résoudre correctement. Les données disponibles ne permettent cependant pas d'analyser en profondeur les difficultés rencontrées par les élèves.

A la lumière de ces diverses considérations, on est amené à soulever la question cruciale du **sens** : quelle **compréhension** du symbolisme mathématique les jeunes enfants possèdent-ils ?

Les concepts de « sens » et de « compréhension » peuvent donner lieu à de nombreuses interprétations (voir Cobb, 2000 ; Dörfler, 2000 ; Hiebert, 1988 ; Sfard, 2000). Dans le cadre de notre étude, nous nous plaçons clairement dans une **définition concrète de type « sens contextuel »**. Nous ne cherchons pas à analyser le « sens » des concepts tel qu'il peut se définir intrinsèquement aux mathématiques. Au contraire, nous l'abordons sous l'angle de la correspondance avec différents aspects extérieurs au domaine ; en l'occurrence ici, au niveau du lien avec le monde réel. Autrement dit, nous estimons que l'enfant « comprend » le symbolisme mathématique s'il est capable de le

relier directement à des petites histoires concrètes (à des problèmes) et/ou aux stratégies de résolution (de type manipulation d'objets par exemple) qu'il développe pour les résoudre.

Puisque nous défendons un enseignement porteur de sens pour les élèves et que nous savons par ailleurs que le symbolisme est introduit très tôt dans les classes, il nous paraît légitime et primordial d'analyser en profondeur cette problématique. Ceci fait l'objet de notre **premier axe de recherche**. Il est non-interventionniste et est centré sur une analyse des capacités des élèves dans différentes situations. Dans le second axe, nous prenons en compte cette problématique en intervenant dans l'organisation de la pratique de classe : nous mettons en place des programmes d'enseignement dont un des objectifs est de développer la compréhension du symbolisme mathématique.

c) Les recherches à orientation pédagogique

Sous cette catégorie, nous regroupons **les recherches centrées sur l'analyse ou l'expérimentation de programmes d'enseignement de la résolution de problèmes**. Nous distinguons plusieurs axes : les implications pédagogiques issues de constats de recherches (voir De Corte & Verschaffel, 1989), les recherches visant à expliciter

certaines difficultés des élèves, engendrées par la pratique de classe (voir Carpenter, Hiebert & Moser, 1983 ; Carpenter, Moser & Bebout, 1988) et les recherches visant à promouvoir un programme d'enseignement d'une démarche réflexive de résolution de problèmes (voir Bebout, 1990 ; De Corte & Verschaffel, 1985c ; Jaspers, 1991 ; Willis & Fuson, 1988).

Les recherches interventionnistes sont relativement peu nombreuses, surtout lorsqu'il s'agit de se confronter à l'ensemble du groupe classe. Il nous a donc paru opportun de privilégier cet axe dans notre travail, et ceci en nous basant sur les divers résultats de recherches présentés dans les sections précédentes. Ceci fait l'objet du **deuxième axe** de la partie expérimentale. Il consiste à déterminer, implanter et analyser les effets de deux méthodologies d'enseignement de la résolution de problèmes ayant pour

objectifs de **développer une démarche réflexive de résolution ainsi qu'une compréhension du symbolisme mathématique.**

d) Les autres thèmes à creuser...

Les grands courants de recherches présentés ci-dessus ne permettent pas de traiter de manière exhaustive les différentes problématiques liées à la résolution de problèmes arithmétiques. D'autres recherches portent sur l'utilisation des connaissances de la vie réelle, sur les liens entre l'arithmétique et l'algèbre, sur les liens entre mathématiques et intelligence, etc. Pour une synthèse intéressante sur les mathématiques et leur enseignement, on invite le lecteur à consulter l'article de De Corte, Greer et Verschaffel, présenté dans le « *Handbook of Educational Psychology* » de 1996.

AXE I :

LES ENFANTS SONT-ILS CAPABLES D'UTILISER LE SYMBOLISME MATHÉMATIQUE DANS DIFFÉRENTES SITUATIONS DE RÉSOLUTION DE PROBLÈMES ?

Le premier axe de recherche doit nous permettre d'analyser quelle est la compréhension que possèdent les enfants du symbolisme mathématique. Rappelons que nous avons pris le parti de nous situer dans une acceptation très « concrète » et « contextuelle » du

terme compréhension et que nous estimons que **l'enfant comprend le symbolisme mathématique s'il est capable de le relier à des actions sur des objets dans le monde réel.**

Dans le cadre de notre étude, cette problématique consiste à se

demander si l'enfant est capable de produire un calcul correct (a) en lien avec une situation problème qu'il a résolu correctement (le calcul est lié à l'histoire et/ou à la stratégie de résolution) et (b) en lien avec une situation problème représentée par dessin (le calcul est lié à la représentation de la situation, donc à l'histoire).

Concrètement, le premier axe du travail a consisté à observer individuellement un échantillon de 25 élèves de première année primaire à l'aide de deux techniques d'observation, chacune utilisée à deux moments de l'année (en janvier 1999 et en mai-juin 1999).

La **première technique d'observation** constitue notre méthodologie principale pour l'axe I. Elle porte sur les 14 problèmes de la classification de Riley *et al.* (1983), c'est-à-dire sur tous les types de situations problèmes qu'on peut rencontrer pour les catégories sémantiques combinaison, changement et comparaison. Les enfants sont interviewés individuellement et disposent de matériel manipulable qu'ils peuvent utiliser s'ils en ressentent le besoin. Chaque interview comporte sept phases :

- 1) Lire l'énoncé deux fois à voix haute.
- 2) Demander à l'enfant de répéter l'énoncé (phase de « retelling »).
- 3) Demander à l'enfant de résoudre le problème et, si

nécessaire, poser différentes questions afin de comprendre comment il a procédé.

- 4) Si l'enfant n'a pas été capable de résoudre le problème correctement, lui demander de jouer toute l'histoire en se servant des poupées et des blocs.
- 5) Demander à l'enfant d'écrire un calcul qui correspond à l'histoire et/ou à sa stratégie de résolution.
- 6) Reposer la question à l'enfant et lui demander d'identifier la réponse dans son calcul.
- 7) Demander à l'enfant s'il peut faire un autre calcul (flexibilité).

La technique 1 d'observation permet d'observer le lien entre les situations problèmes (lien avec l'histoire et/ou avec la stratégie de résolution utilisée) et les calculs produits par l'enfant. Elle ne permet pas d'analyser directement le lien entre le calcul et la représentation de la situation puisque l'élève trouve la solution du problème avant de produire un calcul.

La **seconde technique d'observation** nous permet d'aborder la symbolisation mathématique sous un angle quelque peu différent dans la mesure où elle propose à l'élève de produire un calcul avant de chercher la solution du problème. L'expérimentateur lit l'énoncé à l'enfant tout en lui expliquant la représentation dessinée. Il lui demande ensuite de produire un

calcul qui correspond à l'histoire et qui permet de trouver la réponse à la question posée dans le problème. La réponse peut ensuite être découverte par comptage sur le dessin. En procédant de la sorte, on tente d'évaluer directement le lien entre représentation et symbolisation.

Afin de **comparer** les performances des enfants dans ces deux conditions expérimentales, nous leur avons proposé six problèmes (issus de la classification de Riley *et al.*) accompagnés de représentations dessinées.

L'étude des capacités de symbolisation peut porter sur deux grands axes d'analyse :

- Comment l'ensemble des élèves se comporte-t-il face aux différents types de situations problèmes proposées (**analyse par types de problèmes**) ?
- Comment chaque élève se comporte-t-il face à l'ensemble des problèmes proposés (**analyse par profils d'élèves**) ?

Pour **l'analyse par types de problèmes** au travers de la **première technique d'observation**, on formule trois questions de recherche qui conduisent à distinguer trois « cas de figures » au niveau des performances des élèves :

- **Question 1 : Dans quels types de situations problèmes les enfants sont-ils capables d'utiliser le symbolisme mathématique et quel type de symbolisme ?**

➔ Cette question conduit à s'intéresser aux élèves qui ont résolu et symbolisé correctement le(s) problème(s) analysé(s).

- **Question 2 : Quelles sont les difficultés éprouvées par les élèves pour produire un calcul correct en lien avec un problème qu'ils ont pourtant résolu correctement ?**

➔ Cette question conduit à s'intéresser aux élèves qui ont résolu correctement le(s) problème(s) analysé(s) mais qui ont été incapables de proposer un calcul correct en lien.

- **Question 3 : Quelles sont les difficultés éprouvées par les élèves au niveau de la résolution proprement dite des problèmes ?**

➔ Cette question conduit à s'intéresser aux élèves qui ont été incapables de résoudre et de symboliser le(s) problème(s) analysé(s).

Pour **l'analyse par profils d'élèves** au travers de la **première technique d'observation**, on formule une quatrième question de recherche :

- **Question 4 : Quelles significations concrètes les enfants attribuent-ils au symbolisme mathématique ?**

→ Cette question amène à regarder comment chaque élève se comporte face à l'ensemble des situations proposées (face à quels types de situations proposent-ils des calculs corrects et quels types de calculs ?). Cette analyse est liée à la question 1 dans la mesure où on s'intéresse en priorité aux problèmes résolus et symbolisés correctement.

Pour la **comparaison** entre les **deux techniques d'observation**,

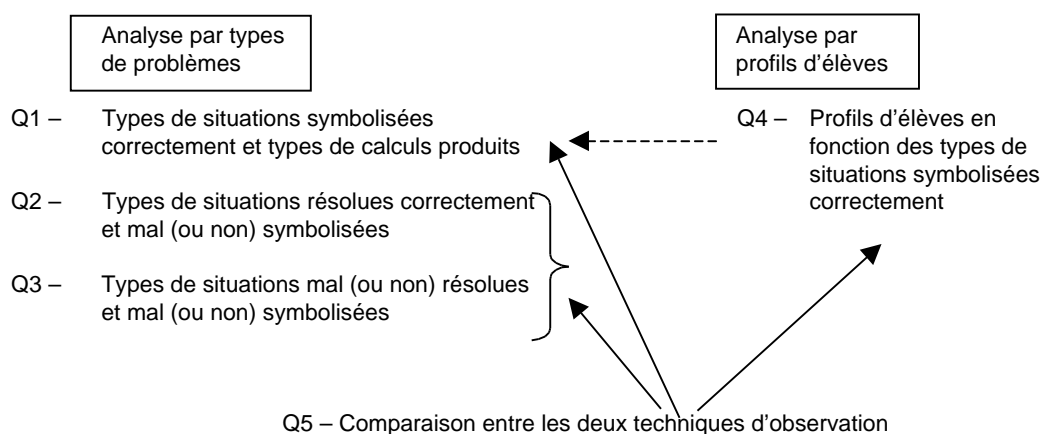
nous avons formulé une cinquième question de recherche :

- **Question 5 : En résolution de problèmes, est-il plus facile de produire un calcul sur la base d'une stratégie informelle de résolution ou sur la base d'une représentation dessinée de la situation ?**

→ Cette question fait porter la comparaison sur les deux axes d'analyse : analyse par types de problèmes et analyse par profil d'élèves.

En guise de synthèse, le schéma ci-dessous présente les deux axes d'analyse et situe les cinq questions de recherche.

Figure 1 : Les différents axes d'analyse



AXE II :
**EXPERIMENTATION DE SEQUENCES D'ENSEIGNEMENT VISANT A
DEVELOPPER UNE DEMARCHE REFLEXIVE DE RESOLUTION AINSI QU'UNE
COMPREHENSION DU SYMBOLISME MATHEMATIQUE**

Le premier axe de recherche doit permettre d'apporter un éclairage précis et détaillé sur les capacités (et difficultés) de symbolisation démontrées par les enfants. Le **second axe** est **interventionniste** et tente de **mettre en place des « programmes » d'enseignement de la résolution de problèmes dont les objectifs principaux sont de développer une démarche réflexive de résolution, ainsi qu'une meilleure compréhension du symbolisme mathématique.**

En vue d'atteindre ces objectifs, deux méthodes d'enseignement ont été développées et expérimentées dans deux classes de première année primaire. La construction des méthodologies d'enseignement a été guidée par les nombreux résultats de recherches présentés brièvement en introduction de cet article. Les méthodologies visent toutes deux à développer un enseignement porteur de sens et centré sur l'enfant. Nous ne pouvons les détailler dans les limites de ces pages. Elles ont été présentées lors d'un colloque qui s'est déroulé à Chichester (UK) en juillet 1999 et dont les actes seront bientôt publiés (voir Fagnant, à paraître).

De nombreux résultats de recherches montrent que les enfants ont des compétences importantes en résolution de problèmes, avant toute instruction dans ce domaine. Ils sont capables de mettre en œuvre une variété de stratégies informelles de résolution, qui dénotent une véritable analyse des situations proposées. La mise en œuvre de ce type de stratégie montre également que la maîtrise des calculs formels n'est nullement un pré-requis à la résolution de problèmes. Plus tard, les stratégies informelles de résolution cèdent souvent la place à des stratégies superficielles où les élèves se focalisent uniquement sur les calculs à effectuer. Suite à ces différents constats, plusieurs auteurs recommandent de débiter très tôt l'enseignement de la résolution de problèmes, de façon à s'appuyer sur les démarches spontanées des élèves (voir De Corte et Verschaffel, 1989 ; pour une synthèse des recommandations pédagogiques découlant d'une bonne décennie de recherches dans le domaine).

En Communauté française de Belgique, les résultats de ces recherches sont sans échos et l'enseignement de la résolution de problèmes ne débute généralement qu'en deuxième année primaire,

lorsqu'une certaine maîtrise des calculs est atteinte par les enfants. En procédant de la sorte, on ne prend nullement en compte leurs capacités informelles et spontanées.

Par ailleurs, la première année primaire étant le moment privilégié des premiers apprentissages numériques et des opérations de base, les enseignants proposent aux élèves de nombreuses situations (plus ou moins abstraites) où ils doivent développer une certaine maîtrise face aux habiletés techniques de calcul. Cette maîtrise technique des calculs, ainsi que certaines compétences en lecture, étant considérées comme des prérequis, la résolution de problèmes n'est pas (ou très peu) abordée en première année.

De notre point de vue, la résolution de problèmes arithmétique est, au sein de l'école, le lieu privilégié pour articuler les liens entre le symbolisme mathématique et les situations du monde réel. Cette association n'est proposée aux élèves qu'en deuxième année lorsqu'on utilise la résolution de problèmes pour illustrer l'applicabilité des opérations formelles dans des situations concrètes. On peut alors se demander quel « sens » les élèves attribuent aux calculs en première année (cf. notre premier axe de recherche).

L'introduction de séquences d'enseignement de la résolution de problèmes en première année se justifie donc théoriquement sur un double aspect (qui correspond aux objectifs principaux de notre axe II) :

- Développer des démarches réflexives de résolution (par opposition aux démarches superficielles souvent rencontrées) en se basant sur les compétences informelles et spontanées des élèves.
- Développer la compréhension (au sens ou nous avons défini le terme) du symbolisme mathématique.

L'analyse de l'axe II est guidée par différentes questions de recherche qui permettent d'aborder les problématiques de **faisabilité** (Est-il possible d'enseigner la résolution de problème en première année ?) **et d'efficacité à court et à plus long terme** (Est-ce « mieux » qu'un programme d'apprentissage traditionnel ?). Enfin, nous tenterons également de **voir si une des deux méthodes que nous avons développées est plus efficace que l'autre et sur quels aspects**.

Présentons à présent ces différentes questions de recherche.

Question 1 : Est-il possible d'enseigner la résolution de problèmes en première année primaire et ceci peut-il aider à développer la compréhension du symbolisme mathématique ?

Les deux méthodologies d'enseignement que nous avons développées ont été expérimentées dans deux classes de première année primaire (classes expérimentales) durant le second semestre de l'année scolaire 1998-1999 (10 séances d'instruction). Dans les autres classes de première année (classes témoins), la résolution de problèmes ne fait pas partie de la matière enseignée.

Pour analyser le premier aspect (**montrer qu'il est possible d'enseigner la résolution de problèmes en première année primaire**) nous tenterons de montrer que les élèves profitent de cet enseignement. Pour ce faire, nous analyserons le progrès des enfants confrontés à ce type d'instruction (nous avons fait passer un prétest, un test intermédiaire et un post-test dans les deux classes expérimentales).

Cette manière de procéder ne nous permet pas d'isoler les progrès dus à des variables externes telles que la maturation ou l'influence de l'enseignement des autres matières. Il nous semblait intéressant de procéder à une autre forme de comparaison ; nous avons donc décidé de faire passer le test de fin d'année à un ensemble de classes

témoins (le post-test est utilisé dans les classes témoins en tant que test comparatif).

Pour analyser le second aspect (**montrer que l'enseignement de la résolution de problèmes permet de développer la compréhension du symbolisme mathématique**), nous avons décidé d'analyser les performances des élèves dans un test de calcul (des calculs de différentes formes ont été introduits dans le prétest, le test intermédiaire, le post-test et le test comparatif). En effet, même si on doit admettre que les élèves peuvent résoudre certains calculs de manière mécanique, on peut formuler l'hypothèse qu'une meilleure compréhension des opérations devrait améliorer les performances (Lindvall et Ibarra, 1980). Comme pour le point précédent, l'analyse portera sur deux aspects : (a) progrès des élèves des classes expérimentales entre les différents tests et (b) comparaison, en fin d'année, entre les résultats des élèves des classes expérimentales et ceux des élèves des classes témoins.

Question 2 : L'approche que nous avons développée (qui introduit l'enseignement de la résolution de problèmes en première année) est-elle plus efficace qu'une approche « traditionnelle » (qui post-pose cet apprentissage en deuxième année)?

Dans l'approche « traditionnelle », l'objectif prioritaire de la résolution de problèmes est

d'illustrer l'applicabilité des opérations formelles (du symbolisme mathématique) dans des situations concrètes. La maîtrise d'une certaine technique opératoire est considérée comme pré-requis. L'enseignement de la résolution de problèmes débute donc seulement en deuxième année. Selon Hiebert (1988), cette manière de procéder pourrait, en partie, être responsable du développement de stratégies superficielles (stratégies non basées sur une analyse approfondie de la situation et qui sont généralement sources d'erreurs).

L'approche que nous avons développée (introduire la résolution de problèmes en première année) ne donne pas pour objectif prioritaire à la résolution de problèmes d'illustrer l'applicabilité des opérations formelles (du symbolisme mathématique) mais **plutôt d'en être un des vecteurs de l'apprentissage**. L'objectif est de développer une compréhension des opérations au travers de la mise en évidence du lien entre les actions sur les objets dans le monde réel et les opérations symboliques avec les nombres.

Nos analyses prendront en considération trois groupes d'élèves :

- les élèves qui ont suivi notre programme d'enseignement en première année (classes expérimentales de première année – méthodes A et B) ;

- des élèves qui ont suivi un programme traditionnel en première année, c'est-à-dire sans instruction relative à la résolution de problèmes (classes témoins de première année) ;
- des élèves de deuxième année qui ont suivi un programme traditionnel en première et deuxième années, c'est-à-dire avec des séances d'instruction de résolution de problèmes en deuxième année.

Le même test de problèmes a été proposé à ces trois groupes d'élèves en fin d'année (cf. post-test = test comparatif). Nous allons analyser les résultats dans trois directions :

- a) comparaison entre les résultats globaux des élèves des classes expérimentales de première année et ceux des élèves des classes témoins de deuxième année ;
- b) comparaison portant sur l'utilisation de stratégies superficielles entre les élèves des classes expérimentales de première année et les élèves des classes témoins de deuxième année ;
- c) comparaison portant sur l'utilisation de stratégies superficielles entre les élèves des classes témoins de première année, d'une part, et les élèves des classes témoins de deuxième année, d'autre part.

Les points (a) et (b) font porter la comparaison sur les élèves ayant suivi un enseignement de la

résolution de problèmes en première (classes expérimentales) ou en deuxième année (classes témoins). Le point (c) permet de comparer les élèves ayant ou non suivi un enseignement de la résolution de problèmes.

Question 3 : Comment les élèves des classes expérimentales et des classes témoins évoluent-ils après six mois et après un an d'enseignement "traditionnel" en deuxième année ?

Un test de problèmes a été proposé aux élèves des classes expérimentales et aux élèves des classes témoins en février 2000 et en juin 2000 (les élèves étaient alors en deuxième année). Il n'y a eu aucune intervention de notre part durant cette année scolaire, ni dans nos classes expérimentales, ni dans les classes témoins.

Les analyses porteront sur trois paramètres : les résultats au test de problèmes, l'utilisation de stratégies superficielles et les résultats au test de calculs. Elles seront menées dans trois directions :

- a) évolution des élèves des classes expérimentales (comparaison entre les tests de juin 1999 et de janvier et juin 2000) ;
- b) évolution des élèves des classes témoins (comparaison entre les tests de juin 1999 et de janvier et juin 2000) ;

- c) comparaison entre les élèves provenant des écoles expérimentales et les élèves des classes témoins.

Question 4 : Une des deux méthodes d'enseignement développées en première année est-elle plus efficace que l'autre ?

Les méthodes d'enseignement que nous avons développées et implantées semblent toutes deux pouvoir être efficaces (d'un point de vue déontologique, nous tenions à cet aspect des choses). Nous comptons analyser le plus finement possible l'efficacité respective de chacune des méthodes et ceci, en empruntant différentes pistes d'analyse :

- a) Efficacité par rapport aux objectifs visés par les deux méthodes : scores aux différents tests (en terme de gains relatifs ?) ; analyse des progrès individuels ; analyse fine des productions correctes et incorrectes rencontrées lors des tests (dessins, calculs, solution,..) ; lien entre le score au post-test et observations en situation individuelle (cinq élèves de chaque classe ont été choisis sur base de leur profil au cours de l'expérimentation et ont été soumis à un petit test individuel après le post-test) ; ...
- b) Richesse des comportements et des expériences que chaque méthode suscite chez les élèves :

description des séquences d'enseignement, analyse des productions des élèves durant ces séquences,...

- c) Prise en compte des difficultés au niveau de la gestion de l'activité en groupe classe.
- d) Dans tous les axes d'analyse, une attention particulière sera accordée aux stratégies superficielles.

PISTES POUR LE FUTUR

Les analyses de résultats sont en cours à l'heure actuelle ; elles sont guidées par les différentes considérations développées ci-dessus. Sans entrer dans les détails (que l'avancement des travaux, ne permet pas encore), on peut déjà faire quelques remarques générales quant à la tournure que prennent les résultats.

Pour l'**axe I**, les premières analyses montrent que de nombreux élèves (tant en janvier qu'en fin d'année) éprouvent des difficultés pour utiliser le symbolisme mathématique, et ceci même face à des situations problèmes qu'ils ont

résolues correctement. Certains élèves sont incapables de proposer un calcul correct ; d'autres proposent des calculs de structure correcte mais qui ne témoignent d'aucun lien avec l'histoire ou avec leurs stratégies de résolution ; d'autres encore ne semblent pas connaître l'existence de l'écriture symbolique d'une soustraction bien qu'ils puissent mettre les concepts en acte pour résoudre certaines situation. Enfin, certains élèves ne semblent attribuer aucune signification concrète aux écritures symboliques des additions et des soustractions.

Les constats sont assez accablants et on peut réellement se demander ce que comprennent les élèves lorsqu'ils passent des heures et des heures à remplir des colonnes de calculs en classe !

Au niveau de l'**axe II**, les résultats de notre intervention sont assez encourageants : il semble possible d'enseigner la résolution de problèmes en première année primaire et cette approche pourrait permettre d'obtenir de « bons résultats »... Ceci restant bien sûr à préciser !

REFERENCES

Bebout, H.C. (1990). Children's symbolic representation of addition and subtraction word problems. *Journal for Research in Mathematics Education*, 2(2), 123-131.

Briars, D.J. & Larkin, J.H. (1984). An integrated model of skills in solving elementary word problems. *Cognition and Instruction*, 1, 145-296.

- Carpenter, T.P., Hiebert, J. & Moser, J.M. (1981). Problem structure and first-grade children's initial solution processes for simple addition and subtraction problems. *Journal for Research in Mathematics Education*, 12(1), 27-39.
- Carpenter, T.P., Hiebert, J. & Moser, J.M. (1983). The effect of instruction on children's solution of addition and subtraction word problems. *Educational Studies in Mathematics*, 14, 55-72.
- Carpenter, T.P. & Moser, J.M. (1982). The development of addition and subtraction problem solving skills. In T.P. Carpenter, J.M. Moser and T.A. Romberg (Eds), *Addition and Subtraction. A cognitive perspective*. Hillsdale, N.J. : Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 9-24.
- Carpenter, T.P. & Moser, J.M. (1984). The acquisition of addition and subtraction concepts in grade one through three. *Journal for Research in Mathematics Education*, 15(3), 179-202.
- Carpenter, T.P., Moser, J.M. & Bebout, H.C. (1988). Representation of addition and subtraction word problems. *Journal for Research in Mathematics Education*, 4, 345-357.
- Carrey, D.A. (1991). Number sentences : Linking addition and subtraction word problems and symbols. *Journal for Research in Mathematics Education*, 22(4), 266-280.
- Cobb, P. (2000). From representation to symbolizing : Introductory comments on semiotics and mathematical learning. In P. Cobb, E. Yackel & K. Mc Clain (Eds), *Symbolizing and communicating in mathematics classrooms. Perspectives on discourse, tools and instructional design*. Mahwah, New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates Publishers, pp. 17-36.
- De Corte, E., Greer, B. & Verschaffel, L. (1996). Mathematics teaching and learning. In D.C. Berliner & R.C. Calfee (Eds), *Handbook of Educational Psychology*. New York, NY : MacMillan.
- De Corte, E. & Verschaffel, L. (1985a). Beginning first grader's initial representation of arithmetic word problems. *Journal of Mathematical Behavior*, 4, 3-21.
- De Corte, E. & Verschaffel, L. (1985b). Writing number sentences to represent addition and subtraction problems. In J.K. Damarin and M. Shelton (Eds), *Proceeding of the Seventh Annual Meeting of North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. Columbus, OH : International Group for the Psychology of Mathematics Education, 50-56.
- De Corte, E. & Verschaffel, L. (1985c). Working with simple word problems in early mathematics instruction. In L. Streefland (Ed.), *Proceeding of the Ninth International Conference for the Psychology of Mathematics Education. Vol. 1*. The Netherlands : State University of Utrecht, 304-309.
- De Corte, E. & Verschaffel, L. (1989). Teaching word problems in the primary school : what research has to say to the teacher. In B. Greer & G. Mulhern (Eds), *New directions in mathematics education*. London/New York : Routledge, 85-106.
- De Corte, E. & Verschaffel, L. (1991). Some factors influencing the solution of addition and subtraction word problems. In K. Durkin & B. Shire (Eds), *Language and Mathematical Education*. Milton Keynes : Open University Press, 117-130.

- De Corte, E., Verschaffel, L. & De Win, L. (1985). Influence of rewording verbal problems on children's problem representation and solutions. *Journal of Educational Psychology*, 77(4), 460-470.
- Dellarosa, D. (1986). A computer simulation of children's arithmetic word problem solving. *Behaviour, Research methods, Instruments and Computers*, 18(2), 147-154.
- Dellarosa-Cummins, D. (1991). Children interpretation of arithmetic word-problems. *Cognition and Instruction*, 8(3), 261-289.
- Dellarosa-Cummins, D., Kintsch, W., Reusser, K., Weimer, R. (1988). The role of understanding in solving word problems. *Cognitive Psychology*, 20, 405-438.
- Dörfler, W. (2000). Means for meaning. In P. Cobb, E. Yackel & K. Mc Clain (Eds), *Symbolizing and communicating in mathematics classrooms. Perspectives on discourse, tools and instructional design*. Mahwah, New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, 99-132.
- Ehrlich, S. (1990). *Sémantique et mathématique. Apprendre/Enseigner l'arithmétique simple*. Paris : Nathan.
- Fagnant, A. (à paraître). Une approche de la résolution de problèmes et des algorithmes de calcul centrée sur l'enfant. *Actes du colloque CIEAEM 51*.
- Fayol, M. (1990). *L'enfant et le nombre*. Paris : Delachaux & Niestlé.
- Ginsburg, H.P. (1977). *Children's arithmetic : the learning process*. New York : Van Nostrand.
- Ginsburg, H.P., Kossan, N.E., Schwartz, R. & Swanson, D. (1983). Protocol methods in research on mathematical thinking. In H.P. Ginsburg (Ed.), *The development of mathematical thinking*. New York : Academic Press, 7-47.
- Hiebert, S. (1988). A theory of developing competence with written mathematical symbols. *Educational Studies in Mathematics*, 19, 333-355.
- Jaspers, M.W.M. (1991). *Prototypes of computer assisted instruction for arithmetic word problem solving*. Unpublished doctoral dissertation.
- Kintsch, W. & Greeno, J.G. (1985). Understanding and solving word arithmetic problems. *Psychological review*, 92(1), 109-129.
- Leblanc, M.D. & Weber-Russel, S. (1996). Text integration and mathematical connections : a computer model of arithmetic word problem solving. *Cognitive Science*, 20, 357-407.
- Lewis, A.B. & Mayer, R.F. (1987). Student's miscomprehension of relational statements in arithmetic word problems. *Journal of Educational psychology*, 75(4), 363-371.
- Lindvall, C.M. & Ibarra, C.G. (1980). Incorrect procedures used by primary grade pupils in solving open addition and subtraction sentences. *Journal for Research in Mathematics Education*, 11(1), 50-62.
- Riley, M.S., Greeno, J.G. & Heller, J.I. (1983). Development of children's problem-solving ability in arithmetic. In H.P. Ginsburg (Ed.), *The development of mathematical thinking*. New York : Academic Press.
- Sfard, A. (2000). Symbolizing mathematical reality into being – Or how mathematical discourse and mathematical objects create each other. In P. Cobb, E. Yackel & K. Mc Clain (Eds), *Symbolizing and communicating in mathematics classrooms. Perspectives on discourse, tools and instructional design*. Mahwah, New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, 37-98.

-
- Vergnaud, G. (1982). A classification of cognitive tasks and operation of thought involved in addition and subtraction problems. In T.P. Carpenter, J.M. Moser and T.A. Romberg (Eds), *Addition and Subtraction. A cognitive perspective*. Hillsdale, N.J. : Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 39-59.
- Vergnaud, G. (1983). *L'enfant, la mathématique et la réalité*. Bern : Peter Lang.
- Verwaald, A., Van Lieshout, E.C.D.M. & Van Street, N. (1997). *Strategies of children from special education in solving reference — inconsistent word problems*. Paper presented at EARLI, Athens, August.
- Willis, G.B. & Fuson, K.C. (1988). Teaching children to use schematic drawings to solve addition and subtraction word problems. *Journal of Educational Psychology*, 80(2), 192-201.