

# ÉTAYER LES ÉLÈVES À BESOINS ÉDUCATIFS PARTICULIERS DANS LA RÉOLUTION DE PROBLÈMES : UN MODÈLE D'ANALYSE

Thierry Dias, Rachel Sermier Desse-montet, Stéphanie Dénervaud

Haute École Pédagogique du Canton de Vaud

## INTRODUCTION

La notion de difficulté d'apprentissage en mathématiques est actuellement source d'interrogations quant à la recherche et à l'explication de la diversité de ses causes. Les débats scientifiques vont bon train pour comprendre et interpréter l'origine de ces résistances à l'apprentissage. Sont-elles des déficits internes aux apprenants ou trouvent-elles leurs racines au sein des environnements didactiques des situations d'apprentissage (Rajotte, Giroux & Voyer, 2014) ? La résolution de problèmes en mathématiques s'avère particulièrement problématique pour les élèves ayant des difficultés d'apprentissage ou une déficience intellectuelle (Xin, Jitendra & Deatline-Buchman, 2005). Des difficultés de compréhension en lecture, des difficultés à se représenter le problème et à identifier les informations importantes, ainsi que des lacunes dans les notions mathématiques de base (numération et opérations) sont autant d'entraves que les apprenants rencontrent dans la résolution de problèmes. Mais le recours par les enseignants à des stratégies d'enseignement inefficaces peut également jouer un rôle dans leurs difficultés (Xin, et al., 2005).

Toutes ces embûches didactiquement reconnues peuvent amener les enseignants spécialisés à sous-investir la résolution de problèmes dans l'enseignement des mathématiques. Pourtant la démarche de résolution de problèmes est considérée comme centrale dans l'enseignement des mathématiques dans les programmes scolaires de

la plupart des pays européens, et notamment dans le Plan d' Études Romand en Suisse. Une approche par résolution de problèmes permet aux élèves de développer des habiletés cognitives de haut niveau en sollicitant particulièrement leurs processus de raisonnement. La complexité des tâches proposées permet également aux élèves de mobiliser plusieurs types de ressources selon l'approche par compétences : savoir, savoir-faire et savoir-être (Demonty & Fagnant, 2014). Selon nous, ceci représente une opportunité d'appréhender plus objectivement leur réel potentiel à apprendre (Dias, 2014) tout en conservant les enjeux de signification y compris avec des élèves ayant des difficultés d'apprentissage. Le but de cet article est de présenter un modèle d'analyse de l'étayage fourni en situation de résolution de problèmes mathématiques développé dans le cadre d'une étude menée avec sept enseignantes spécialisées travaillant avec des élèves ayant des difficultés marquées dans ce domaine.

## L'ÉVOLUTION DE LA NOTION D'ÉTAYAGE DANS LA LITTÉRATURE ANGLOPHONE

Dans un texte fondateur, Wood, Bruner et Ross (1976) proposent le concept d'étayage pour décrire les moyens grâce auxquels un adulte ou un « spécialiste » vient en aide à quelqu'un pour qu'il puisse réaliser seul une tâche qu'il n'arrive pas à réaliser de manière autonome au départ. Pour Bruner (1983), la notion d'étayage est intimement liée au concept de zone proximale de développement développé par Vygotsky. Cette zone de développement potentiel englobe les contenus et les activités cognitives qu'un apprenant ne peut pas encore mobiliser de manière autonome, mais qu'il peut mobiliser lorsqu'il bénéficie de la médiation d'une personne plus experte que lui (Vygotsky, 1985). À l'issue d'observations réalisées en contexte de résolution de problèmes avec des enfants de trois à cinq ans, Wood et al. (1976) proposent de catégoriser les étayages apportés par l'adulte en six fonctions : l'enrôlement, la réduction des degrés de liberté, le maintien de l'orientation, la signalisation des caractéristiques déterminantes, le contrôle de la frustration,

et la démonstration.

Comme le montre Stone (1998) dans son analyse des recherches sur l'étayage, les travaux de Wood et al. (1976) ont donné l'impulsion à un grand nombre de recherches conduites sur les étayages mère enfant. Les études sur l'étayage fourni dans les interactions enseignant élève sont par contre plus rares (Stone, 1998). À l'heure actuelle, dans la littérature anglophone, trois aspects sont considérés comme étant essentiels dans l'étayage enseignant élève : une compréhension partagée du but de l'activité entre l'enseignant et les élèves, le diagnostic continu du niveau actuel de maîtrise de l'élève, le calibrage de l'aide fournie et son retrait progressif afin que l'élève prenne le contrôle et la responsabilité de son apprentissage (Puntambekar & Hübscher, 2005; Stone, 1998). Relevons que la notion d'étayage s'est élargie et comprend non seulement l'aide fournie dans les interactions enseignant élèves, mais aussi l'aide fournie par des artefacts ou outils technologiques et l'aide fournie par les pairs (Ge & Land, 2004 ; Puntambekar & Hübscher, 2005 ; Sherin, Reiser & Edelson, 2004).

Les travaux d'Anghileri (2006) sur l'étayage dans l'enseignement des mathématiques, illustrent bien cet élargissement. Cette chercheuse distingue trois niveaux d'étayage pour soutenir les apprentissages des élèves en mathématiques :

- Niveau 1 : les ressources environnementales

Ce premier niveau permet de créer un environnement qui encourage l'implication active des élèves et qui est propice aux apprentissages, sans qu'il y ait d'intervention directe de l'enseignant. Les ressources environnementales englobent les artefacts (choix du matériel, des supports ou outils qui vont être utilisés durant la leçon), l'organisation de la leçon (aménagement spatial de la classe, séquençage, structuration et rythme de la leçon) et les choix de regroupement des élèves.

- Niveau 2 : expliquer, inciter à examiner, restructurer

Ce deuxième niveau désigne les interac-

tions enseignant élève visant à étayer les apprentissages mathématiques des élèves au travers de trois stratégies. La première stratégie consiste à expliquer aux élèves les notions ou procédures qui doivent être mises en oeuvre. La seconde prend la forme d'incitations aux élèves à observer, toucher, manipuler et verbaliser ce qu'ils pensent et à expliquer et justifier leurs actions. La troisième stratégie désigne la restructuration des activités, tâches ou expériences pour les rendre plus accessibles pour les élèves.

- Niveau 3 : développer la pensée conceptuelle

Ce troisième niveau désigne les interactions enseignant élève visant à développer la pensée conceptuelle des élèves. Les trois stratégies majeures à ce niveau consistent à aider les élèves à développer des outils de représentation de concepts abstraits (représentation visuelle - mot - symbole), les amener à établir des liens entre les notions mathématiques et à générer un discours conceptuel.

Malgré l'importance reconnue de l'étayage dans les situations de résolution de problèmes mathématiques, très peu de recherches ont étudié cet aspect dans le contexte de l'enseignement spécialisé. Nous avons par conséquent mis en place une étude dans le but de faire avancer l'état des connaissances par rapport à cette problématique.

## PRÉSENTATION DE L'ÉTUDE

L'objectif de cette étude est de décrire et d'analyser les types d'étayage utilisés par les enseignants spécialisés lors des différentes phases de la résolution de problèmes avec un groupe d'élèves ayant des besoins éducatifs particuliers. La finalité de cette recherche est de construire des outils d'analyse des interactions lors de situations de résolution de problèmes mathématiques pour la formation professionnelle des enseignants spécialisés.

Dans une phase exploratoire, une première grille d'analyse des étayages fournis a été élaborée sur la base de l'analyse de trois séances de résolution de problèmes mathématiques. Ces séances animées par trois enseignantes spécialisées différentes

ont été filmées et retranscrites. Avec ce corpus, nous avons d'abord choisi de réaliser des tentatives de codage avec les six fonctions de tutelle de Wood et al. (1976). Quelques premiers résultats ont très rapidement montré la limite de l'utilisation de ces seules six fonctions de tutelle (Dias & Tièche-Christinat, 2011). Le contexte des interactions dans le cadre scolaire impliquait beaucoup d'échanges qui dépassaient la seule communication orale et ne suivaient pas le même temps didactique que celui de la résolution d'une tâche du type de celle proposée par Bruner (1983). Nous avons alors développé une nouvelle catégorisation plus adaptée au contexte de la recherche. Celle-ci est étroitement liée au modèle d'analyse présenté dans la quatrième partie de ce texte.

Une fois cette phase exploratoire terminée, une étude a été mise en place avec sept enseignantes spécialisées suivant une formation en cours d'emploi dans le cadre d'un Master en enseignement spécialisé et réalisant leur mémoire professionnel sur la résolution de problèmes mathématiques. Nous avons mis à leur disposition une banque de problèmes que nous pouvons assimiler à des tâches complexes (Demonty & Fagnant, 2014) nécessitant plusieurs étapes de résolution, et dont la réponse n'est pas possible sans un travail spécifique sur la représentation. Le problème présenté ci-dessous (figure 1) est un exemple tiré de

#### **LES VERRES DE JUSTINE**

Justine a reçu une caisse de 42 verres en cristal qu'elle va ranger dans la vitrine de sa boutique. Cette vitrine a 7 rayons.

Elle place tous les verres sur les 7 rayons.

Sur chaque rayon, elle met un verre de moins que sur le rayon précédent.

**Combien y a-t-il de verres sur chaque rayon ?**

*Figure 1 : exemple d'un énoncé de problème utilisé dans l'étude*

cette banque de problèmes.

Parmi les sept enseignantes spécialisées participant à la recherche, trois travaillaient dans des écoles spécialisées, une dans une classe spécialisée au sein d'un établisse-

ment ordinaire et trois autres dispensaient du soutien à des élèves scolarisés en classes ordinaires. Leurs élèves étaient considérés comme ayant des difficultés scolaires ou diagnostiqués comme présentant une déficience intellectuelle. Les enseignantes se sont toutes filmées pendant la réalisation d'au moins deux séances de résolution de problèmes mathématiques avec leurs élèves (groupes composés de trois à huit élèves). Après retranscriptions sous forme de verbatim, elles ont procédé à l'analyse des interactions enseignante élèves à l'aide de catégories élaborées suite à la phase exploratoire de l'étude (voir modèle d'analyse dans la quatrième partie de l'article). L'analyse globale des données récoltées par les sept participantes est actuellement en cours. Toutefois, les analyses réalisées par chacune d'entre elles au sujet de leur étayage à l'aide des catégories fournies mettent en lumière des résultats préliminaires qui ont permis de consolider un modèle d'analyse de l'étayage présenté au point suivant.

#### **PRÉSENTATION D'UN MODÈLE D'ANALYSE DE L'ÉTAYAGE**

Le modèle d'analyse est illustré par le schéma ci-après (figure 2). Nous distinguons deux grands niveaux d'intervention pour l'enseignant lorsqu'il utilise une démarche de résolution de problèmes : celui des aménagements préventifs, et celui des étayages plus spécifiques dans les interactions enseignant élève. La dimension préventive concerne tous les aménagements susceptibles de venir en aide aux élèves à un moment ou un autre de la situation d'apprentissage. Elle est très proche du premier niveau d'étayage nommé « ressources environnementales » par Anghileri (2006). Elle concerne les éléments de l'environnement didactique mis à disposition des apprenants confrontés à des déséquilibres inhérents à la démarche d'enseignement par la résolution de problèmes. On peut classer ces aménagements selon quatre entrées :

- choix et analyse du problème ;
- diversité des supports de langage concernant la consigne de l'énoncé du problème ;
- choix du matériel mis à disposition de

tous les élèves ;

- organisation des espaces de travail et des dispositifs sociaux de travail.

Cette dimension préventive représente une intervention passive dans le processus d'enseignement. On peut néanmoins la considérer comme un étayage du fait de son rôle intentionnel dédié à l'adaptation à un déséquilibre induit par la situation problème. Lorsque les choix environnementaux sont pensés non seulement en fonction des contraintes externes (programme, degré de scolarité, effectifs) mais également en fonction des contraintes liées aux particularités des élèves, et que ces environnements sont ajustés à leurs ressources et à leurs difficultés, on peut considérer que ces choix sont étayants.

Le deuxième niveau de l'intervention enseignante est consacré aux étayages plus spécifiques qui concernent des interactions enseignant élève(s) ciblées en fonction des besoins des élèves. Deux fonctions générales sont distinguées : d'une part les étayages ayant pour but de soutenir l'investissement des élèves dans la tâche et d'autre part les étayages visant à soutenir le processus de résolution du problème. Les étayages centrés sur l'investissement de l'élève, comprennent :

- l'enrôlement (engagement de l'intérêt et de l'adhésion des élèves pour la tâche)
- le maintien de l'attention (maintien des élèves dans la poursuite de la tâche)
- l'apaisement de la relation (féliciter, encourager et réguler les interactions entre les élèves)
- le relâchement (encourager l'autonomie des élèves)

Les étayages centrés sur le processus de résolution de problèmes englobent :

- la structuration (séquencer la résolution en étapes et les organiser, valider des solutions intermédiaires)
- les aides à la représentation (faire des adaptations langagières telles que des clarifications lexicales, ou des reformulations, s'appuyer sur un registre de représentation autre que verbal tel qu'un dessin, un schéma ou du matériel, et inciter à repérer les caractéristiques déterminantes du problème et celles qui ne le sont pas)
- la transmission (faire une démonstration et/ou imposer une démarche ou une stratégie, donner la réponse ou une partie de réponse)
- l'activation de la métacognition (amener les élèves à verbaliser leurs stratégies et raisonnements, amener les élèves à comparer et analyser leurs stratégies et raisonnements).

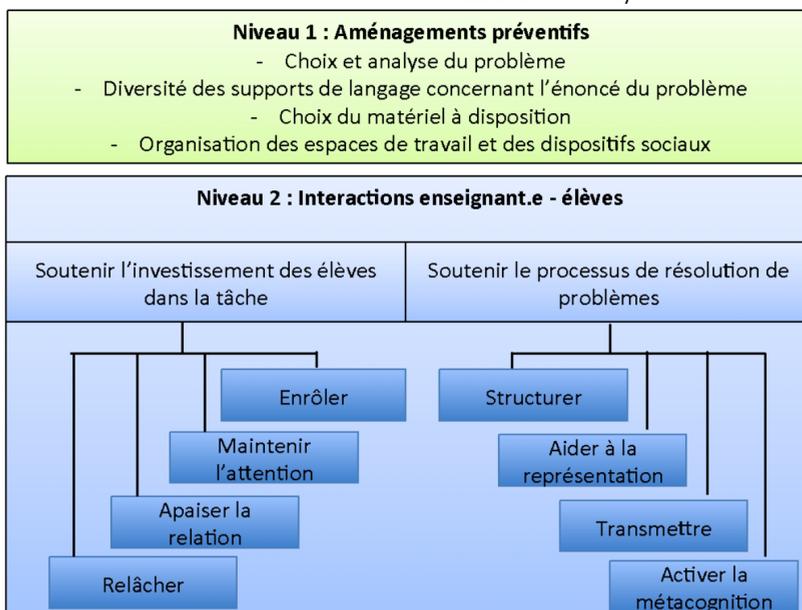


Figure 2 : Schéma d'organisation des deux niveaux d'intervention enseignante

## CONCLUSION

Quelques constats préliminaires ont émergé lors de l'utilisation de ce cadre d'analyse par les sept enseignantes spécialisées participant à cette étude. Pour commencer, le premier niveau de l'étayage « aménagements préventifs » paraît essentiel. Alors qu'au départ de l'étude nous avons proposé aux participantes un modèle d'analyse centré uniquement sur les interactions enseignant élèves, l'examen des séquences a mis en évidence que la première dimension était difficilement dissociable de l'étayage fourni aux élèves dans les interactions. A ce titre nos travaux rejoignent la conception élargie de l'étayage proposée dans la littérature anglophone (Anghileri, 2006 ; Ge & Land, 2004 ; Puntambekar & Hübscher, 2005 ; Sherin et al., 2004 ; Stone, 1998). Dans le cadre de cette étude, le choix du problème et la qualité de l'analyse a priori menée par les enseignantes semblent en effet avoir joué un rôle important dans le calibrage des étayages interactionnels au cours de la résolution de problèmes en leur permettant d'anticiper les besoins de structuration et d'aide à la représentation chez les élèves. L'analyse des séquences a également mis en évidence qu'un choix peu judicieux de matériel ou un dispositif social impliquant un placement inapproprié des élèves pouvait faire échouer certains étayages fournis dans les interactions, pourtant tout à fait pertinents, tels que des aides à la représentation visuelle. Nos résultats préliminaires suggèrent par conséquent que fournir un étayage adéquat à des élèves présentant des difficultés importantes en résolution de problèmes requiert une attention toute particulière à ces aménagements préventifs.

Notre modèle semble être un outil pertinent pour l'analyse des pratiques et des gestes professionnels. Il facilite notamment une prise de distance réflexive et permet d'identifier certaines stratégies d'étayages encore insuffisamment exploitées ou maîtrisées. A ce titre, un constat relativement récurrent qui émerge de l'analyse des séquences est l'insuffisance des étayages visant à activer la métacognition, autrement dit à générer

un discours réflexif chez les élèves. Pourtant il s'agit là d'une composante importante d'un enseignement efficace en mathématiques auprès d'élèves ayant des difficultés d'apprentissage (Gersten et al., 2009). Tanner et Jones (2000) parlent de style d'étayage réflexif pour décrire les enseignants qui arrivent à générer un discours réflexif chez leurs élèves non seulement au cours de leurs actions, mais aussi au sujet de leurs actions. Ces étayages interviennent généralement à la fin d'activités de résolution de problèmes mathématiques ou à la fin d'étapes-clés de l'activité. Ils favorisent l'apprentissage de stratégies métacognitives pouvant être transférées à d'autres situations de résolution de problèmes.

Nous poursuivons désormais nos travaux d'analyse des séances animées par les sept participantes afin d'aboutir à une compréhension plus approfondie des étayages fournis en contexte de résolution de problèmes mathématiques auprès de groupes d'élèves ayant des difficultés marquées dans ce domaine.

## Références

- Anghileri, J. (2006). Scaffolding practices that enhance mathematics learning. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 9(1), 33-52.
- Bruner, J. S. (1983). La conscience, la parole et la zone proximale : réflexions sur la théorie de Vygotski. In J. S. Bruner (Ed.), *Savoir faire, savoir dire* (pp. 281-292). Paris: PUF.
- Dias, T. & Tièche Christinat, C. (2011). Milieu des situations didactiques dans l'enseignement spécialisé. Consulté le 10 mars 2013 dans [http://www.convegnodas.dfa.supsi.ch/wp-content/uploads/2011/04/DIAS-TIECHE\\_milieu-des-situations-mathematiques-dans-lenseignement-specialise.pdf](http://www.convegnodas.dfa.supsi.ch/wp-content/uploads/2011/04/DIAS-TIECHE_milieu-des-situations-mathematiques-dans-lenseignement-specialise.pdf)
- Dias, T. (2014). Des mathématiques expérimentales pour révéler le potentiel de tous les élèves. *La nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation*, 1(65), 151-161.
- Demonty, I. & Fagnant, A. (2014). Tâches complexes en mathématiques : difficultés des élèves et exploitations collectives en classe. *Education et francophonie*, 42(2), 173-89.
- Ge, X. & Land, S. M. (2004). A conceptual framework for scaffolding ill-structured problem-solving processes using question prompts and peer interactions. *Educational Technology research and Development*, 52(2), 5-22.
- Gersten, R., Chard, D. J., Jayanthi, M., Baker, S. K., Morphy, P. & Flojo, J. (2009). Mathe-

matics instruction for students with learning disabilities: A meta-analysis of instructional components. *Review of Educational Research*, 79(3), 1202-1242.

Puntambekar, S. & Hübscher, R. (2005). Tools for Scaffolding Students in a Complex Learning Environment: What Have We Gained and What Have We Missed? *Educational Psychologist*, 40(1), 1-12.

Rajotte, T., Giroux, J. & Voyer, D. (2014). Les difficultés des élèves du primaire en mathématiques, quelle perspective d'interprétation privilégier ? *Revue des sciences de l'éducation de McGill*, 49(1), 67-87.

Sherin, B., Reiser, B. J. & Edelson, D. (2004). Scaffolding Analysis: Extending the Scaffolding Metaphor to Learning Artifacts. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(3), 387-421.

Stone, C. A. (1998). The Metaphor of Scaffolding: Its Utility for the Field of Learning Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 31(4), 344-364.

Tanner, H. & Jones, S. (2000). Scaffolding for success: reflective discourse and the effective teaching of mathematical thinking skills. *Research in mathematics education*, 2(1), 19-32.

Vygotsky, L. (1985). *Pensée et langage*. Paris : Editions sociales.

Wood, D., Bruner, J. S. & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17, 89-100.

Xin, Y. P., Jitendra, A. K. & Deatline-Buchman, A. (2005). Effects of Mathematical Word Problem - Solving Instruction on Middle School Students with Learning Problems. *The Journal of Special Education*, 39(3), 181-192.