

ANALYSE DES ERREURS EN RÉOLUTION DE PROBLÈMES MATHÉMATIQUES DANS LES CLASSES DE CM1 DE LA CEB DE OUAGA 11 ET LES STRATÉGIES DE LEUR GESTION

Timbila SAWADOGO

École Normale Supérieure, Université Norbert ZONGO, Burkina Faso

Valentin DOAMBA

École Normale Supérieure, Université Norbert ZONGO, Burkina Faso

RÉSUMÉ

L'erreur en situation d'enseignement-apprentissage est un « message » qui interpelle l'enseignant sur les difficultés de l'apprenant. La compréhension des causes et des procédures de production de ces erreurs ne saurait donc passer sous silence (Bachelard, 1999 ; Astolfi, 1997). Notre étude a porté sur l'analyse des erreurs en résolution de problèmes mathématiques au cours moyen (CM) au Burkina Faso. Les résultats des élèves et les pratiques des enseignants en mathématiques montrent que la résolution de problèmes mathématiques est la « bête-noire » des élèves. Malheureusement, la prise en compte de l'erreur par les enseignants lors de la résolution de problèmes n'est pas toujours une réalité dans les CM1 des circonscriptions d'éducation de base (CEB) par les enseignants. À partir de problèmes soumis aux élèves des classes concernées et d'entretiens, nous avons pu cerner les erreurs récurrentes de ceux-ci et les stratégies de leur gestion par les enseignants.

MOTS CLÉS

Résolution de problème mathématique, erreur, pratiques enseignantes, Burkina Faso

ABSTRACT

The error in a teaching-learning situation is a "message" that challenges the teacher about the learner's difficulties. An understanding of the causes and production procedures of these errors can not be ignored (Bachelard, 1999 ; Astolfi, 1997). Our study focused on the analysis of errors in solving mathematical problems in the middle course (MC) in Burkina Faso. Student results and teacher practices in mathematics show that mathematical problem solving is the student's "black-fool". Unfortunately, the inclusion of error in problem-solving exercises is not always a reality in primary school districts (CEBs) by teachers. From the problem presented to the pupils of the classes concerned and interviews, we were able to identify recurrent errors of these and strategies of their management by teachers.

KEYWORDS

Mathematical problem solving, error, teaching practices,

INTRODUCTION

« L'école a ses péchés, la recherche est sa conscience » (Férole, J. & Chevrel, A., 1995). Cette affirmation traduit le rapport entre la recherche en éducation, notamment en didactique et les pratiques scolaires des enseignants. Conscient de cette réalité que nous avons entrepris de nous pencher sur la problématique de l'analyse des erreurs en résolution de problèmes mathématiques à l'école primaire.

Les résultats des élèves et les pratiques des enseignants montrent que la résolution de problèmes mathématiques est la « bête-noire » des élèves. Malheureusement, la prise en compte de l'erreur dans les exercices de résolution de problèmes par les enseignants n'est pas toujours une réalité dans les classes du cours moyen (CM).

La place de l'erreur est indéniable dans le processus d'enseignement-apprentissage. Elle est un « message » qui interpelle l'enseignant sur les difficultés de l'apprenant. La compréhension des causes et des procédures de production de ces erreurs ne sauraient donc passer sous silence. La présente étude se propose d'identifier des causes éventuelles de ces difficultés vécues par les élèves en résolution de problèmes mathématiques et de cerner les stratégies de leur gestion par les enseignants.

1. Problématique

Dans ce paragraphe, nous déclinons le problème de l'étude.

D'une manière générale, le constat dans les écoles primaires est que les mathématiques enregistrent beaucoup d'échecs tant dans les évaluations formatives que celles dites certificatives³³. Les enquêtes d'évaluation des acquis scolaires dirigées par la Direction des Études et de la planification (DEP) de 2005 à 2014 ont également fait ressortir un taux d'échec d'une moyenne de 47 % pour le français contre 42 % pour les mathématiques en l'occurrence la résolution de problèmes mathématiques (RPM)³⁴. Les mathématiques sont considérées comme une discipline rebutée par les élèves (Doamba, 1999 ; Sawadogo, 2000 ; Traoré, 2002) et souvent même par certains enseignants. Le domaine des mathématiques qui expliquerait plus ces échecs serait la résolution de problèmes mathématiques reconnue comme l'exercice de synthèse des disciplines du calcul à l'école primaire.

Malheureusement, lorsqu'il s'agit de réfléchir sur les difficultés liées à la résolution des problèmes mathématiques, beaucoup d'études ont porté sur les méthodes de résolution de problèmes (Sawadogo, 2006 ; Traoré, 2010), d'autres (Sori, 1996 ; Zoungrana, 2006) se sont plus penchées sur les facteurs des échecs dans ce domaine de connaissances et d'autres (Zongo, 2006 ; Savadogo, 2013) sur les compétences à développer dans le processus de résolution des problèmes mathématiques.

³³ Certificat d'Études Primaires (CEP) sanctionnant la fin de l'école primaire et entrée en classe de sixième (6^{ème}) première classe de collège.

³⁴ MEBA, Direction des études et de la planification, Évaluation des acquis scolaires 2006-2007, MEBA, Burkina Faso.

Très peu d'études se sont intéressées spécifiquement à la problématique de l'analyse de l'erreur en résolution de problèmes mathématiques (RPM) à partir de productions d'élèves. Or, dans la « **pratique classe** », une enquête exploratoire nous a permis de comprendre que les pratiques des enseignants sont très loin des réalités didactiques liées à l'analyse des erreurs. Ils ignorent formellement ou négligent littéralement l'importance de l'analyse des erreurs dans le processus enseignement/apprentissage de la RPM.

Par ailleurs, les quelques études qui se sont appesanti sur la problématique de l'erreur ont invariablement porté leur réflexion sur la gestion et/ou l'exploitation de l'erreur en mathématique. La problématique de l'erreur en résolution de problèmes mathématiques sur la base de travaux d'élèves préalablement conçus et analysés a très peu été une préoccupation dans les études. Pourtant, nous estimons qu'en mathématique et mieux en RPM l'analyse de l'erreur doit être un processus à part entière qui s'inscrit dans le processus de la gestion et/ou de l'exploitation des erreurs des élèves en résolution de problèmes. Autrement dit, il faut s'attaquer à la racine du mal à travers un diagnostic des causes des erreurs récurrentes.

C'est fort de tout cela que cette étude a trouvé judicieux de porter la réflexion sur le thème de l'analyse des erreurs en résolution de problèmes mathématiques dans les classes du cours moyen en partant du processus enseignement/apprentissage.

2. Cadre théorique

Dans ce paragraphe consacré aux aspects théoriques de notre étude, nous définissons la notion d'erreur et son entendement dans les courants pédagogiques.

2.1. L'erreur dans l'apprentissage

Définition de l'erreur Pour Daniel Descomps (1999, p.20) l'erreur est considérée comme « un processus non conforme au contrat ». L'erreur témoigne donc des processus intellectuels de l'individu. L'erreur ne caractérise pas seulement le résultat, mais la démarche de prise de décision. Une décision peut être dite causée par une erreur lorsque celui qui a pris cette décision peut la remettre en question, **en regard des conséquences il sait pouvoir lui associer**. L'erreur qualifie la connaissance qui a permis la décision lorsqu'elle est identifiable et identifiée. Pour l'élève, l'interprétation de l'échec en termes d'erreurs nécessite :

- un constat de l'échec du résultat,
- l'attribution de l'échec à des choix qu'il a fait et dont il peut assumer la responsabilité (ce qui implique le rejet de causes comme le hasard, la fatalité, le rejet de la culpabilisation et du dénigrement de soi-même, etc.),
- la recherche d'identification des relations entre choix et résultats,
- une modification de ses choix de manière plus adéquate.

2.2. Du statut de l'erreur à travers les courants pédagogiques

Dans les conceptions transmissives de l'apprentissage, l'erreur est signe d'un travail insuffisant de l'élève qui n'a pas encore pu ou su enregistrer un savoir suffisant pour lui

permettre d'éviter cette erreur. C'est une faute de la part de l'élève et un échec de l'enseignant. Pour traiter l'erreur, le professeur, dans son intervention pédagogique essaie de prévenir les erreurs en mettant des balises là où fréquemment les élèves en commettent (il les met en garde); si un élève est en erreur, le professeur explique, explique à nouveau, punit souvent.

Les behavioristes excluent la survenance de l'erreur. L'approche pédagogique sert à inculquer des comportements, des attitudes, des gestes professionnels, des réactions par le biais de répétitions. L'erreur dans cette vision surviendrait à la suite d'un défaut de planification. Le traitement a priori de l'activité d'enseignement-apprentissage préviendrait les erreurs.

Dans la conception socioconstructivistes de l'apprentissage, l'élève se construit des connaissances à partir de ses connaissances antérieures. L'erreur est perçue comme une manifestation d'une connaissance antérieure mal construite. L'erreur n'est pas due à une absence de connaissance, mais à des connaissances erronées à propos d'un savoir, des connaissances erronées faites de conceptions spontanées ou préconstruites que l'élève s'est fait à propos du savoir. L'erreur est un indicateur du processus didactique de l'élève, des tâches intellectuelles qu'il réalise et des obstacles qu'il rencontre.

Sur le plan de l'élaboration des savoirs eux-mêmes l'erreur est aujourd'hui reconnue comme un moment constitutif de la démarche scientifique et du progrès des connaissances. « Cette perspective d'erreurs rectifiées caractérise à notre avis la pensée scientifique. (...) En revenant sur un passé d'erreurs, on trouve la vérité en un véritable repentir intellectuel. En fait on connaît contre une connaissance antérieure, en détruisant des connaissances mal faites, en surmontant ce qui, dans l'esprit même fait obstacle à la spiritualisation. » (Bachelard, 1983, p. 10).

2.3. De la gestion de l'erreur

L'erreur possède donc une logique et pour y remédier, il faut la découvrir, l'analyser en vue d'élaborer des stratégies de remédiation adéquates.

La remédiation d'une erreur du type obstacle nécessite qu'il soit créé un conflit cognitif (confrontation entre les conceptions antérieures de l'élève avec la nouvelle connaissance). Il faut que l'élève soit en situation de rupture cognitive (si des faits ont contredit sa conception et qu'il prend conscience qu'elle doit être abandonnée) pour adopter la nouvelle connaissance.

L'analyse de l'erreur orale ou écrite est intéressante à la fois pour l'enseignant et pour l'élève :

- Pour l'enseignant, l'analyse des erreurs a une double signification :
 - il découvre les démarches d'apprentissage de chaque élève.
 - il différencie sa pédagogie et évalue sa pertinence.

- Pour l'élève, comprendre où et pourquoi il s'est trompé est producteur de savoir. Il découvre son propre fonctionnement, ce qui l'amène à plus d'autonomie

De nombreux auteurs (Cote, 1980 ; Charnay, 1990 ; Brousseau, 2000 ; Artigues, 2009) se sont intéressés à l'erreur dans les domaines mathématiques et les niveaux d'enseignement, établissant des typologies d'erreurs, contribuant à la rendre intelligible en décortiquant les mécanismes de production. Les écarts entre la production de l'apprenant et celle souhaitée par l'enseignant peuvent être attribués à une mauvaise application de connaissances ayant été enseignées et institutionnalisées, à des conceptions erronées de l'apprenant, à des connaissances inappropriées.

La transformation de l'échec en erreur est la condition d'un progrès, d'un apprentissage.

En mathématiques, les erreurs des élèves sont fréquemment attribuées par les enseignants à l'inattention, à l'étourderie, au manque de travail ... Pourtant, le plus souvent, il est possible de les analyser et de leur trouver des causes plus profondes. Certaines erreurs ne sont pas significatives mais d'autres, souvent récurrentes, doivent attirer l'attention de l'enseignant. (Berté, A. et al. 2013).

Brousseau (2000, p. 15) souligne que pour traiter l'erreur en mathématique, que ce soit par le professeur, par l'élève ou par l'environnement, il est nécessaire de lui attribuer un statut et une origine.

3. Une vision socioconstructiviste dans notre approche de l'erreur

Les erreurs sont diversement appréhendées par les différents courants pédagogiques et didactiques. Ainsi, ceux-ci proposent-ils chacun à sa manière un cadre théorique prenant en compte l'erreur dans son rapport aux apprentissages scolaires.

Pour le constructivisme piagétien, l'individu est programmé pour acquérir les connaissances par « construction » et dans un ordre à condition que le milieu fournisse les stimulations nécessaires au moment voulu (Raynal et Rieunier, 1997, p. 90). L'erreur est positivement appréciée puisqu'elle renseigne sur les processus mentaux de l'élève. C'est pourquoi il est de plus en plus reconnu qu'au sens constructiviste, l'erreur dérive d'une logique que seul l'élève appréhende ou souvent même ignore.

Le socioconstructivisme met en pole position le rôle de l'environnement social dans l'acquisition des connaissances. Dans ces conditions, les élèves s'inspirent des erreurs de leurs camarades pour mieux comprendre les problèmes et les résoudre en toute autonomie. C'est par là qu'ils peuvent apprendre à dédramatiser l'erreur et à démythifier les mathématiques et par ricochet la résolution des problèmes mathématiques.

4. Aspects méthodologiques

Nous avons utilisé une approche qualitative de recherche. La population d'enquête comprend principalement les élèves de la classe de CM1et et des personnes ressources. Les

élèves des classes du cours moyen première année d'une circonscription d'éducation de base (CEB) de la ville de Ouagadougou, celle de Ouaga 11 constitue le groupe d'élèves concerné par l'enquête. Le choix de niveau fut motivé par le fait qu'il est une classe d'initiation à la résolution de plusieurs types de problèmes dont le problème multiplicatif au sens de Gérard Vergnaud retenu comme support d'analyse dans la présente étude³⁵.

Les personnes ressources quant à elles regroupent respectivement les enseignants, les directeurs d'écoles et les encadreurs pédagogiques de la CEB Ouaga 11.

De façon pratique, l'étude a procédé à l'identification des erreurs récurrentes et significatives commises par les élèves en résolvant le problème proposé, puis à déterminer les causes possibles des erreurs commises à partir du processus enseignement/apprentissage avant de proposer des stratégies de gestion de ces erreurs. Pour parvenir à ces résultats, l'étude s'est munie d'un cadre méthodologique qualitatif.

Faute de pouvoir prendre en compte toute la population d'enquête pour des raisons d'ordre pratique, l'étude a procédé à un échantillonnage stratifié. L'échantillonnage des écoles puis celui des élèves à enquêter. Le choix des (06) écoles a été fait à partir de trois critères précis que sont le taux d'échec en RPM, la présence de classes de CM1 et la disponibilité des enseignants pour les entretiens.

Pour la constitution de l'échantillon des élèves dans ces six écoles, la technique de choix aléatoire a été jugée nécessaire puisqu'elle assure une équiprobabilité à tous les élèves d'être interrogés. Mais pour des raisons de faisabilité, trois (03) élèves par école et par classe ont été retenus.

Les enseignants des classes retenues ainsi que leurs directeurs respectifs sont d'office choisis pour les entretiens autour de la gestion des erreurs dans cette étude. Pour le choix des encadreurs, le chef de la circonscription d'éducation de base et trois conseillers pédagogiques itinérants sur les cinq se sont prêtés aux questions des guides d'entretien.

La spécificité de l'analyse des erreurs en didactique des mathématiques a également permis d'inscrire cette étude dans l'esprit de la démarche inductive.

Pour opérationnaliser ces deux types d'approches, l'étude s'est servie de techniques d'analyse des erreurs d'une part et des outils de collectes de données d'autre part.

Les techniques d'analyse ont concerné spécifiquement l'analyse *a priori* et l'analyse *a posteriori*. L'analyse *a priori*, un des moyens de l'ingénierie didactique, consiste à construire un processus d'apprentissage d'un contenu fixé en s'appuyant sur des hypothèses théoriques, à faire une analyse *a priori* des effets possibles, à observer les effets produits et à les comparer aux prévisions. C'est ainsi que très vite la notion d'ingénierie didactique s'est transportée au sein même de la recherche (Artigues & Douady, 1985). Si l'analyse *a priori* se singularise par son caractère descriptif et prédictif des erreurs, l'analyse *a posteriori* quant à elle s'appuie sur

³⁵ MEBA/DGRIEF. (2010). Mathématiques CM1 et CM2. Livre de l'élève

le contenu de l'analyse *a priori* et les résultats issus du problème multiplicatif traité par les élèves pour mettre en évidence les écarts éventuels.

Pour ce qui est des outils de collectes de données, un guide semi directif et un guide d'explicitation ont respectivement été soumis aux élèves après la leçon pratique et le test sur le problème mathématique.

Les enseignants concernés ont également été soumis à un guide semi-directif après la séance pratique en RPM. Par contre un guide directif a été adressé aux directeurs et aux encadreurs.

Par ailleurs, des grilles d'analyse des cahiers de devoirs et de brouillons ainsi que les grilles d'observation des leçons ont complété les contenus des guides dans l'analyse du fait de l'étude.

Le dépouillement des données s'est fait manuellement et nous a permis de prendre en compte les données chiffrées dans des tableaux et de faire une analyse de contenu des réponses des enquêtés issues des différents guides et grilles utilisés qui constituent l'essentiel des résultats atteints de la présente étude.

5. Résultats de l'étude

5.1. L'analyse *a priori* du problème soumis aux élèves

Voici le problème posé aux élèves des classes de CM1 :

Problème : Un commerçant a vendu 87,50 mètres de tissus. Combien gagne-t-il si le mètre de tissu vaut 850 F ?

Procédures de résolution du problème

Procédure n° 1 : Je calcule ce qu'il gagne : $850 \text{ F} \times 87,50 = 74\,375 \text{ F}$

Ou encore

Procédure n° 2 : Je calcule d'abord le prix des 87 mètres de tissu :

$$850 \text{ F} \times 87 = 73\,950 \text{ F}$$

Je calcule maintenant le prix des 0,5 mètres de tissu restant

$$850 \text{ F} \times 0,50 = 425 \text{ F}$$

Je calcule enfin le gain du commerçant

$$73\,950 \text{ F} + 425 \text{ F} = 74\,375 \text{ F}$$

À travers ce problème, nous cherchons à comprendre les erreurs liées au transfert des notions et des outils de l'arithmétique en résolution de problèmes mathématiques. Activité centrale en mathématique dans les écoles primaires, le contenu des problèmes est généralement une synthèse d'éléments ou mieux une combinaison de notions d'autres disciplines en l'occurrence les disciplines du calcul : l'arithmétique, le système métrique et la géométrie. Le présent problème contient des notions et des outils relatifs à l'arithmétique. Il s'inscrit ainsi dans l'esprit de la classification de Vergnaud (1981, 1983) des problèmes multiplicatifs par sa structuration et les relations qu'entretiennent ses différents éléments. Un problème multiplicatif est un problème arithmétique simple qui nécessite pour sa résolution que nous fassions appel à des opérations sur les nombres et sur leurs propriétés.

L'analyse de ce problème s'est faite selon le plan suivant : les savoirs et savoir-faire en jeu, les procédures de résolution, les difficultés éventuelles des élèves, les erreurs possibles et les causes probables. Deux types de procédures de résolutions du problème ont été prévus. Pour sa résolution, il est donc attendu de l'enfant qu'il mobilise des savoirs sur le sens de la multiplication, c'est-à-dire la recherche d'un produit de deux nombres, ainsi que des savoirs procéduraux sur les techniques des opérations de la multiplication des nombres entiers avec des nombres décimaux. Mais pour y arriver l'élève doit être à mesure d'investir sans aucune erreur les contenus des tables de multiplication et de se munir de procédures bien appropriées. L'élève peut procéder par exemple à une représentation de la situation-problème de la façon suivante :

$$\begin{array}{l} 1\text{mètre} = 850 \text{ F} \\ \swarrow \quad \searrow \\ \cancel{87,50 \text{ mètres}} = ? \text{ F} \end{array}$$

Ce qui donne dans la pratique : $850 \text{ F} \times 87,50 \text{ mètres} / 1\text{mètre}$. Toutefois, bien poser l'opération n'est pas suffisant dans l'esprit de la résolution de ce problème. Il faut que l'élève parvienne à adjoindre dans la résolution de cette opération du problème, la technique opératoire de la multiplication, la gestion des zéros inutiles, des retenues et des virgules. Juste pour dire que des procédures multiplicatives : le calcul de l'algorithme et l'utilisation adéquate des tables sont nécessaires ici.

Il était prévu par ailleurs que les élèves pouvaient commettre des erreurs liées au sens de la multiplication et à l'usage adéquat des techniques opératoires du produit à calculer.

Pour Brousseau (1982a), un champ de problèmes peut être engendré à partir d'une situation par la modification des valeurs de certaines variables qui, à leur tour, font changer les caractéristiques des stratégies de solution (coût, validité, complexité, etc.) [...] Seules les modifications qui affectent la hiérarchie des stratégies sont à considérer (variables pertinentes) et parmi les variables pertinentes, celles que peut manipuler un professeur sont particulièrement intéressantes : ce sont les variables didactiques. ». Ainsi ressort-il qu'au regard des variables didactiques³⁶ (Brousseau, 1982a) contenues dans ce problème, les erreurs

³⁶ Variables numériques (décimaux).

liées à l'emplacement de la virgule, les opérations mal calculées c'est-à-dire les erreurs de tables de multiplication, le non décalage des produits intermédiaires, la mauvaise gestion des retenues et des zéros sont susceptibles d'être commises par les élèves (Brun, J. &al. 1994).

Par ailleurs, toutes ces erreurs probables trouvent l'essentiel de leurs sources ou causes dans le processus enseignement-apprentissage de la RPM dans les CM1 de la CEB de Ouaga 11.

Pour pouvoir vérifier le contenu de l'analyse a priori, le problème fut soumis aux élèves de l'échantillon d'étude.

5.2. L'analyse a posteriori

L'analyse des copies des élèves nous a permis de relever les erreurs des élèves dans leur tentative de résolution de ce problème. Le tableau ci-dessous résume l'essentiel du contenu des productions des élèves relativement aux erreurs qu'ils contiennent et leurs fréquences d'apparition.

Tableau 1
Types d'erreurs et leurs fréquences d'apparition

Types d'erreurs	Fréquences en %
Les erreurs de table de multiplication	55,55
Les retenues non prises en compte	5,55
Le sens de la multiplication	5,55
Le mauvais emplacement de la virgule dans le résultat final	0,00
Le non décalage des produits intermédiaires	0,00
Autres types d'erreurs	0,00

À la lecture de ce tableau, il est à retenir que trois types d'erreurs ont été retrouvés sur les copies des élèves. Ainsi dans l'ordre décroissant de leur fréquence d'apparition, nous

avons 55,55 % pour les erreurs de tables de multiplication, 5,55 % pour le sens de la multiplication et 5,55 % pour les retenues non prises en compte dans les calculs.

Au regard du fort taux des erreurs de tables de multiplication et de l'effet de la non maîtrise de ces tables sur la qualité des résultats des problèmes multiplicatifs en mathématique, l'analyse des erreurs liées aux tables a été priorisée dans cette étude. Nous partons du principe que si l'élève ne maîtrise pas du tout les tables, ses efforts en résolution de problèmes seront tout simplement voués à l'échec. Mais quelles peuvent être les sources ou les causes de ces erreurs de table de multiplication ?

À ce niveau, force est de constater que le processus enseignement-apprentissage semble être tout indexé comme un facteur générateur d'erreurs en résolution de problème dans les CM1 de la CEB de Ouaga 11. En effet, l'analyse indexe les pratiques enseignantes en gestion des éléments des tables de multiplication en situation de RPM et l'incapacité des élèves à faire un usage approprié de l'addition réitérée dans les problèmes multiplicatifs comme étant les causes ou les sources probables des erreurs en RPM dans les CM1 de la CEB de Ouaga 11.

À la suite de l'analyse du test des élèves, il a été procédé à l'analyse a posteriori. Le contenu de cette analyse a situé sur les erreurs de tables de multiplication susceptibles d'être analysées et a permis par la suite de proposer des stratégies de gestion de ces erreurs.

À cet effet, trois profils de résolution d'élèves dont les productions sont significatives et donnent une vision holistique de toutes les erreurs de tables de multiplication commises par les élèves des CM1 soumis au test ont été retenus puis décrits.

L'entretien avec les acteurs fut abondamment utilisé pour comprendre les causes ou les sources de ses erreurs de tables de multiplication. Cela a donné l'occasion de comprendre que ces erreurs proviennent d'une part des élèves par le mauvais usage de l'addition réitérée pour retrouver les tables de multiplication en situation de RPM. D'autre part, les causes dérivent des pratiques enseignantes par le mode d'enseignement inapproprié des éléments des tables, les conditions d'apprentissage inopérantes proposées par les enseignants et enfin par l'absence de stratégies d'apprentissages des tables facilitant leur mémorisation.

5.3. De la gestion des erreurs par les enseignants

Les séances de résolution de problèmes mathématiques pratiqués par les enseignants ont été observées dans cette étude pour mieux appréhender le rapport existant entre le processus enseignement-apprentissage en usage dans les classes et la problématique de la gestion de l'erreur. Le tableau ci-dessous nous en donne à cet effet les détails d'une telle réalité.

Tableau 2
Appréciation des activités des enseignants et des élèves lors des six (06) séances

Les activités de l'enseignant et de	Echelle d'appréciation	
-------------------------------------	------------------------	--

l'élève en classe	Jamais	Rarement	Souvent	Toujours	Total
Le maitre prépare sa leçon	0	4	2	0	6
Le maitre applique une démarche	0	1	1	4	6
Les élèves se servent de procédures	0	0	2	4	6
Le maitre détecte les erreurs des élèves	1	2	3	0	6
Les élèves discutent entre eux sur les sources éventuelles de leurs erreurs	4	2	0	0	6
Les élèves verbalisent leurs erreurs	5	1	0	0	6
Le maitre propose des stratégies de gestion	4	1	1	0	6

De ce tableau, il ressort que les enseignants préparent rarement les séances de résolution de problèmes. Il ressort aussi que les élèves se servent généralement de procédures de résolution. La moitié des enseignants font l'effort de détecter l'erreur de l'enfant mais force est de constater que les occasions d'échanges entre les élèves sur les sources de leurs erreurs et la verbalisation sont pratiquement inexistantes dans les classes observées. Ces échanges sont nécessaires pour permettre à l'élève d'énoncer les décisions qu'il a prises qui ont pu conduire à l'échec du résultat. Ils permettent du même coup à l'enseignant d'identifier les connaissances inadaptées que l'élève a utilisées, pour les déconstruire et permettre à l'apprenant de construire la connaissance adaptée. La fécondité de ces échanges en termes de construction, de déconstruction et de reconstruction des connaissances nous permet de conclure volontiers que les pratiques enseignantes ne sont pas de nature à aider l'élève à réussir en résolution de problèmes mathématiques.

Nous avons eu des entretiens avec les enseignants titulaires des classes où les cours ont été observés. Les questions ont porté sur les stratégies qu'ils utilisent pour l'enseignement de la résolution des problèmes mathématiques et la gestion des erreurs des élèves. Il ressort de ces entretiens que ceux-ci ne privilégient pas la schématisation (modélisation) dans l'apprentissage de la résolution de problèmes. A ce propos, un des enquêtés dira : « *la schématisation est difficile à faire par les enfants. Donc je préfère les faire comprendre vite et autrement le problème que de s'attarder sur des détails encombrant l'esprit des enfants* ». Ces propos, il faut l'admettre, dénotent d'une situation où les procédures de résolution par la schématisation sont très peu valorisées. Pourtant à notre sens la représentation et la modélisation d'un problème passe par sa représentation schématique ou graphique. A la question de savoir comment parviennent-ils à leur faire comprendre autrement sans la

schématisation ? La réponse est sans ambages : « *il faut leur expliquer le problème et si possible trouver d'autres problèmes semblables déjà traités pour leur faire saisir le sens du problème en question* ». A notre sens, l'explication pour être efficace doit s'appuyer sur un support et nous pensons que la schématisation en est un. Pourquoi donc s'en passer et croire surtout par ailleurs que la comparaison avec d'autres problèmes semblables aideraient à mieux comprendre surtout que très généralement la structure d'habillage des problèmes peut même induire en erreur.

Au rang des stratégies citées pour la gestion des erreurs, les enseignants proposent la multiplication activités de RPM, l'application de problèmes semblables, la proposition des problèmes ouverts et des problèmes de maison. A la lecture de ces propositions, force est de constater que nous n'avons là que des conseils, mais pas de stratégies en tant que telles à même d'aider à juguler l'erreur. Ce faisant, leur efficacité dans la gestion de l'erreur n'est pas évidente. Multiplier les cas par exemple ne fait pas avancer l'apprenant dans sa conception erronée du fait mathématique. Appliquer le même problème c'est cultiver des automatismes certes mais pas la culture de la réflexion pourtant très chère à l'esprit de la RPM. Les problèmes de maisons ne sont efficaces en gestion des erreurs que lorsqu'ils sont corrigés et traités conséquemment. Les enseignants eux-mêmes reconnaissent que les parents ne jouent pas leur rôle de suivi à la maison. Comment gèrent-ils spécifiquement les erreurs liées aux notions de l'arithmétique en RPM ? Il ressort de leurs réponses, les mêmes stratégies ci-dessus énumérées avec quelques variantes. Ainsi, l'un d'eux a ajouté que la gestion des tables, par exemple, se fait individuellement au fur et à mesure que nous avançons dans le programme.

5.4. Des stratégies proposées

Partant alors du fait que le processus enseignement- apprentissage de la RPM dans les CM1 de la CEB de Ouaga 11 est à la base des erreurs des tables de multiplication, il était de bon aloi de proposer des stratégies de gestion de ces erreurs.

L'analyse des sources ayant révélé deux niveaux de responsabilité, conséquemment deux niveaux de remédiation sont nécessaires pour la gestion de ces erreurs :

5.5. Les stratégies de gestion au niveau des élèves

Il a été constaté dans les réponses des apprenants au problème posé des $7 \times 5 = 30$ alors que le même élève trouve que $5 \times 7 = 35$. La méconnaissance de la table de multiplication par 7 est doublée de celle du sens de la multiplication. Nous recommandons alors aux enseignants de proposer des activités donnant du sens à la multiplication comme addition réitérée puis dans un second temps la déduction des résultats des tables par le décompte de 2 en 2 ou de 3 en 3 par exemple pour installer la notion de réitération.

5.6. Les stratégies de gestion des erreurs au niveau des enseignants

Pour les erreurs liées au mode d'enseignement inapproprié des tables par la mémorisation sans logique, nous avons proposé la stratégie d'apprentissage des tables de Charnay et Aberkane Cerquetti (2012). L'objectif de ces deux stratégies est d'aider l'élève à mémoriser peu et à retrouver plus vite les éléments de tables de multiplication.

Pour ce qui des erreurs relatives au **mode d'enseignement inapproprié des tables par l'appréciation et la verbalisation inadéquates des erreurs**, nous suggérons que le modèle d'appréciation des problèmes multiplicatifs par les enseignants situent les élèves sur l'élément de la table qui fait défaut.

Nous suggérons en plus de cultiver la verbalisation ou le réflexe de l'auto-évaluation de l'erreur de table chez les élèves.

Concernant les erreurs liées aux **conditions d'apprentissages proposés par les enseignants**, nous proposons un apprentissage des tables qui a un sens pour les enfants. Cela facilitera à coup sûr la mémorisation. Ce type d'erreur recommande également un enseignement systématique des tables puis de les faire recopier en mettant en évidence les caractéristiques de chaque table.

Elle nécessite enfin une solution dans l'appréhension par les élèves du lien réciproque entre le calcul mental et la RPM multiplicatif.

Enfin les erreurs relatives à **l'absence des stratégies d'apprentissage des tables** chez les élèves se résolvent par la construction et l'utilisation à bon escient de la table de Pythagore.

L'efficacité de cette table est sa simplicité à retrouver sans trop de peine les éléments des tables et son impact cognitif et surtout socioaffectif. En effet, elle donne l'impression à l'apprenant de participer à la construction des connaissances en mathématique en découvrant lui-même les éléments des tables de multiplication en situation de RPM.

De même, une sensibilisation et un renforcement des capacités des enseignants dans l'analyse et la gestion des erreurs seront d'une grande importance.

CONCLUSION

Cette étude a permis de mettre en évidence les erreurs des élèves en RPM dans les CM1 de la CEB de Ouaga 11. Elle a permis à cet effet de se pencher spécifiquement sur la problématique de l'analyse systématique des erreurs en RPM à partir de production d'élèves. Pour faciliter cette analyse, l'étude a recouru à un dispositif méthodologique avec une analyse principalement qualitative et inductive en se servant d'une technique d'analyse a priori et a posteriori d'un problème test de type multiplicatif.

Il est ressorti que les erreurs de tables de multiplication sont les plus récurrentes lors de la résolution dudit problème par les élèves. Les sources, quant à elles, impliquaient autant les élèves que leurs enseignants dans le processus enseignement-apprentissage de la RPM.

C'est pourquoi, au niveau des élèves, les stratégies de gestion proposées recommandent de clarifier le sens de la multiplication et de faire apprendre les techniques facilitant l'application de l'addition répétée dans les problèmes multiplicatifs sans oublier de se servir du calcul mental comme tremplin à l'application adéquate de l'addition répétée.

La remédiation chez les enseignants est principalement didactique. Autrement dit, ce sont les dispositifs d'enseignement des tables qui doivent être revus fondamentalement. Il faut en réalité proposer aux élèves des stratégies qui leur permettent de retrouver facilement les éléments des tables de multiplication sans avoir forcément à les mémoriser tous azimuts et sans aucune logique. La construction et l'utilisation à bon escient de la table de Pythagore est un exemple parmi tant d'autres pour retrouver les tables et réussir conséquemment les problèmes multiplicatifs dans les CM1 de la CEB de Ouaga 11.

Toutefois, cette étude n'est qu'une ébauche d'une contribution avec ses forces et ses faiblesses éventuelles. Des études ultérieures pourraient la compléter ou la parfaire en prenant en compte ses insuffisances ou certains aspects des erreurs en RPM qu'elle n'a pas pu mettre en évidence.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ARTIGUE et DOUADY (1985), La didactique des mathématiques en France, Revue Française de Pédagogie n° 76.
- ARTIGUES, M. (2009). Le rôle de l'erreur en mathématiques; Tangente Éducation n° 7.
- ASTOLFI, J P. (1997), L'erreur, un outil pour apprendre, Paris, ESF.
- BACHELARD, G. (1999), La formation de l'esprit scientifique, Paris, Vrin.
- BERTE, A. et al. (2013). L'erreur dans l'apprentissage des mathématiques, Petit x N°93, IREM de Grenoble.
- BROUSSEAU, G. (2000). Les erreurs des élèves en mathématiques : étude dans le cadre de la théorie des situations didactiques; « petit x » n° 57, pp. 5-30.
- BRUN, J., CONNE, F., LEMOYNE, G. & PORTUGAIS, J. (1994). La notion de schème dans l'interprétation des erreurs des élèves à des algorithmes de calcul écrit. Cahiers de la recherche en éducation , 1(1), 117–132. doi:10.7202/1018326ar .
- CHARNAY R. (1989-1990). Les enseignants de mathématiques et les erreurs de leurs élèves, Grand N, n° 45, pp. 31-41, IREM de Grenoble.
- COTE B. (1980) L'analyse d'erreurs, pour comprendre la démarche d'apprentissage des élèves, Bulletin AMQ, Vol. 20, na 4, pp.10-16.
- FEROLE, J., CHEVREL, A. (1995) Transformer l'école. 210 propositions pratiques, Paris, Hachette livre.

- MEBA/DGRIEF. (2010). Mathématiques CM1 et CM2. Livre de l'élève.
- SAVADOGO; B. (2013). Contribution des stratégies métacognitives à l'amélioration des compétences des élèves en résolution de problèmes mathématiques à l'école primaire », Mémoire de fin de formation des Inspecteurs du Premier Degré, Ecole Normale Supérieure/Université de Koudougou.
- SORI , S. (2006). Causes des échecs des élèves des Cours Moyens en résolution de problèmes mathématiques à l'école élémentaire : cas de la province de la Comoé », Mémoire de fin de formation des Inspecteurs du Premier Degré, ECAP, 1996.
- TRAORE, L. A. (2010), Stratégies de résolution de problèmes en mathématiques au Cours Moyen (CM) à l'école élémentaire. Mémoire inédit de fin de formation des Inspecteurs du Premier Degré, École Normale Supérieure, Université de Koudougou.
- TRAORE, S. (2002). Gestion des erreurs en mathématique en classe de 4ième au Burkina Faso : cas des régions des Cascades, du Centre, Centre-Ouest et Haut- Bassins, Mémoire de fin de formation des Inspecteurs de l'Enseignement Secondaire, École Normale Supérieure, Université de Koudougou.
- VERGNAUD, G. (1981). L'enfant, la mathématique et la réalité, Problème de l'enseignement des mathématiques à l'école élémentaire, Berne, Peter Lang. 6 éditions.
- ZONGO, J. A. (2006). Les stratégies pour le développement des capacités en résolution de problèmes mathématiques des classes de CE2 et CM2 au Burkina Faso : cas de la CEB de Ouaga 5. Mémoire de fin de formation des Inspecteurs du Premier Degré, École Normale Supérieure, Université de Koudougou.
- ZOUNGRANA, H. (2006). Problématique de l'échec des élèves du CM2 en mathématique dans la résolution de problèmes : Cas de la CEB de Zitenga, Mémoire d'inspecteur de l'enseignement du 1er degré, École Normale Supérieure, Université de Koudougou.