Université d'Ottawa · University of Ottawa

Résolution de problèmes de type additif par les apprenants haïtiens de la troisième année du primaire.

par
Élysée Robert Cadet

Thèse présentée à l'École des études supérieures et de la recherche comme exigence partielle du M.A. en Éducation.

Université d'Ottawa
Janvier 2002

0-612-72754-8

Résolution de problèmes de type additif par les apprenants haïtiens de la 3e année du primaire.

Résumé

La résolution de problèmes arithmétiques alimente depuis le début des années 70 les recherches en didactiques des mathématiques. Les algorithmes de calcul, l'aspect affectif dans l'apprentissage des mathématiques, la compréhension des concepts mathématiques ont notamment reçu une attention particulière ces dernières années. Par ailleurs, des recherches approfondies permettent d'identifier l'absence d'étude faisant ressortir le lien entre compréhension de concepts mathématiques et procédure de résolution de problèmes de type additif.

Se situant d'une part, à un niveau d'âge qui a déjà fait l'objet de recherches en apprentissage des mathématiques et d'autre part, dans un contexte social connu; la présente recherche vise à cerner le processus suivi par l'apprenant haïtien de la troisième année du primaire d'âge normal pour résoudre un problème de type additif. Une revue exhaustive de la littérature appropriée a permis de déduire que l'apprenant du primaire, en situation de résolution de problèmes, se fait une représentation de l'énoncé, laquelle est influencée par la taille des nombres en jeu, le vocabulaire utilisé, la place de la question posée. Cela a permis de dresser une typologie différente de problèmes de type additif selon que l'on se situe au pôle sémantique ou de calcul relationnel. Malheureusement l'état actuel des connaissances n'a pas permis de cerner le processus suivi par l'apprenant pour aboutir à cette représentation. C'est ce que la présente recherche vise à vérifier.

Pour y parvenir, cette recherche a emprunté le modèle de Bergeron et Herscovics (1988), lequel définit de manière satisfaisante le processus mental de l'apprenant en pareille situation. En fonction du principe de la validité convergente, deux instruments ont été utilisés: l'entrevue et les

produits d'activités. De façon sous-jacente, cette expérimentation vise à vérifier l'applicabilité de ce modèle de compréhension de concepts mathématiques auprès de la population ci-dessus identifiée.

Un échantillon représentatif de la population haïtienne constitué de 17 apprenants issus de l'école Ében-Ézer des Gonaïves a été pris au fin de l'expérimentation.

En effet, l'apprenant haïtien de la troisième année du primaire accusant un retard lourd ou léger (Saint-Germain, 1997) semble se conformer à un modèle tacite de résolution de problèmes beaucoup plus proche des phases de résolution de problèmes de Polya.G (1965). Étant le produit d'un enseignement qui privilégie de façon précoce l'abstraction. Les séances d'entrevue et de production écrite réalisées par les apprenants ci-dessus identifiés, ont permis de tirer des résultats épars et dont l'ensemble semble ne pas correspondre à une étape précise de la compréhension des concepts de Bergeron et Herscovics (1988) ou tout au moins paraissait osciller entre l'étape procédurale et abstraite du niveau de la compréhension des concepts logico-physiques. Toutefois, cette déduction paraît conjecturale puisque l'apprenant ne sait pas se servir de matériel manipulable.

Cette recherche demeure d'un grand intérêt, car elle jette une lumière sur un point longtemps obscur dans le milieu scolaire haïtien, le processus suivi par l'apprenant de la troisième année du primaire en situation de résolution de problème de type additif. L'applicabilité du modèle de Bergeron et Herscovics (1988) dans le contexte haïtien reste non éclairante car nos sujets semblent correspondre à un contexte différent de celui de Bergeron et Herscovics (1988). Toutefois, l'universalité du modèle n'est ni infirmée ni confirmée par la présente recherche. Étant de nature descriptive explicative, cette recherche donnera aux chercheurs des pistes d'étude sur le processus suivi par l'apprenant haïtien en situation de résolution de problèmes de type additif.

REMERCIEMENTS

En tout début, je tiens à remercier ma famille pour le soutient constant et illimité qu'elle m'a accordé pendant mes études de maîtrise. Ma femme, Marie Jacques, et mes enfants, Élise et Émmanuel ont souffert et accepté les exigences que ces études ont entraînées dans la vie quotidienne notamment mes longues et fréquentes absences du noyau familial. Je tiens aussi à remercier mes parents et ma famille par alliance pour leur support constant.

Je tiens aussi à remercier le professeur Raynald Lacasse, mon directeur de thèse, pour son assistance, son dévouement, son engagement, son esprit critique et surtout sa compréhension. Sous la pression de nombreux problèmes financiers alors que j'ai observé une longue période de relache, il ne m'a pas abandonné, il a su trouver une formule pour m'encourager et me motiver sans cesse en m'aidant à trouver les voies et moyens pour m'en sortir.

J'adresse aussi mes remerciements aux membres de mon comité de thèse, les professeurs Michel Saint-Germain et Yves Herry pour leur commentaires critiques, leur aide et leurs judicieux conseils.

Mes chaleureux remerciements vont également aux professeur(e)s Marielle Simon et Louis- Gabriel Bordeleau pour leur support constant. Alors que la professeure Marielle Simon m'a guidé dans mes premiers pas dans le monde des chercheurs, le professeur Louis-Gabriel Bordeleau m'a initié au domaine de la psychologie de l'enfance.

Enfin je remercie sincèrement les membres de mon église, mes camarades de cours qui m'ont offert un grand support moral.

Toutes ces personnes qui ont contribué à la réalisation de cette recherche je les remercie sincèrement et je leur dois un tribut de reconnaissance.

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

Table des matières

Introduction

Introduction

La résolution de problème alimente depuis les années 80 les recherches en didactique des mathématiques. La décennie des années 60 a connu la grande vague des mathématiques modernes, ce qui s'est traduit par l'introduction du langage ensembliste et des concepts unificateurs(Bergeron et Herscovics ,1982). Le formalisme exagéré qui a accompagné une telle approche a engendré la réaction des années 70, soit le retour aux habiletés de base, *le back to basics*. Or, des recherches récentes indiquent que ce retour aux habiletés de base n'a pas donné les résultats escomptés. D'autre part, une recherche menée par le *National Assesment of Educational Progress* a comparé les performances de 70 000 élèves évalués entre 1973 et en 1978 et conclut à un constat de décroissance des réussites pendant cinq ans. Cette recherche qui portait sur deux domaines, soit le contenu (nombre et numération, variables et relations, géométrie, mesure, etc.) et les processus, ont été ramenés aux quatre catégories suivantes : les connaissances, les habiletés, la compréhension et les applications. Chaque catégorie suggérait un certain type de processus mental et la classification des exercices utilisés était un peu arbitraire. Toutefois elle permettait d'envisager la diversité des processus reliés à un contenu donné (Bergeron et Herscovics , 1982). Se situant dans le prolongement de ces recherches, il convient de cerner certains processus reliés à une démarche qui faciliterait la résolution.

1- Définition contextuelle

La résolution de problèmes arithmétiques est une des activités scolaires qui mettent notamment en jeu les nombres. Dans un souci d'enseignement-apprentissage, l'enseignant crée des situations-problèmes qu'il soumet aux apprenants. Dans celles-ci, il choisit de disposer l'inconnu sur certaine dimension de la situation et retient un opérateur spécifique pour résoudre le problème. La question qui se pose alors à savoir si les élèves traiteront la situation-problème proposée par l'enseignant comme celui-ci l'a conçue. Autrement dit, " le problème proposé, ou mieux, suggéré par l'enseignant pose-t-il à chaque apprenant la question telle que l'enseignant l'avait prévue? "(Jonnaert, 1994, p.145).

D'autre part, il est frappant de constater que les attitudes des élèves à l'endroit des mathématiques se construisent très rapidement à l'école à partir des expériences de réussite ou d'échec, en fait, dès la troisième année du primaire (Aubé, 1985).

2. La résolution de problème dans le contexte haïtien

En Haïti, l'apprentissage des mathématiques au primaire vise, avant tout, le renforcement des capacités de raisonnement et la mise en pratique de la logique mathématique dans la résolution des problèmes de la vie courante. En classe, des situations-problèmes sont proposées aux apprenants afin d'atteindre l'objectif visé. Très souvent les apprenants semblent épouser des comportements différents face aux situations problèmes qui leurs sont présentées, situation tout à fait normale en fonction du principe de la différence individuelle. Mais, le problème réside dans le fait que la solution trouvée par l'apprenant est souvent en marge de celle souhaitée par l'enseignant. Il nous est quasiment impossible de cerner tous les apprenants haïtiens en situation de résolution de problèmes, eu égard à l'immensité de la tâche et à l'absence presque totale en Haïti, des recherches en résolution de problèmes. Nous nous sommes proposé pour objectif de cerner l'élève haïtien du primaire en situation de résolution de problèmes de type additif. C'est dans ce contexte que s'inscrit cette recherche.

3. Le problème de recherche

La présente recherche s'intéresse de façon particulière à cerner les opérations mentales des apprenants haïtiens de la troisième année du primaire afin d'identifier les processus qu'ils suivent pour arriver à la solution des problèmes de type additif. À cette fin, il convient d'analyser les études antérieures relatives à ces thèmes et d'en extraire la typologie des problèmes additifs, les résultats et les méthodes. Ces éléments permettront d'élaborer la méthodologie de la présente étude et de guider l'analyse des résultats qui incluent des transcriptions d'entrevue.

Chapitre 1

Problématique

Dans le cadre de la présente recherche, il convient de préciser certains termes utilisés et qui doivent être compris selon leur définition contextuelle. En effet, les connaissances mathématiques sont exprimées en mots, symboles ou figures, tandis que les habiletés mathématiques se rapportent à la manipulation routinière et se vérifient par des exercices en présumant que les algorithmes nécessaires avaient été appris et répétés. D'autre part, la compréhension mathématique se rapporte à l'explication et à l'interprétation de la connaissance mathématique, et enfin les applications mathématiques ont trait à l'utilisation de la connaissance, des habiletés et de la compréhension (Nicolas Herscovics et al. ; 1982). Par contre, connaissance, compréhension et habileté interagissent et modèlent le processus de résolution chez l'enfant. Dans un sens plus général et impersonnel, la lecture de l'énoncé répertorie les connaissances de l'enfant dont la sélection est facilitée par la compréhension qui confère l'habileté pour la résolution. Une telle approche ne peut se situer que dans une perspective constructiviste au sens de Kuhn (1983) (in Jonnaert, J.,1996).

Mais, comment définir ce paradigme constructiviste? En effet, le constructivisme abandonne définitivement l'idée d'une connaissance qui soit une sorte de copie conforme de la réalité externe. Ruel (1994) (in Philippe, J., 1996) articule sa réflexion sur le constructivisme autour de deux postulats :

1) Le savoir n'est pas transmissible passivement, il est construit activement par le sujet. La

cognition est une fonction adaptative, elle sert à l'organisation du monde de l'expérience plutôt qu'à la découverte d'une réalité ontologique.

2) Les connaissances sont construites par le sujet à travers les expériences qu'il vit dans son environnement.

Ainsi, les situations proposées à l'école doivent habituer l'élève à questionner sans cesse la viabilité des connaissances. Car, traiter des situations mathématiques, ce n'est pas rechercher des certitudes. Au contraire, c'est accepter le doute, la remise en cause de soi, de ses connaissances et de ses certitudes.

Dans ce contexte, le concept de viabilité est un des mots clés qui témoigne de la précarité des connaissances. Elles risquent toujours de disparaître devant les exigences de nouvelles situations auxquelles elle n'avaient jusqu'à ce jour, pas encore été confrontées.

En effet, l'élève en situation de résolution de problème se trouve en situation d'auto apprentissage qui permet une remise en question de ses connaissances et une viabilité qui touche à tous les aspects du problème. Au point de vue purement numérique la compréhension du nombre chez l'enfant est liée à la situation et englobe en général les niveaux cardinal et ordinal du nombre. Cette théorie a d'ailleurs été consolidée entre autre par Catherine Van Nieuwen Hoven (in Vergnaud, 1990). Cette dernière a présenté les résultats d'une recherche évaluative menée sur les apprentissages numériques de base auprès d'un échantillon d'élèves de classes maternelles et de première primaire. Ses observations ont permis d'établir un lien étroit entre les dimensions ordinales et cardinales des nombres. L'auteure montre clairement la nécessité de placer les apprentissages numériques de base dans des situations pourvues de signification pour les élèves, à l'intérieur desquelles ils peuvent réellement établir un lien entre les deux dimensions : cardinale et ordinale.

D'autre part, Dumont (1994), analysant les stratégies de résolution de problèmes mises en œuvre par des élèves de l'école primaire âgés de huit ans, a conclu à des résultats intéressants en ce sens qu'ils déstabilisent les typologies habituellement utilisées pour analyser et classifier les énoncés de problèmes qui présentent des structures additives et soustractives.

En général, les problèmes présentés à l'élève sont qualifiés de " connectés " selon Bednarz et Janvier (in Schmidt, 1996). Un problème est dit " connecté " quand une relation peut facilement être établie entre deux données connues, induisant alors un raisonnement possible de type arithmétique (s'articulant sur les données connues du problème pour aboutir en fin de processus à la donnée inconnue).

La résolution d'un problème arithmétique sous-entend une procédure arithmétique. Une procédure est jugée ***arithmétique*** lorsqu'à l'analyse, il ressort que le sujet a entrepris une démarche de résolution de type synthétique où, constamment, il a pris appui sur des nombres connus pour effectuer les opérations successives qu'il croyait requises.

En somme un problème en soi ne peut être qualifié d'arithmétique ou d'algébrique seul le mode de résolution peut l'être. La désignation utilisée renvoie à la grille d'analyse de Bednadz et Janvier (in Schmidt. S., (1996) qui en faisant ressortir la structure du problème (par exemple le type de lien établi entre les données connues et inconnues) permet d'identifier des situations qui susciteront davantage de résolution arithmétique ou algébrique (une relation donnée entre deux grandeurs connues permettant d'évoluer du connu vers l'inconnu favorisera, par exemple une démarche de type arithmétique ou synthétique).

Dans un sens restreint, une situation- problème algébrique évoque l'idée d'une procédure algébrique.

En résumé, pour caractériser la résolution de problème, selon Schoenfeld (1985) (in Lacasse, R.1993), il faut tenir compte de 4 dimensions : les ressources , les heuristiques, le contrôle et le système de croyances. Les ressources sont les connaissances mathématiques que possède le sujet et qui peuvent servir à résoudre le problème. Ce sont également les intuitions et les connaissances informelles, les faits, les algorithmes, les procédés non algorithmiques de routine, les conventions de travail dans le domaine concerné.

Les heuristiques sont les stratégies techniques qui permettent de progresser en situation non familière, les règles empiriques telles que : tracer une figure, utiliser une notation appropriée, se servir de problèmes analogues, reformuler les problèmes, travailler à rebours, vérifier à partir de données initiales, ... etc.

Le contrôle est l'ensemble des procédés de décision concernant le choix et la mise en œuvre de stratégies : la planification, l'évaluation et la prise de décision.

Enfin, les systèmes de croyances, l'ensembles des déterminants du comportement individuel à propos de soi, de l'environnement, du contenu spécifique des mathématiques en général.

Par ailleurs , le mot "problème" se prête à des acceptions bien différentes. Il est utile, dans le cadre du présent travail, de savoir quelles sont les situations qui sont proposées aux apprenants du primaire quand il leur est demandé de résoudre un problème. Un problème est un énoncé verbal ou écrit qui contient au moins deux opérateurs (Baruk, 1992). Un problème est également défini comme un énoncé d'un ensemble de données mathématiques et d'une ou de quelques questions nouvelles à résoudre portant soit sur la détermination d'une ou de quelques solutions inconnues qui peuvent en être déduites logiquement. soit sur le choix ou la conception d'une méthode à suivre et la réalisation des tâches à accomplir pour obtenir une ou des données connues (Legendre, 1993). Toutefois, bien que simpliste en apparence, dans le cadre du présent travail le mot problème est vu selon la première acception. Les problèmes additifs sont ceux dont la solution fait intervenir l'addition ou la soustraction. Dans la présente recherche, les mots problème et situation-problème sont synonymes. Compte tenu de la diversité des typologies de problèmes de type additif, de la spécificité de la recherche scientifique et de nos contraintes temporelles, la présente recherche s'intéresse à trois types de problèmes additifs, soit le changement, la combinaison et la comparaison.

L'objectif n'est pas de savoir la capacité de l'apprenant à résoudre tel ou tel type de problème mais le processus qu'il suit pour résoudre une situation-problème de type additif. Ces types de problèmes sont choisis en fonction de leur fréquence dans les manuels haïtiens de mathématique au niveau primaire. L'opération résolution de problème est, pour nous, une démarche méthodique en vue de trouver une réponse à une question préoccupante, de déterminer une façon de parvenir à un résultat désiré; processus qui vise à remédier à une situation embarrassante; résultante des opérations précédentes (Legendre, 1993).

En effet, ce qui caractérise la résolution de problèmes, c'est la capacité à faire appel à des compréhensions et à des connaissances pour généraliser des actions et des solutions, de même que pour utiliser des habiletés intellectuelles de tout ordre. On conviendra que les habiletés généralement mises en cause sont les suivantes: établir les liens, ordonner, organiser, mémoriser, percevoir intuitivement, généraliser, réutiliser. Les activités d'évaluation proposées à l'enfant permettent de vérifier si l'enfant utilise ou non ces différentes habiletés (Bergeron et Herscoviccs, 1989). Ces dernières ne sont vérifiables qu'en regard du processus et non du résultat. D'où notre question de recherche : Quel processus suit un apprenant pour résoudre un problème de type additif ?

Chapitre 2

Recension des écrits

Compte tenu de la pénurie en Haïti des recherches en mathématiques en général et en résolution de problèmes en particulier, il convient d'explorer ailleurs pour identifier des études déjà faites en résolution de problème de type additif. Cette démarche consiste dans un premier temps, à répertorier les typologies de problèmes de type additif, ensuite à passer en revue les études expérimentales qui ont déjà été effectuées et enfin à exposer les méthodologies qui ont été utilisées. L'ensemble permettra de cerner les processus de résolution de problèmes utilisés par les apprenants haïtiens

2.1 Typologie des problèmes additifs

Les recherches permettent d'identifier deux catégories de problèmes de type additif: celle de Riley et al.(1983) et celle de Vergnaud (1982). La typologie de Riley concerne l'aspect sémantique des problèmes et celle de Vergnaud considère le calcul relationnel. Dans cette section, nous allons présenter ces deux typologies.

2.1.1 Taxonomie des problèmes au point de vue sémantique

Les caractéristiques sémantiques de Riley et al.(1983) concernent les connaissances conceptuelles relatives aux accroissements, diminutions, combinaisons et comparaisons d'ensembles d'éléments. Leur prise en compte a amené divers auteurs à élaborer progressivement une taxonomie de problèmes en fonction de ces aspects (Carpenter et Moser, 1982, 1983; Carpenter, Hiebert et Moser ,1981; Riley, Greeno et Heller, 1983). Ces caractéristiques sont établies en fonction du type de situation, des opérations mises en jeu (addition et soustraction) et de l'identité de l'élément inconnu. Des caractéristiques de Riley, Fayol (1990) dégage quatre grands ensembles : ce sont les problèmes de type changement, combinaison, comparaison et égalisation.

a- Problèmes de type changement (réunion ou séparation)

Ils impliquent tous la survenue d'au moins une transformation "temporelle" appliquée à un état initial et aboutissant à un état final. Trois classes de problèmes peuvent en découler : changement temporelle, changement spatial, changement normal. Ex: Jean avait des billes. Il en donne 10 à Pierre. Maintenant Jean a 24 billes. Combien Jean avait-il de billes?

b- Les problèmes de type combinaison

Ils concernent des situations statiques et non pas des transformations. Deux classes de problèmes peuvent en être dérivées : combinaison temporelle et combinaison spatiale. Ex: Jean et Pierre ont ensemble 24 billes. Jean a 10 billes. Combien Pierre a-t-il de billes?

c- Les problèmes de type comparaison

Il s'agit de comparer des quantités statiques présentées à l'aide de formules de type " plus de/moins de ". Trois classes peuvent en être dérivées, égalité, supériorité, infériorité. Ex: Jean a 24 billes. Pierre a 10 billes. Combien Jean a-t-il de billes de plus que Pierre?

d- Les problèmes de type égalisation

Ils ont un statut intermédiaire entre les problèmes de type *comparaison* de par le caractère " statique " des situations évoquées et ceux de type *changement* du fait de la transformation impliquée. EX: Jean a 14 billes. Pierre a 10 billes. Que doit faire Jean pour avoir autant de billes que Pierre?

2.1.2 Catégorie de problèmes par rapport au calcul relationnel

Le calcul relationnel se réfère aux opérations de pensées nécessaires pour élucider les relations qu'entretiennent les éléments de la situation problème. Considérant alors le seul calcul relationnel, Vergnaud (1983) a isolé six catégories de relations en fonction de trois types principaux de concepts: la mesure, les transformations temporelles et les relations statiques (Fayol, 1990) :

a- <u>Composition de deux mesures</u>

Ce type de situation peut être symbolisé sous la forme suivante <A> + <B> où "+" renvoie à l'addition des nombres naturels **N**. Deux sous-classes peuvent en découler. Ex: Jean a 18 billes dans sa poche droite et 24 billes dans sa poche gauche. Combien a-t-il de billes en tout?

b- <u>Transformation reliant deux mesures</u>

Dans ce type de problème, une transformation relie deux mesures et aboutit au schéma état – transformation - état. Six classes de problèmes peuvent en être dérivées. Ex: Jean avait 24 billes avant de jouer. Il a perdu 10 billes. Combien a-t-il de billes maintenant?

c- <u>Relation statique entre deux mesures</u>

Ces problèmes correspondent à ceux de type *comparaison* dans la classification de

Riley et al. Six classes de problèmes peuvent en être dérivées. Ex: Jean a 24 billes. Il a 10 billes de plus que Pierre. Combien Pierre a-t-il de billes?

d- Composition de deux transformations

Ce type de problèmes correspond à une opération interne dans Z avec des états dynamiques. Trois classes de problèmes peuvent en découler. Ex: Jean a gagné 24 billes ce matin. Il a perdu 10 billes cet après-midi. Combien a-t-il de billes maintenant?

e- Transformation entre deux relations statiques

Ce type de problème correspond encore à une opération interne dans Z mais avec des états statiques. Ex: Jean devait 24 billes à Pierre. Il lui en donne 10. Combien de billes Jean doit encore à Pierre?

f- Composition de deux relations statiques

Ce type de problèmes correspond à une relation de combinaison qu'entretiennent deux états statiques. Ex: Jean doit 24 billes à Pierre. Pierre doit 18 billes à Jean. Combien de billes Jean doit-il donner à Pierre pour acquitter la dette?

La classification de Vergnaud apparaît exhaustive. Elle subsume celles élaborées par les autres auteurs tout en envisageant les différents cas possibles portant sur des états seuls, des transformations seules ou sur un mélange des deux. La question est désormais d'évaluer la pertinence de ces distinctions d'un point de vue psychologique. Pour cela, on se demandera : d'une part, si les classifications établies sont en mesure de rendre compte de toutes et rien que des différences observées dans les performances des sujets (enfants et adultes); d'autre part, si elles permettent d'expliquer le recours à des résolutions différentes. Tout compte fait, la finesse de la typologie de Vergnaud ouvre la voie à une recherche spécifique en typologie de problèmes additifs et cela ne constitue pas l'objectif de la présente étude. La typologie de Riley et al. paraît applicable à la présente recherche parce qu'elle présente une distinction facilement perceptible et parce qu'elle est très présente dans les manuels scolaires haïtiens au niveau primaire.

2.2 Comportement de l'apprenant en situation de résolution de problèmes de type additif

Carpenter (1985) et Carpenter Moser (1983) notent, après dix ans de recherche, que l'enfant se comporte différemment selon qu'il s'agit d'un problème d'addition ou de soustraction. Voyons ensuite ces deux différents types de problèmes.

2.2.1 Les problèmes d'addition.

Fayol (1990) a inventorié trois groupes de procédures concernant la résolution de problèmes nécessitant le recours à des additions:

a- La plus primitive consiste à réunir physiquement les deux (ou plus) ensembles faisant l'objet de l'addition et tout compter en commençant par un, même si le cardinal de chaque composante est connu. Une variante consiste en une représentation, à l'aide des doigts, de chacune des collections en vue du dénombrement de leur réunion. Il s'agit donc d'une " imitation "ou d'une simulation de la situation décrite dans l'énoncé du problème.

b- La procédure suivante repose sur le comptage sans assimilation physique de la réunion Le sujet compte, soit en commençant par le cardinal, du premier ou du plus grand des deux termes fournis dans l'énoncé du problème. Ce faisant, il doit conserver la "trace" du nombre d'étapes déjà parcourues au cours du comptage, ceci afin de s'arrêter lorsque le résultat est atteint. Il en résulte assez souvent une utilisation des doigts très différente de celle évoquée ci-dessus. Le sujet ne tente pas de représenter à l'aide de ses mains les deux collections, il s'en sert pour contrôler le déroulement du comptage et pour éviter les dépassements (ou les oublis).

c- La procédure la plus évoluée, la plus rapide et la plus efficace est, bien sûr, la récupération des faits numériques stockés en mémoire à long terme. (Fayol, p.157, 1990).

2.2.2 Les problèmes de soustraction

Six processus différents ont été inventoriés en ce qui concerne les problèmes dont la solution fait appel à la soustraction:

a- Séparer de (*separating from*): le sujet fabrique l'ensemble le plus grand, enlève ensuite le plus petit et compte ce qui reste. Il aboutit ainsi à la réponse par comptage sans objet; cette procédure consiste à compter à rebours à partir du plus grand, un par un, jusqu'à avoir compté le plus petit des termes; dès lors, le dernier nombre fournit la réponse.

b- Séparer jusqu'à (*separating to*): cette procédure est équivalente à la précédente, sauf que les éléments sont enlevés du plus grand ensemble jusqu'à ne laisser subsister que le nombre correspondant au plus petit des deux termes fournis. Par comptage, cela revient à compter à rebours (*counting down to*): à partir du plus grand des deux termes fournis jusqu'à atteindre le plus petit et dénombrer les éléments de la séquence obtenue.

c- Addition: partir de la plus petite des quantités fournies et aller à la plus grande en augmentant de un à un; le nombre d'éléments ajoutés fournit la réponse. Cette procédure peut s'effectuer par des manipulations (*adding on*) ou par comptage mental (*counting up from given*).

d- Cette procédure consiste à mettre en correspondance (*matching*) les éléments de deux ensembles puis à dénombrer ceux qui restent. Elle n'est applicable qu'à des objets ou à des représentations physiquement présents. Elle se révèle impossible mentalement.

e- Choix: il s'agit d'une procédure mixte, consistant à utiliser tantôt (a) tantôt (b) en fonction des caractéristiques des données fournies.

f- Cette procédure consiste à récupérer directement en mémoire à long terme des faits numériques (6-4=2) ou de leur dérivés, par exemple: 17 - 8 = (16 - 8) + 1 = 9. (Fayol, p.158, 1990). Toutefois il semble exister une relation entre type de problèmes et procédures de résolution.

2.3 Corrélation entre types de problèmes et procédure

De ce qui précede, il apparaît évident que chaque type de problème requiert une procédure de résolution. Cette section s'intéresse donc à inventorier les études qui établissent le lien entre type de problèmes et procédure de résolution.

2.3.1. Cas d'étude longitudinale de terrain

Les travaux de Moser et Carpenter (1983), conduits dans la perspective des différences individuelles, ont mis en évidence une très forte corrélation entre les types de problèmes et les procédures. Ils ont abouti aux deux conclusions suivantes: d'abord, il existe une forte relation entre les types de problèmes et les processus suivis par les apprenants en résolution de problèmes. Par exemple, les situations de séparation avec résultat inconnu induisent très fréquemment une procédure de " séparation de "; les comparaisons entraînent le plus souvent le recours à la " mise en correspondance ". Deuxièmement, cette corrélation très forte en première année tend à s'affaiblir très rapidement et très sensiblement au cours des deux années suivantes. Par conséquent, les élèves de première année mettent en oeuvre des procédures de résolution qui tendent à simuler les actions décrites dans les énoncés. Chez les élèves de deuxième année, la simulation subsiste et est de plus en plus abstraite et les élèves utilisent de plus en plus le comptage mental. Ces procédures sont souvent utilisées par les apprenants de ce niveau. Elles dépendent de moins en moins strictement des situations décrites dans les énoncés. Enfin, chez les élèves de troisième année, les procédures de comptage cèdent peu à peu la place à la récupération directe des résultats en mémoire à long terme

2.3.2. Cas d'étude utilisant le modèle informatique

Riley, Greeno et Heller (1983) observent, au moyen de l'informatique, un modèle de résolution de problèmes se construisant à partir de trois ensembles de connaissances. Le premier a trait aux " schémas de problèmes " utilisés pour comprendre et représenter les relations sémantiques (changement, combinaison et comparaison). Le second concerne les schémas d'actions de la vie quotidienne et pratiquement assimilables aux procédures décrites ci-dessus. Le troisième comporte des connaissances stratégiques pour planifier la résolution de problèmes (Fletcher, 1985, Kintsch et Greeno, 1985).

Briars et Larkin (1984) proposent un modèle un peu similaire à celui de Riley et al.(1983). Toutefois, contrairement à ces derniers, les auteurs ne font pas appel à des schémas de situations (changement, combinaison et comparaison) qui impliquent nécessairement que le programme simule le comportement d'un sujet disposant de ces distinctions. Ils essaient de manière vraisemblablement adaptée au cas des enfants les plus jeunes, de construire un programme résolvant les problèmes par la seule action opérant sur des objets ou sur leurs représentations.

De Cortes et Verschaffel (1985) ont comparé les performances, résultats et procédures du programme élaboré par Riley et al. (1983) à partir d'enfants de première année du primaire. Ces enfants ont été soumis à trois moments dans l'année scolaire à un échantillon de problèmes (changement, combinaison, comparaison). Ils ont observé que les représentations construites par les enfants au moyen d'objets manipulables ne coïncident pas exactement avec celles produites par le modèle informatique. Les simulations demeurent encore à l'heure actuelle d'un intérêt restreint qui tient aux limites de leur champ d'application. (Fayol, 1990). De Cortes, Verschaffel (1986) et Richard (1984) soulignent que les modalités de procédure et leurs aboutissements restent actuellement mal étudiées et mal conceptualisées. Cela tient à deux insuffisances. Tout d'abord, on a trop peu étudié les représentations effectivement élaborées et utilisées par les sujets. A ce sujet, Baffrey-Dumont (1996) note que la structure du problème construite par l'enfant correspond à l'image du schéma activé pour interpréter la solution-problème. Escarabajal (1988) de son côté, constate que le sujet qui ne dispose pas du schéma approprié pour le problème concerné, peut activer un schéma actuellement disponible pour lui, mais qui ne convient pas pour traiter tel type de problème. Souvent, le schéma appartient à une classe de problèmes plus élémentaires que le sujet sait résoudre. Dans ce cas, nous avons affaire à un "glissement de sens" note Baffrey-Dumont (1996). Dans le même ordre d'idée, Jonnaert (1994) révèle que la représentation du problème présente des écarts plus ou moins importants entre ce que fait l'apprenant et l'énoncé suggéré par l'enseignant.

2.3.3 Relation entre niveau de lecture et performance en résolution de problème

Il y a une très forte corrélation entre le niveau de lecture et la performance à une épreuve de résolution de problème à l'écrit (Moyer, Sowder, Threadgill-Sowder et Moyer(1984) et Threadgill-Sowder, Sowder, Moyer et Moyer(1985). L'impact des formulations et le vocabulaire sont susceptibles de varier le problème selon deux grandes catégories de manipulations. La première affecte la présence ou l'absence d'élements exterieurs à l'énoncé lui-même (image, matériel). La seconde a trait aux modalités de formulation du texte de présentation avant que le sujet ne procède à la résolution (Brissiaud et Escarabajal, 1986).

2.3.4. L'apport de matériels manipulables en résolution de problèmes.

La mise à la disposition du sujet de matériel manipulable entraîne, au moins chez les plus jeunes enfants et dans le cadre des problèmes additifs, une amélioration des performances par rapport à une condition "sans matériel". Mais elle entraîne également un changement de processus (Fayol, 1990). Une façon de modifier les modalités de présentation consiste à composer des énoncés sous forme totalement ou partiellement imagée (dessins) (Moyer, Sowder, Threadgill-Sowder et Moyer,1984; Threader-Sowder, Sowder, Moyer et Moyer, 1985).

2.3.5 L'impact de la formulation de l'énoncé sur l'apprenant

La formulation de l'énoncé a un impact en résolution de problème. Cet énoncé permet de rendre compte d'un certain nombre de phénomènes (Fayol, 1990):

a- Les enfants de la première année du primaire, non familiarisés avec la forme des énoncés, commettent des erreurs d'interprétation, ne parviennent pas à en fournir des rappels corrects et échouent à fabriquer eux-mêmes des problèmes du même genre.

b- L'analyse des problèmes donnés aux enfants en début de scolarité fait apparaître une prépondérance de certaines catégories sur les autres.

c- Les classifications d'énoncés effectuées par des sujets de différents niveaux mettent en evidence des modifications progressives en fonction du niveau scolaire.

d- Les enfants habitués aux problèmes, n'éprouvent aucune difficulté. Il semble qu'ils répèrent dès la (les) première(s) proposition(s) d'un énoncé, la catégorie à laquelle il appartient (par exemple: changement avec transformation inconnue). Cela leur permet de sélectionner et d'activer en mémoire le "schéma" adéquat constitué à partir des expériences antérieures. Il s'ensuit que la pertinence des informations et leur rôle se trouvent évalués "*on line*", c'est-à-dire au cours même de l'encodage, facilitant d'autant plus l'interprétation que la résolution.

e- En revanche, les apprenants de première année ne disposent pas de schéma constitué, doivent stocker en mémoire à court terme (à la capacité limitée) les informations lues et écoutées, jusqu'à pouvoir élaborer une représentation globale assignant un rôle à chaque donnée numérique et faisant apparaître l'inconnue recherchée. Dès lors, les risques de surcharge lors du traitement sont toujours très importants (placement de la question et reformulation induisent des améliorations de performance) (Fayol, Abdi et Gombert, 1987).

2.3.6 Les représentations du problème par l'apprenant compte tenu des différents facteurs

Le premier travail que doit effectuer un sujet confronté à un problème consiste à construire une représentation de la situation initiale. Comme le remarque Richard (1984), cela implique au moins deux niveaux d'approche. Le premier a trait à la définition des informations de base susceptibles d'être utilisées. Le second vise à aboutir à une interprétation globale intégrant les éléments dans un réseau de relations. Dans les deux cas la réussite dépend de ce que sait déjà le sujet et notamment de ses connaissances relatives aux types de problèmes, du contexte de la tâche mais aussi de la formulation. Cette dernière est, en effet, une partie aussi essentielle du problème que les relations qui sont exprimées dans la mesure ou elle a un rôle déterminant dans la construction de la représentation du problème (Richard, 1984; Gombert et Fayol, 1987).

Rosenthal et Resnick (1974) présentent à des enfants de troisième année d'école primaire des problèmes additifs du type a + b = c dans lesquels l'inconnue porte tantôt sur l'état initial. tantôt sur l'état final (? + b = c vs a + b = ?). À cette variation portant sur la structure sémantique de base, les auteurs ajoutent deux variables: l'une porte sur l'ordre de succession chronologique des faits relatés (ordre de présentation congruent ou non avec celui de survenue des événements); l'autre concerne l'action dénotée par le verbe, gain vs perte (les verbes utilisés sont les suivants: acheter/vendre; trouver/perdre; prendre/donner; envoyer/recevoir) (la taille des données numériques varie de 2 à 7). Les résultats obtenus confirment tout d'abord que les problèmes à état initial inconnu présentent plus de difficultés que les autres; ils donnent lieu à plus d'erreurs et une durée de résolution significativement plus élevée.

Fayol et Abdi (1986) puis Fayol, Abdi et Gombert (1987) ont élaboré des séries de problèmes de type changement mais comptant deux transformations additives (T1 + T2 = T) différant par l'inconnue recherchée ainsi que par l'ordre de présentation des informations.

Ils soumettent oralement ces problèmes à des sujets de première, troisième et cinquième années primaires respectivement CP, CE2 et CM2, en contrôlant par ailleurs le niveau de difficulté numérique.

Les données recueillies et analysées à la fois en ne considérant que les scores globaux et en étudiant que les procédures utilisées par les sujets et rapportées par eux, révèlent que:

a- Les problèmes à état final inconnu sont, à tout âge, facilement résolus, cela à l'aide de procédures pertinentes et homogènes. Ils n'en va pas de même de ceux dans lesquels la recherche porte sur l'état initial.

b- Le placement de la question en premier lieu dans l'énoncé entraîne une amélioration systématique des scores, cela à tout âge et pour tous les types de problèmes.

c- Le placement des transformations avant la mention de l'état s'associe à de meilleures performances.

d- La facilitation apportée par le placement en tête des questions se marque surtout avec les problèmes les plus difficiles (ceux portant sur la recherche d'état initial).

e- L'absence d'interaction, l'impact, l'ordre des informations et la place de la question avec l'âge, permettent de considérer que les effets ci-dessus inventoriés restent quelque soit le niveau de développement (dans les limites considérées ici). L'organisation mathématique sous-jacente, la sémantique du problème, la formulation de l'énoncé (Nescher et Katriel, 1977) semblent jouer un rôle considérable dans la résolution de problème. D'autres facteurs tels la taille des données numériques, l'ordre d'introduction de celle-ci (de Cortes et Verschaffel, 1987) paraissent non négligeables. Par ailleurs, les données recueillies semblent montrer que l'influence de la sémantique et de la formulation des problèmes s'exercent essentiellement par le biais de la représentation construite par le sujet. De ce fait, ce dernier doit, lors de la lecture ou de l'audition d'un énoncé, élaborer un "modèle mental" de la situation décrite; lequel déterminera la séléction de telle ou telle procédure matérielle (De Cortes, et Verschaffel 1987, Carpenter et Moser, 1983).

Il apparaît que la construction de cette représentation initiale se trouve sous la dépendance de deux facteurs. Tout d'abord, comme le révèle de manière concourante, les nombreux travaux mentionnés ci-dessus, effectués sur des populations d'enfants de cinq à huit ans, lors de la résolution de problèmes, les sujets tendent à simuler, en action déployée à l'extérieur ou intériorisée, les événements décrits. En conséquence, la procédure de résolution retenue se trouve sous la dépendance de la plus ou moins grande facilité à "mimer" tel ou tel déroulement; de là, la relative facilité de certains problèmes relatant un changement; ensuite, intervient le fait que les énoncés oraux et écrits constituent un type de texte particulier avec lequel les enfants sont plus ou moins tôt et vite familiarisés (Nesher et Ktriel, 1977).

Dès lors, on peut considérer que les énoncés de problèmes d'arithmétique renvoient à la construction d'une représentation globale du type "schéma" auquel se trouve associées des procédures (Fayol, 1985). L'élaboration et l'activation de celui-ci permet de guider l'encodage et l'intégration des informations, d'éviter les erreurs ou ambiguïtés et de réagir de manière appropriée à la tâche. Cela n'est toutefois possible que dans la mesure où le "schéma" correspondant est déjà élaboré et disponible en mémoire à long terme et où la formation de l'énoncé en autorise l'accès rapide (Hinsley, Hayes et Simon, 1977).

Les nombreux travaux de recherche concordent pour affirmer que l'enfant, face à un problème de type additif, utilise des stratégies cognitives (imagerie / schéma / renvoi à la mémoire à court ou à long terme) pour résoudre le problème. La plus récente recherche (Vincent, 1997) effectuée à partir d'une étude de cas, sur un échantillon de six enfants de huit ans en situation de résolution de problème, a conduit aux résultats suivants:

a- Les jeunes enfants ne constituent pas "des terrains en jachère" lorsqu'ils sont sur le point d'entreprendre l'exploration de notions nouvelles. Ils disposent déjà de représentations, de pré-conceptions, dont certaines peuvent être fort évoluées.

b- Les modèles dégagés par les enfants dans quelques disciplines que ce soit ne sont ni spontanés ni fortuits; ils sont le résultat d'une structuration originale du sujet. Il semble bien qu'on a tout intérêt à scruter attentivement les manières de faire et de dire des élèves, au-delà des seules réponses fournies dans les cahiers scolaires.(Vincent, printemps-été 1997).

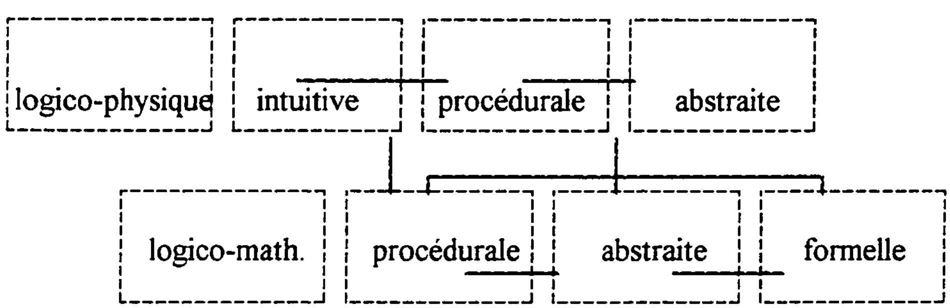
2.4 Les méthodes utilisées

Dans un article conjoint, Bergeron et al.(p.31, 1990) ont conclu: "*le nombre est maintenant vu comme un schème conceptuel c'est-à-dire un réseau de savoir relatif aux situations-problèmes dans lesquelles il peut être utilisé*"(traduction libre de l'auteur). Déjà, en 1988, Bergeron et Herscovics proposaient un modèle de développement de compréhension de l'apprenant du primaire en mathématique qui s'inscrit dans le cadre de la théorie du développement dite constructiviste et préconisaient une approche centrée sur l'enfant et sur son activité. D'après cette théorie, c'est à partir de ses expériences sensorielles, physiques et logico-mathématiques, que l'enfant construit sa compréhension de concepts. La théorie constructiviste permet de porter un regard sur les expériences affectives, sociales et cognitives de l'enfant. Les composantes de ce modèle permettent de mieux saisir comment l'enfant s'approprie et généralise un concept mathématique. Il fait la distinction entre, d'une part, une compréhension logico-physique résultant d'une réflexion sur les procédures et les transformations spatio-temporelles appliquées aux objets physiques, et d'autre part, une compréhension logico-mathématique qui résulte d'une réflexion sur les procédures et les transformations appliquées à des objets mathématiques. Cette distinction est analogue à celle que suggérait Piaget (1974) en terme d'"abstraction pseudo-empirique" concernant les propriétés résultant des actions de l'enfant sur des objets. Piaget considérait ceci comme une phase préalable à la véritable abstraction logico-mathématique.

En ce qui a trait à la notion de nombre ordinal, la compréhension du pré-concept de position constitue un premier palier comportant trois niveaux distincts: la compréhension intuitive(appréhension visuelle globale), la compréhension procédurale logico-physique (procédures basées sur la correspondance bi-univoque entre les objets), et un troisième niveau, l'abstraction logico-physique (invariance de la position par rapport à diverses transformations physico-spatiales).

Le deuxième palier, qui a trait à la compréhension du concept mathématique émergent, celui de nombre ordinal, identifie trois aspects de cette compréhension: la compréhension procédurale logico-mathématique (basée sur les diverses procédures de dénombrement), l'abstraction logico-mathématique (invariance de la position ainsi que la mesure de la position) et la formalisation (représentation utilisant différentes notations mathématiques). La figure n° 1 suivante résume ce modèle de compréhension et indique divers cheminements possibles dans la construction de ce schème conceptuel (Bergeron, Herscovics, Sinclair, 1992).

<u>Modèle de compréhension des concepts mathématiques de Bergeron et Herscovics (1988)</u>



Pour déterminer divers profils numériques possibles à un moment critique de leurs constructions, cette étude réclamait la participation de 59 sujets issus de familles à revenu moyen, âgés de 5,6 à 6,6 ans dont 16 de Montréal (Québec), 14 de Cambridge (États-Unis) et 29 de Paris (France). Chaque sujet fut traité comme une étude de cas et interrogé individuellement. Les entrevues étaient semi-standardisées et consistaient en une suite de tâches et de questions préparées d'avance. Pour évaluer les connaissances numériques d'un enfant, l'évaluation complète a nécessité de trois à quatre rencontres d'environ trente minutes chacune.

2.5 Question de recherche

L'état actuel des connaissances permet de déduire que l'enfant en situation de résolution de problèmes additifs fait appel aux connaissances stockées en mémoire à court ou long terme, sous forme de schéma, dessin ou image (Moyer, Sowder, Treadgill-Sowder et Moyer, 1984; Treader-Sowder, Sowder, Moyer et Moyer, 1985). Le déclenchement de ce processus que suscite la lecture de l'énoncé dépend alors de la familiarité de l'apprenant avec les référents utilisés (Brissiaud et Escarabajal, 1986) et de la place de l'opérateur inconnu (Richard, 1984; Gombert et Fayol, 1987; Vergnaud, 1990). Par ailleurs, les recherches en compréhension de concepts mathématiques ont privilégié l'entrevue comme instrument de mesure (Bergeron et Herscovics, 1988). En somme, pour cerner l'enfant en situation de résolution de problème il apparaît évident de le comprendre non en terme de résultat mais de processus d'où la question : quel processus suit l'apprenant haïtien de la troisième année du primaire pour résoudre un problème de type additif?

Chapitre 3

Méthodologie

3.1 Population/échantillon

Cette section traite de la population scolaire haïtienne de niveau primaire. Aussi, elle définit un groupe particulier, l'ensemble des apprenants de la 3ème année du primaire de l'école Eben-Ezer des Gonaïves, qui constitue d'ailleurs la population visée par cette étude. De cette dernière, un échantillon particulier a été pris au fin de l'expérimentation.

3.1.1 Population scolaire haïtienne

En Haïti en 1991, en 1992, on retrouvait 926 000 élèves au primaire pour une population scolarisable de 1 162 566, ce qui donne un TBS (Taux brut de scolarisation) de 0,796. Toujours durant la même exercice 1991-1992, il y avait 438 805 élèves âgés de six à 11 ans inscrits à l'école pour une population scolarisable de 1 162 566 enfants, ce qui donne un TNS (Taux net de scolarisation) de 0,377. Une scolarisation est dite normale lorsqu'on retrouve un élève dans une année d'étude correspondant à son âge. Ainsi un élève de six ans est normalement en première année, un élève de sept ans en deuxième année et un élève de huit ans en troisième année. D'autre part, le système scolaire haïtien est ainsi polarisé: au niveau étatique, on retrouve les écoles publiques et les écoles privées, au niveau géographique, les écoles urbaines et les écoles rurales et enfin au niveau curriculaire, les écoles traditionnelles et les écoles de la réforme (Saint-Germain, 1997). La présente recherche concerne les 11,5 % des élèves en temps normal des écoles privées urbaines de la réforme. Cependant, les contraintes de terrain ont modifié le choix de la population sans préjudicier au fondement de la présente recherche. La population d'expérimentation est constituée de 127 élèves âgés de 8 à 16 ans et qui ont suivi un parcours scolaire sans doubler. La distribution de cette population est définie dans le tableau suivant:

Tableau 1

Répartition de la population d'expérimentation par groupe d'âge

	Filles	Garçons	Total
Temps normal (8 ans)	2	0	2
Retard léger (9 à 11)	25	36	61
Retard lourd (12 à +)	38	26	64
Total	65	62	127

La réalité du terrain limitait les marges de manoeuvre et imposait le choix d'apprenants de la troisième année sans exclusion d'âge. Ces apprenants sont en général, originaire des Gonaïves, la ville même ou d'un rayon de 30 à 50 kilomètres de la ville.

Au niveau de la division territoriale, le pays est divisé en départements qui sont eux-mêmes divisés en communes. Chaque département est doté d'une ville principale appelée chef-lieu, siège des principales autorités, aux timons des affaires du département. Gonaïves est le chef-lieu du département de l'Artibonite qui dispose également de la principale rizière du pays. Elle est la quatrième ville du pays en grandeur et en importance socio-économique. Dans cet ordre, on pourrait citer Port-au-Prince, la capitale, Cap-Haïtien, la ville touristique, Les Cayes et Gonaïves. Cette dernière abrite le deuxième port d'Haïti ainsi que la seule industrie d'allumettes du pays. L'intensité et la diversité des activités économiques s'y déroulant, en particulier la rizière, lui donnent l'avantage de regrouper des ressortissants de tous les coins du pays, en particulier des travailleurs saisonniers affectés aux champs de riz. Un autre élément caractérise également Gonaïves, le marché de l'Estère, situé dans un rayon de 25 km de la ville, représente le point de rencontre de tous les commerçants et travailleurs ambulants (détaillants) du pays. Souvent, commerçants et travailleurs ambulants y arrivent, s'y établissent, s'organisent, se marient et donnent naissance à des enfants. Parmi ces derniers, une bonne partie peuple l'école Ében-Ézer des Gonaïves.

3.1.2 Échantillon

Un échantillon aléatoire constitué de 14 apprenants en temps normal (Saint-Germain, 1997) devrait être pris aux fins de l'expérimentation. Ce choix devrait être fait en pigeant dans deux boîtes différentes les noms des 14 apprenants qui constitueraient l'échantillon. L'une des boîtes contiendrait les noms des filles et l'autre ceux des garçons. Cet échantillon comprendrait 7 garçons et 7 filles. Le choix devrait être fait à partir d'une école de la Mission Ében-Ézer des Gonaïves en Haïti. Elle est située au centre de la ville et dessert une population de 1500 élèves dont 143 en troisième année. Elle a une clientèle composée en grande majorité d'enfants issus de familles défavorisées. Il a été prévu lors de l'élaboration du projet, d'étudier un échantillon composé d'apprenants en temps normal, c'est-à- dire ceux qui sont âgés de huit ans et qui ont suivi un cycle régulier d'étude sans doubler de la première à la troisième année (Saint-Germain, 1997).

Cependant, cette option a été modifiée sur le terrain. Comme le témoigne le tableau ci-dessus, parmi les 127 apprenants de la troisième année, deux, qui sont d'ailleurs de sexe féminin, satisfaisaient aux critères préétablis. De plus parmi les 143 apprenants mentionnés dans le projet de recherche et qui étaient effectivement inscrits sur le registre de l'école, 127 en font partie dans les faits. Alors l'un des critères d'échantillonnage de départ est retenu, à savoir, les apprenants ayant un cycle régulier d'étude sans doubler jusqu'à la troisième année, mais tous les groupes d'âge ont été retenus. Cet échantillon est défini dans le tableau suivant:

Tableau 2

Répartition de l'échantillon par sexe, moyenne d'âge et lieu de résidence

	Nombre	**Âge moyen**	**Résidence parentale (%)**	**Résidence familiale (%)**
Filles	11	11,18	45,45	54,54
Garçons	9	11,12	55,56	44,45

La volubilité de langage se manifeste surtout chez les filles. A première vue, l'hypothèse est que les filles, dans les pays en voie de développement endossent très tôt des responsabilités domestiques, tandis le garçon, lui, ne fait presque rien en dehors de ses activités scolaires. Toutefois, ce commentaire étant en marge du cadre de la présente recherche, il n'est pas par conséquent documenté. Il a seulement permis de mieux cerner l'échantillon d'expérimentation. Il demeure toutefois un important sujet d'étude pour les chercheurs qui s'y connaissent en éducation comparée. Une étude pilote réalisée avec quatre élèves choisis au hasard, dont deux filles et deux garçons, a permis de privilégier le nombre de filles car l'objectif de la présente recherche dépend en grande partie du niveau de verbalisation du sujet. Les deux filles s'exprimaient très clairement, tandis que les garçons arrivaient à peine à répondre aux questions. En outre, l'expérimentation a été réalisée à l'aide d'un appareil d'enregistrement audio. Cependant la défectuosité de l'appareil a fait perdre les entrevues réalisées avec trois apprenants. C'est en fait un petit groupe constitué d'ailleurs de 17 apprenants qui est à la base des conclusions subséquentes. Toutefois, il convient d'en tirer un sous-groupe constitué de 7 apprenants qui sont d'ailleurs les plus verbalisants et qui fera l'objet de considérations particulières dans la section relative à l'analyse des données.

3.2 Instruments

En fonction du principe de la validité convergente, la présente recherche se sert de deux instruments de mesure: l'entrevue et les produits d'activité.

3.2.1 Choix de l'entrevue

Trois raisons justifient le choix de l'entrevue. Premièrement, l'entrevue est un dialogue pédagogique qui met en évidence les procédures que l'enfant utilise, les raisonnements qu'il conduit et les représentations qu'il se fait d'une situation. Il favorise l'établissement d'un dialogue entre l'intervenant et l'enfant, dialogue indispensable pour situer ce dernier dans le cheminement de sa compréhension des concepts mathématiques. Deuxièmement, l'entrevue permet de tirer partie des erreurs du sujet qui, non seulement sont permises, mais sont accueillies comme révélatrices de la compréhension d'un concept. Enfin c'est une technique souple; l'intervenant peut l'adapter aux besoins particuliers de l'enfant évalué en choisissant parmi les questions, celles qui lui paraissent propices à l'information voulue, tout en éliminant celles qu'il juge trop faciles ou trop difficiles (Bergeron et Herscovics, 1988). Le protocole d'entrevue est composé de 12 items (voir la liste en annexe) inspirés des 32 items généraux élaborés et expérimentés par Bergeron et Herscovics (1988) pour vérifier la compréhension des concepts mathématiques chez l'enfant. Afin de faciliter la verbalisation des enfants, les entrevues auront lieu dans leur langue maternelle qui est le créole dans le cas d'Haïti.

3.2.2 Les produits d'activités

Les produits d'activités consistent à soumettre aux apprenants des situations-problèmes écrites qu'ils doivent résoudre à l'écrit durant un intervalle de temps variable en fonction du principe de souplesse que recommande l'activité de l'enfant. Pour Fayol (1990), les produits d'activités constituent le principal instrument permettant de vérifier la représentation du problème par l'apprenant. Ils permettent de conserver, entre autres, la "trace" du sujet. Ainsi, dans le cadre de la présente recherche, trois situations-problèmes seront soumises aux sujets. Elles portent respectivement sur le changement, la combinaison et la comparaison (voir la liste en annexe).

3.3 Procédure

L'expérimentation comprenait trois séances qui s'étaient déroulées de façon successive. Chaque séance comprenait la résolution d'un problème (changement, combinaison et comparaison) suivie d'une entrevue semi-dirigée. Chaque séance durait entre 15 et 30 minutes en fonction du principe de souplesse que recommande l'activité de l'enfant. Elles avaient lieu de façon individuelle, dans une salle de classe à l'école Ében-Ézer des Gonaïves en vue de conserver pour l'enfant concerné, l'habitude du milieu. Un petit déjeuner a été servi à l'enfant entre la 2^{e} et la 3^{e} séance.

3.4 Plan d'analyse des résultats

Il était prévu que le chercheur utiliserait les services d'une tierce personne qui serait uniquement affectée à la prise de notes durant les observations. Ces notes comprendraient essentiellement les réponses et les gestes des sujets pris séparément. La personne en question serait préalablement entraînée à cette fin par le chercheur. Cependant les contraintes du milieu, notamment le temps et l'argent, n'ont pas permis au chercheur d'utiliser ce procédé technique mentionné précédemment pour les entrevues. Les réalités du terrain ont mis le chercheur dans l'obligation d'utiliser l'enregistrement audio en faisant usage d'un petit appareil alimenté par six piles. Étant une recherche qualitative de nature descriptive-explicative, les entrevues étaient conformément transcrites et après avoir été fidèlement traduites en français. Les produits d'activité ont été utilisés dans le but de supporter les entrevues. Une analyse de fréquences a permis de faire des inférences sur la population cible. Cette inférence est caractérisée par la tendance à la similitude dans les processus utilisés par les enfants.

Chapitre 4

Présentation, analyse descriptive des données et résultat

La présente section s'intéressera à la présentation, à l'analyse et aux résultats des données nettes. Pour la présentation, ces données seront, en majorité, consignées dans des tableaux de fréquence. Ces derniers seront suivis de commentaires explicatifs. Dans l'analyse des résultats, le chercheur fera notamment référence à la recension des écrits et ensuite dégagera les commentaires conformément au modèle de Bergeron et Herscovics (1988), et enfin, campera quelques sujets typiques dans le cadre de la présente recherche.

4.1 Présentation des données

Cette sous-section comprendra deux parties qui sont d'ailleurs relatives aux deux instruments utilisés dans le cadre de la présente recherche. Ce sont les entrevues et les produits. Chacun fera l'objet de présentation séparée, sous forme de tableaux de fréquence suivis de commentaires explicatifs.

4.1.1 Entrevues

Cette section traite des entrevues réalisées. Elle comprendra des tableaux de fréquences des réponses en fonction des types de problèmes retenus : combinaison, comparaison et changement et des questions posées (4 questions pour chaque type de problème). Chacun de ces tableaux sera suivi d'un commentaire explicatif.

Tableau 3

Liste des réponses tirées des entrevues

Problème de type combinaison

Question : Pourquoi lire l'énoncé?

Réponses	**Fréquences**
- Pour le comprendre	11
- Pour que je vois ce que je dois écrire	2
- Pour trouver le résultat	1
- Afin de bien commencer la résolution.	1
- Pour savoir si c'est l'addition ou la soustraction que je dois faire	1
- Parce qu'il y a 17+26 billes.	1
- Parce que je peux commettre des fautes si je ne lis pas	1

La fréquence de la réponse "Pour le comprendre" fait penser à une mise en branle d'un processus tendant à la résolution du problème. Ce processus est déclenché à la lecture de l'énoncé. Dès lors toute une série de stratégies cognitives émergent, dont l'ensemble vise à aboutir à cette résolution, ou mieux, à ce résultat. Des réponses telles "Pour que je vois ce que je dois écrire", "Afin de bien commencer la résolution" entrent dans la même ligne de penser. Une réponse comme " Pour savoir si c'est l'addition ou la soustraction" permet de penser à deux opérations de pensée qui, en fait, devraient être distinctes mais dont, chez l'apprenant, elles forment un tout indifférencié. Ce sont l'opération calcul et l'opération résolution de problème. La lecture de l'énoncé est dans ce cas une démarche d'identification du calcul en jeu (dans ce contexte addition ou soustraction). D'autre part, une réponse telle "Parce que je peux commettre des fautes si je ne lis pas" sort l'idée d'une démarche "droit au but"; tout essai, toute tentative est sanctionnée. Alors, la marge de manoeuvre vouée à la réflexion se trouve considérablement réduite. Une réponse comme "Parce qu'il y a 17 + 26 billes" paraît moins significative. En somme, la lecture de l'énoncé pour les problèmes de type combinaison paraît être une quête vers la réponse sous-jacente au problème.

Tableau 4

Liste des réponses tirées des entrevues

Problème de type combinaison

Question : Pourquoi réfléchir après la lecture de l'énoncé?

Réponses	**Fréquences**
- Je pense à ce que je dois mettre	3
- Je pensais à mémoriser le problème	2
- Je pensais à la solution.	2
- Je pensais au problème	2
- Je pensais à ce que je dois faire pour trouver la solution	1
- J'ai réfléchi pour savoir si c'est l'addition ou la multiplication.	1
- Je pensais à la réponse, à ce que je vais écrire.	1
- Je pense à la manière que je vais le résoudre.	1
- J'ai pensé à la réponse.	1
- Je pensais aux lettres pour trouver la réponse.	1
- Je pense à " combien ont-ils de billes ensemble ".	1
- Je pense au calcul du problème.	1

Le déclenchement du processus, amorcé par la lecture de l'énoncé fait monter à l'esprit de l'apprenant une panoplie de réflexions. Ce sont des stratégies cognitives et surtout l'identification de créneaux dont tous tendent vers la résolution du problème, sinon dans certains cas, vers l'identification du résultat. Des réponses telles " Je pense à ce que je dois mettre", "Je pense à ce que je dois faire pour trouver la solution" et " Je pense à la manière que je vais résoudre le problème" font voir l'idée de recherche du processus applicable à ce type de problème. Tandis que d'autres telles "Je pense à combien ont-ils de billes ensemble", "Je pense au calcul du problème", "Je pense à la solution que je vais écrire" et "Je pense à la réponse" font émerger l'idée que la recherche de la solution vise surtout l'identification d'un schème préétabli, d'un cliché tout fait et dont il suffit d'identifier la correspondance. Par ailleurs, une réponse telle "Je pensais à mémoriser le problème" fait bande à part et permet de constater que l'objectif de l'apprenant est d'abord de mémoriser l'énoncé pour passer ensuite à la résolution. Ce qui fait voir un refus d'être en contact avec l'énoncé et d'abstraire dès le départ. En somme, le contenu de la réflexion après la lecture de l'énoncé est varié. Il est constitué de l'ensemble du problème ou d'une partie qui peut être, soit les nombres, soit le ou les mots-clé, soit tout directement un résultat tout fait. Après la lecture de l'énoncé, l'apprenant se livre à une réflexion qui semble être intéressante et chargée de sens.

Tableau 5

Liste des réponses des entrevues

Problème de type combinaison

Question : Pourquoi ordonner les nombres?

Réponses	**Fréquences**
- Parce que c'est 17 qui est placé en premier	9
- Parce que 17 est plus petit que 26.	6
- Parce que c'est l'addition 17 vient avant.	1
- Parce qu'on dit Enock a 17 billes.	1
- Parce que j'ai fait l'addition avec 17 et 26 le résultat me donne 43	1

Deux groupes de réponses ressortent de cette entrevue. Un premier impliquant l'ordre de présentation des nombres dans l'énoncé qui doit être respecté sans considération de la composante sémantique du problème. Un second groupe qui priorise l'ordre croissant des nombres quel que soit le type de présentation dans l'énoncé. Le premier groupe semble être plus prépondérant car le rapport est de 3/2. Par ailleurs l'addition semble implicitement avoir un ordre de grandeur toujours croissant dans la tête de l'apprenant. Ce qui pourrait laisser voir une certaine confusion entre la numération et l'addition. Ex: parce que c'est l'addition 17 vient avant. Cela permet de voir que le choix de l'opération est fondamental et est fait en fonction d'objectifs précis et très sensés. Mais des réponses comme "Parce qu'on dit Enock a 17 billes" et "Parce que j'ai fait l'addition avec 17 et 26, le résultat me donne 43" permettent de voir l'absence de raisonnement à la base du choix de l'ordre des nombres. Pour ces apprenants, le choix est fait comme par enchantement.

Tableau 6

Liste des réponses des entrevues

Problème de type combinaison

Question : Pourquoi choisir cet algorithme de calcul ?

Réponses	**Fréquences**
- Ont-ils de billes ensemble?	5
- La présentation de l'énoncé : Enock a 17 billes et Guertin a 26 billes etc.	1
- Parce que c'est le signe +	1
- Parce que je vois c'est l'addition que je dois faire.	1
- Parce qu'on dit Enock a 17 billes et Guertin a 26 billes	1

Le choix de l'algorithme de calcul a comme fondement deux groupes de réflexion. Un premier groupe qui se fie à la question posée et un second au corpus du problème et surtout aux conjonctions de coordination. A ces deux groupes, il convient d'ajouter des réponses de désinvolture comme: "Parce que je vois c'est l'addition que je dois faire". Ensemble signifie mettre ensemble, assembler et par enchaînement additionner et la conjonction "et" indique qu'il faut les joindre ou mieux les mettre ensemble. Pour le choix de l'algorithme de calcul, l'aspect sémantique l'emporte sur le calcul relationnel. Toujours l'apprenant agit en connaissance de cause et donne le pourquoi de son choix autant qu'il est sollicité. Le nombre d'apprenants qui semblent ne pas être équipés pour argumenter leur choix à cette fin paraît moins prépondérant par rapport à ceux qui le peuvent.

Tableau 7

Liste des réponses des entrevues

Problème de type combinaison

Question 1: Pourquoi vérifier le résultat?

Réponses	**Fréquences**
- J'ai fait l'addition	4
- Parce que j'ai réfléchi j'ai posé l'addition et c'est ce résultat que j'ai trouvé.	1
- Parce que j'ai fait l'addition et le résultat me donne 43.	1
- Parce que l'addition me donne 43	1

Question 2 : Comment vérifier le résultat?

Réponses	**Fréquences**
- J'ai lu le problème.	1
- Après l'avoir lu et écrit j'ai vu c'est ce que je dois faire	1
- L'addition de 26 et 17 me donne 41	1
- Parce que je n'ai pas bien résolu le problème	1
- Pour le comprendre.	1

Le choix d'un modèle de vérification semble ne pas correspondre à une règle préétablie à ce niveau. La vérification même semble ne pas être pour les enfants de ce niveau une composante dans le processus de résolution de problème. L'éventail des réponses laisse clairement voir qu'il suffit d'une relecture de l'énoncé pour faire la vérification. Et, dans certains cas, la reprise de l'opération déjà effectuée. Tout permet de penser que le dernier mot reste à l'enseignant qui doit valider le résultat. Qui ont trouvé le résultat juste, ceux que l'enseignant mentionne? Alors, tout laisse croire que cette étape échappe au contrôle de l'apprenant.

En général, pour les problèmes de type combinaison, l'apprenant enclenche un processus dont il est en pleine conscience. D'autant plus que l'aisance avec laquelle il résout le problème laisse croire que ce sont des opérations courantes dont la simple lecture déclenche ce processus conscient et l'utilisation de stratégies différentes selon l'apprenant, mais dont l'ensemble vise à aboutir à la réponse sous-jacente au problème. L'identification de créneaux différents tels l'ensemble du problème, une partie, soit le ou les mots-clé de la question posée, un mot dans l'énoncé qui charrie pour l'apprenant en question un sens particulier et qu'il confère au problème pour en donner un sens contextuel. Somme toute, dès qu'il s'agit de nombres, il faut une opération ou mieux un calcul. Alors les opérations résolution de problème et calcul deviennent un tout indifférencié. La facilité avec laquelle ce problème est résolu et l'abstraction dont il fait montre permettent de situer l'enfant au niveau abstrait de la compréhension des concepts logico-physiques de Bergeron et Herscovics(1988). Toutefois, évoluant dans une ambiance éducative où l'abstraction se fait de façon précoce, les stratégies cognitives qu'ils mettent en jeu peuvent être les seules qu'ils pourraient utiliser sans pour autant qu'ils soient en mesure de se servir des matériels qui leur tombent sous les sens.

Tableau 8

Liste des réponses des élèves

Problème de type comparaison

Question : Pourquoi lire l'énoncé?

Réponses	**Fréquences**
- Pour le comprendre	11
- Pour trouver la réponse	1
- Pour savoir combien je dois mettre, combien je dois trouver dans la réponse.	1
- Pour écrire bien les nombres.	1
- Je le lis pour savoir combien ils ont chacun, combien Rhode-Annes doit acheter.	1
- Parce que je dois savoir le contenu du problème avant d'écrire	1

"Pour comprendre" est la réponse correspondant à la fréquence la plus élevée 11/16. L'apprenant est à la recherche de quelque chose dans l'énoncé. Il recherche un groupe de mots, un mot ou une expression qui lui est connu pour ensuite en dégager le sens et l'attribuer à l'énoncé. Par ailleurs, la recherche de nombre fait voir une démarche d'identification vers une solution désirée. Ex: "pour bien écrire les nombres". Dès lors, la présence de nombres justifie un calcul, une opération. Trouver la réponse, ou mieux, le résultat revient à identifier le calcul en jeu. De plus des réponses comme " Pour savoir combien je dois mettre, combien je dois trouver comme réponse" et "Parce que je dois savoir le contenu du problème avant d'écrire" évoquent l'idée d'une réponse qui existe et dont la résolution est une tentative d'aboutir à cette finalité. Une réponse telle "Pour bien écrire les nombres" évoque l'idée d'une centration sur les nombres au détriment de la composante sémantique du problème. Enfin, une réponse comme

" Je le lis pour savoir combien ils ont chacun, combien Rhode-Anne doit acheter" paraît moins évocatrice dans le contexte de la présente recherche.

Tableau 9

Liste des réponses des entrevues

Problème de type comparaison

Question : Pourquoi réfléchir après la lecture de l'énoncé?

Réponses	**Fréquences**
- Je pense à la manière d'écrire la réponse.	5
- Je pense au problème.	4
- Je pense aux mots.	1
- Je pensais, je lisais le problème pour savoir ce que je dois trouver comme réponse.	1
- Pour que je vois si je peux le comprendre.	1
- J'ai calculé si c'est l'addition ou la soustraction.	1
- Je pensais à ce qu'y a dans le problème et à ce que je dois faire pour répondre.	1
- Je pensais à ce que je vais écrire.	1
- Je pensais aux nombres.	1
- Je pensais à la solution.	1

Cinq grands ensembles se dégagent de l'ensemble des réponses. Une réflexion centrée sur les mots, sur les nombres, sur l'ensemble du problème, sur la manière d'écrire la solution et sur la solution. Dans cette foulée, il convient de distinguer une réponse comme "Je pense aux mots", qui entre dans la première catégorie. De plus, une réponse comme "J'ai calculé si c'est l'addition ou la soustraction" et "Je pense aux nombres" entrent dans la deuxième catégorie. Des réponses comme "Je pensais au problème", "Je pensais, je lisais le problème pour savoir ce que je vais trouver comme réponse" et " Je pensais à ce qu'il y a dans le problème et à ce que je dois faire pour répondre" entrent dans la troisième catégorie. De plus, des réponses comme "Je pensais à la manière d'écrire la réponse" et "Je pensais à ce que je vais écrire" entrent dans la quatrième catégorie. Enfin, une réponse comme "Je pensais à la solution" fait partie de la cinquième catégorie. Dans l'ensemble, la réflexion se focalise, soit sur la stratégie de résolution qui comprend la manière d'écrire et le résultat en soi, soit sur le choix direct d'une opération qui comprend une réflexion directe sur les nombres. En somme, la lecture de l'énoncé déclenche le processus de résolution qui devient effectif et aboutit quand même à un résultat. Mais la fréquence de la réponse "Je pensais à la manière d'écrire la réponse" montre clairement que le temps de la réflexion est surtout dépensé dans le "Comment écrire ce à quoi j'ai pensé" que dans "Qu'est-ce que je vais écrire". En somme, l'apprenant n'est pas indifférent au problème; il utilise des stratégies cognitives qu'il maîtrise, du moins dans une certaine mesure. De toute façon, il est à même d'expliquer ce qu'il fait, c'est-à-dire recommencer mentalement les opérations. Le contenu de la réflexion de l'apprenant offre des pistes très intéressantes à la présente recherche.

Tableau 10

Liste de réponse des entrevues

Problème de type comparaison

Question : Pourquoi ordonner les nombres?

Réponses	**Fréquences**
- C'est 35 qui est placé en premier dans l'énoncé.	5
- Parce que 19 est plus petit que 35.	4
- Parce que c'est 17 qui est en premier.	1
- Parce qu'on me dit combien Rhode-Anne doit acheter.	1
- Parc qu'on me dit combien je dois ajouter à 19 pour avoir 35.	1

Deux grands ensembles se dégagent de l'ensemble des réponses: l'ordre de grandeur croissant des nombres et l'ordre de présentation dans l'énoncé. A ces deux grands ensembles se rattachent des réponses moins évocatrices pour la présente recherche, telles par exemple, "Parce qu'on me dit combien Rhode-Anne doit acheter" et "Parce qu'on me dit combien je dois ajouter à 19 pour avoir 35". Mais l'ordre de présentation dans l'énoncé et sa fréquence font voir l'importance qui y est attachée 1/2. " Parce que 19 est plus petit que 35" se positionne en second rang par rapport à sa fréquence. Un des faits les plus saillants qu'il convient de mettre en exergue, c'est que le choix des nombres, tant la place que la taille, revêt une importance considérable aux yeux de l'apprenant qui lit. Le sens général qui revêt le problème. Le sens général du problème aux yeux de l'enseignant et même des auteurs des manuels scolaires paraît être superficiel par rapport à tout ce qui pourrait être lu entre les lignes par l'apprenant.

Tableau 11

Liste des réponses des entrevues

Problème de type comparaison

Question : Pourquoi choisir cet algorithme de calcul?	
Réponses	**Fréquences**
- Le choix d'une opération quelconque	7
- Référence aux petits bâtons.	4
- Référence aux doigts de la main	2
- Parce que l'énoncé a le mot acheter	1
- J'ai fait l'addition parce qu'on me dit combien de billes Rhode-Anne doit acheter	1
- Parce que je vois que ce n'est pas exact	1

Le choix d'un algorithme de calcul émerge directement de la réflexion après la lecture de l'énoncé. Trois types d'algorithme se dégagent de l'ensemble des réponses: ce sont le choix d'une opération (soustraction), l'usage des petits bâtons et celui des doigts de la main. Une réponse comme "J'ai fait des petits bâtons- je compte les bâtons combien ils sont - 35 bâtons. Maintenant, Je retire 19 après je compte je trouve 16" est très complète au point de vue sémantique. De plus une réponse comme "J'ai mis 16 sur 19 cela m'a donné 35 - J'ai compté avec mes doigts - pour savoir combien je dois mettre sur 19" entre dans la même catégorie des réponses sémantiquement complètes. De même que "soustraction" à la seule différence qu'une explication n'est pas jointe à ce choix. Par ailleurs, une réponse qui sort de l'ordinaire " Parce que l'énoncé a le mot acheter" est exceptionnelle. Cela traduit le résultat d'une réflexion mûre et qui se réfère aux activités quotidiennes. Acheter signifie dépenser de l'argent. Dépenser signifie avoir moins qu'avant, donc soustraire. Réponse à laquelle le chercheur n'aurait jamais pensé. Cela traduit la grande importance qu'on doit accorder aux apprenants et l'intérêt qui doit y être attaché car ils représentent une mine de réflexions qu'il convient d'examiner avec minutie.

Tableau 12

Liste des réponses des entrevues

Problème de type comparaison

Question : Pourquoi vérifier le résultat? comment?

Réponses	**Fréquences**
- Parce que j'ai fait le calcul mental et j'ai trouvé c'est ce ce résultat qui est juste.	1
- J'ai vérifié et j'ai vu que c'est exact.	1
- Parce que 35-19=16	1
- A mon avis le résultat que je trouve est juste.	1
- Parce que j'ai regardé dans la feuille pour savoir combien je dois écrire.	1
- Parce que j'additionne 35 et 19.	1
- Pour le comprendre.	1
- Je lis pour savoir ce que je dois écrire	1
- Je lis pour savoir combien Georgie et Rhode-Anne ont chacun.	1

La disparité au niveau des réponses fait clairement comprendre que l'étape de vérification échappe à l'apprenant, ou mieux, il n'est pas en pleine conscience qu'il peut être sûr que son résultat est juste. Des réponses comme "Parce que j'ai fait le calcul mental et j'ai trouvé c'est ce résultat qui est juste", "À mon avis le résultat que je trouve est juste", "Parce que j'ai regardé dans la feuille pour savoir combien je dois écrire" et " Parce que j'additionne 35 et 19" expliquent amplement l'absence ou mieux le manque de certitude de l'apprenant face à son produit. Cela traduit, en fait, le degré de confiance dont jouit l'enseignant aux yeux de l'apprenant et, par ricochet, sa propre hésitation face au produit de son activité dont il devrait pourtant être fier. Une réponse comme "35 - 19 = 16" paraît être persuasive puisqu'elle traduit une opération juste, à moins que le choix soit complètement injustifié. Les nombres semblent être imposants comme réponse puisqu'il s'impose par la justesse de l'opération, 35 – 19 = 16, on ne peut s'en passer. En plus, une réponse comme "Parce que j'ai fait le calcul mental et j'ai trouvé c'est ce résultat qui est juste" semble entrer dans l'ordre des réponses convaincantes, du moins à un certain niveau. Dans l'ensemble, l'étape vérification prend de l'ampleur et l'apprenant semble en prendre conscience à partir des problèmes de type comparaison. Alors, il est également important de considérer que l'apprenant, une fois rendu au second problème et à la seconde séance d'entrevue peut être plus consciente du rôle qu'il a à jouer dans l'auto-évaluation de son travail et dont il semble ne pas être conscient au cours de la première séance d'entrevue.

En général, pour les problèmes de type comparaison, l'apprenant enclenche le processus de décodage des informations par la lecture de l'énoncé qui est une démarche vers la compréhension du problème. Suite à cette lecture, la réflexion subséquente est souvent dominée par la présence de l'expression "Autant que" qui, bien que traduit en créole, paraît mal assimilée par les apprenants. Apprivoisé par l'entrevue précédente, l'apprenant verbalise beaucoup plus et laisse plus clairement perceptible le contenu de sa réflexion. Ensuite le choix de l'algorithme de calcul est basé sur des critères qui ont l'air plus persuasifs. La vérification, pour les problèmes de type combinaison, paraissait échapper au contrôle de l'apprenant. À la suite de l'entrevue, avec le problème de type comparaison l'apprenant se ressaisit et est apparu plus en contrôle, puis démontre un certain degré de certitude dans le résultat. Pour les problèmes de type comparaison, l'apprenant emprunte un processus et en est de plus en plus conscient, bien qu'il ne soit aidé de matériel manipulable. Cela semble être les conséquences directes de l'enseignement reçu. A cette fin, il semble se situer au niveau abstrait de la compréhension des concepts logico-physiques de Bergeron et Herscovics(1988).

Tableau 13

Liste des réponses des entrevues

Problème de type changement

Question : Pourquoi lire l'énoncé?

Réponses	**Fréquences**
- Pour le comprendre	9
- Pour trouver la réponse	2
- Je lis le problème pour savoir ce que je vais faire et trouver comme réponse	1
- Parce que j'avais 48 billes, il donne 19 à sa sœur il lui reste18	1

La présence de la réponse "Pour le comprendre 9/13" semble être tout à fait indiquée.

Il s'agit de l'ouverture vers des stratégies cognitives appropriées en vue d'aboutir au résultat. Cette ouverture se fait non seulement par la lecture de l'énoncé mais également par une mise en correspondance entre ce que le problème charrie comme sens et les clichés acquis par la résolution ou la lecture de problèmes antérieurs. Dans le même ordre d'idée entre les réponses telles "Je lis le problème pour savoir ce que je vais faire et trouver comme réponse" et " Pour trouver le résultat", l'apprenant semble centrer la lecture sur la quête d'une réponse" et sur les moyens d'y aboutir. Bien que " Pour trouver la réponse" peut encore être interprété comme "Ce que je dois faire pour trouver la réponse", un fait reste certain: la finalité semble primer sur les moyens qui vont entrer en jeu en vue d'y aboutir. Une réponse comme "Parce que j'avais 48 billes, il donne 19 à sa soeur il lui reste 18" semble être moins évocatrice dans le cadre de la présente recherche et traduit plus une réponse désinvolte qu'une compréhension claire de l'objectif poursuivi à travers la lecture. En somme la lecture de l'énoncé est le début d'une démarche vers des stratégies cognitives appropriées en vue d'aboutir au résultat.

Tableau 14

Liste des réponses des entrevues

Problème de type changement

Question : Pourquoi réfléchir après la lecture de l'énoncé?

Réponse	**Fréquences**
- Je pense au problème	3
- Je pensais à ce que je vais écrire	3
- Je pensais aux nombres	2
- Je pensais à la manière de résoudre le problème	2
- Je pensais à la réponse que je vais trouver	2
- Je pensais à ce que dois mettre sur la feuille	2
- Je pensais à la réponse que dois écrire pour savoir combien Rhode-Anne a	1
- Je pense à la présentation de l'énoncé	1

Les réponses semblent être disparates, si l'on s'y fie, telles qu'elles sont formulées par les apprenants. Mais fondamentalement deux grands ensembles peuvent s'en dégager. Le premier qui s'intéresse au résultat et le second au moyen d'y arriver. Parmi les deux, il convient de distinguer ceux qui s'intéressent aux mots de ceux qui s'intéressent aux nombres. A ceux- là pourrait s'ajouter une troisième classe, ceux qui s'intéressent au problème dans son ensemble. Parmi les réponses significatives, il convient de mentionner, "Je pensais à la réponse que je vais trouver" et "J'ai pensé à la réponse que je vais écrire pour savoir combien Rhode-Anne a" entrent dans la première catégorie. Des réponses comme "Je pensais à la manière de résoudre le problème", "Je pensais à ce que je dois mettre sur la feuille" et "Je pensais à ce que je vais écrire" entrent dans la deuxième catégorie. A ces deux, il convient de distinguer ceux qui s'intéressent à des données précises, soit aux nombres "je pensais au nombres", soit à des mots habituels "J'ai réfléchi sur les billes", soit sur l'ensemble du problème comme "Je pense au problème" et "Je pense à la présentation de l'énoncé". La réflexion qui fait suite à la lecture paraît chargée de fondement et traduit les stratégies cognitives en exercice pour aboutir à un résultat. L'apprenant réfléchit, est conscient de ses réflexions et aboutit à un résultat qui lui est propre.

Tableau 15

Liste des réponses des entrevues

Problème de type changement

Question : Pourquoi ordonner les nombres?

Réponses	**Fréquences**
- Parce que 19 est premier dans l'énoncé.	9
- Parce que 19 est plus petit que 28.	3
- Parce qu'on ne peut ôter 28 de 19	1
- Parce que 19 est premier dans l'énoncé et c'est l'addition que je vais faire.	1

La fréquence de la réponse "Parce que 19 est premier dans l'énoncé" indique que c'est l'avis de la quasi-totalité des apprenants participant à la recherche, soit 9/14. Chemin faisant, l'ordre de présentation des nombres paraît remporter sur l'ordre croissant de grandeur puisque cette réponse représente les 3/14 de l'ensemble des réponses fournies. Des réponses comme "Parce qu'on ne peut ôter 28 de 19", " Parce que 19 est premier dans l'énoncé et c'est l'addition que je vais faire", semblent porter la réflexion à un niveau plus élevé et ajouter à l'ordre de présentation, le choix de l'opération qui doit, à leur avis, avoir un sens. "Parce qu'on ne peut ôter 28 de 19" est tout à fait indiqué comme choix de sens qui s'impose en tant qu'opération soustractive. "Parce que 19 est plus petit que 28" semble être le choix délibéré de l'apprenant qui priorise cet ordre de grandeur. En somme, l'ordre d'écriture des nombres au cours de la résolution indique un choix conscient résultant d'une réflexion déclenchée par la lecture de l'énoncé.

Tableau 16

Liste des réponses des apprenants

Problème de type changement

Question : Pourquoi choisir cet algorithme de calcul?

Réponses	**Fréquences**
- Le choix d'une opération quelconque	9
- Il lui reste	5
- Référence aux petits bâtons	4
- Le choix d'une opération dû à la présence de "et"	2
- Parce que l'énonce a le mot acheter	1
- Pour trouver le résultat	1
- Combien?	1

Deux grands ensembles se dégagent de cet ensemble de réponses en apparence disparates. Ce sont le choix d'une opération et celui d'un algorithme de calcul. Le choix de l'opération semble être étayé par l'expression "il lui reste" qui constitue en fait un cliche tout fait. L'apprenant sait que le résultat de la soustraction s'appelle reste ou différence. "Alors dès qu'il voit le mot reste", il l'identifie comme tel. Une réponse comme "J'ai fait des petits bâtons pour savoir combien Georgie avait avant d'avoir donné 19 billes à Rhode-Anne", paraît être évocatrice et indique le choix délibéré et réfléchi de l'apprenant qui veut aboutir à la réponse. Par ailleurs, une réponse comme "Parce que je vois que je ne peux pas faire l'addition avec les deux nombres" évoque l'idée d'une alternative entre l'addition et la soustraction, dont la dernière l'emporte car elle s'impose comme choix unique pour aboutir à la solution. De l'avis de l'apprenant, d'autre part, une réponse comme "Parce qu'il y a le mot acheter" est chargée de signification. L'apprenant, dans ses opérations quotidiennes, sait que l'achat implique des dépenses et que les dépenses diminuent l'argent qu'on a; donc on soustrait. Il s'agit là d'une réponse qui tire ses racines dans le vécu de l'apprenant, dans son quotidien. Par ailleurs des réponses comme "Parce que je vois c'est l'addition qui est possible" et "Parce que je vois 19 et 28" semblent donner l'impression que la conjonction de coordination "et" sous-entend tacitement l'addition. En général, les apprenants choisissent un algorithme en pleine conscience et en prévoit déjà le résultat à travers ce qu'ils pourraient appeler leurs procédés en vue d'aboutir au résultat. Ces procédés sont en général très intéressants quant on les soumet à l'étude et représentent le fruit d'une réflexion purement abstraite et non à partir d'une manipulation d'objets concrets. Dans l'ensemble, le choix de l'algorithme est le fruit d'une réflexion consciente, démonstration d'une étape subséquente à tant d'autre.

Tableau 17

Liste des réponses des entrevues

Problème de type changement

Question : Pourquoi vérifier le résultat? Comment?

Réponses	**Fréquences**
- J'ai relu le problème.	2
- J'ai fait la soustraction.	2
- Parce que je mets 19 et 28 ensemble.	1
- J'ai fait le calcul mental.	1
- Je regarde et je vois que le résultat est exacte.	1
- En le résolvant j'ai fait le calcul.	1
- Je fais le calcul et je trouve que c'est exact.	1
- Parce que j'ai bien calculé.	1

Le choix d'autovalider le résultat paraît un peu plus évident lors de la résolution de problème de type changement. Des réponses comme "Parce que je mets 19 et 28 ensemble", "J'ai fait le calcul mental, "J'ai regardé et je vois le résultat est exact", " En le résolvant j'ai fait le calcul mental", "J'ai fait le calcul et j'ai trouvé que c'est exact", "J'ai relu le problème" et "Parce que j'ai bien calculé" paraissent être convaincantes comme motif de vérification. Le fait que les séances semblent avoir de l'influence les unes par rapport aux autres, de façon logique elles éclairent sur l'obligation d'arriver à l'étape vérification. Le dernier problème semble accorder à l'apprenant l'opportunité de s'exprimer avec certitude, du moins à un certain degré, et lui permet d'éprouver la fierté d'avoir résolu un problème. Toutes les réponses semblent indiquer le degré de conscience que l'apprenant atteind en vérifiant son résultat. La fréquence de la réponse "J'ai relu le problème" est tout à fait indiqué dans le cadre de la présente recherche. Tout compte fait, l'apprenant semble être vraiment conscient de l'autovalidation du résultat après les deux premières séances.

En général, pour les problèmes de type changement, la verbalisation semble atteindre son apogée surtout avec l'aide des deux séances antérieures. L'apprenant emprunte un processus de résolution avec clairvoyance et dans la perspective d'une quête vers des stratégies cognitives appropriées en vue de la résolution. La réflexion subséquente paraît être éclairante, mais le niveau de difficulté du problème semble faire accuser un pourcentage élevé d'échec. Le problème à état initial inconnu semblent poser des difficultés à l'esprit de l'apprenant jeune dans les huitaines. Ce problème ne devait pas se poser puisque les sujets les plus vieux acquièrent déjà un degré de réversibilité élevé. L'hypothèse est l'habitude avec ces types de problèmes, mais dans ce contexte cela semble ne pas tenir puisqu'il s'agit de problèmes inspirés tant des manuels classiques haïtiens du primaire que des problèmes expérimentés par Bergeron et Herscovics(1988). Là encore, le degré de difficulté reste en soi un problème quel que soit l'aspect considéré. Un fait demeure intéressant, c'est l'appropriation par l'apprenant de l'étape vérification qui jusqu'ici paraissait échapper à leur contrôle. L'apprenant vérifie le résultat et démontre un degré de certitude supérieur par rapport à celui retrouvé au niveau des problèmes de types combinaison et comparaison. Cela constitue donc un acquis conféré tacitement aux apprenants au cours de l'expérimentation. En somme, pour les problèmes de type changement, l'apprenant semble se situer au niveau abstrait de la compréhension des concepts logico-physiques de Bergeron et Herscovics (1988).

4.1.2 Conclusion générale sur les entrevues

Dans l'ensemble, la lecture de l'énoncé déclenche le processus d'ouverture vers le décodage des informations fournies. Ce processus s'avère différent en fonction du type de problème, du degré de difficulté et surtout de l'habitude de résolution à la suite des séances ultérieures. En fait, les apprenants se révèlent de plus en plus performants du problème de type combinaison que de celui de type changement. De même, la réflexion subséquente à la lecture de l'énoncé, est de plus en plus significative en terme de verbalisation. Le contenu de la réflexion devient de plus en plus expressif et traduit le comportement d'un apprenant de plus en plus conscient des stratégies cognitives mises en branle pour arriver à ce résultat.

Par ailleurs, le choix de l'algorithme de calcul est comme une sélection faite à partir de tous les éléments qui émergent de la réflexion. Cette sélection est surtout un processus d'assimilation, de mise en correspondance avec les énoncés déjà vus, les problèmes déjà résolus. Le choix de l'algorithme, du début de la première séance jusqu'à la dernière, est surtout fonction de la présentation de l'énoncé tels les mots utilisés, la taille des nombres en jeu ainsi que leur ordre de présentation. Ce dernier élément joue un grand rôle dans tous les problèmes et oriente le choix de l'algorithme de calcul. L'enseignement reçu semble jouer un rôle prépondérant dans la non-utilisation de matériels manipulables. L'abstraction précoce dont l'apprenant fait montre et qui semble être les implications de l'enseignement reçu, l'empêche d'utiliser ces types de matériel.

De plus, dans tous les problèmes les apprenants semblent ne pas être entièrement en contrôle de l'étape vérification, du moins à un certain degré. Mais chaque apprenant, au cours de la première séance d'entrevue, semble ne pas se ressaisir et prendre conscience qu'il peut à un certain degré être sûr de son résultat. A cette fin, l'expérimentation semble créer une prise de conscience chez l'apprenant qui est trop habitué à être satisfait par suite de la validation de l'enseignant. L'autovalidation semble être la conséquence directe des séances antérieures.

En somme, l'apprenant enclenche un processus et est en pleine conscience de ce qu'il fait et montre d'un certain niveau d'abstraction. Alors l'apprenant de la troisième année du primaire semble se situer au niveau abstrait de la compréhension des concepts logico-physiques de Bergeron et Herscovics (1988).

4.1. 3 Présentation des produits

Cette section traite de la présentation des produits. Elle consistera en un tableau récapitulatif des trois types de problèmes identifiés dans l'étude. Chacun sera étudié sur cinq niveaux : lecture, algorithme, résolution, trace et résultat. Chaque niveau fera l'objet d'un commentaire explicatif basé sur la fréquence des algorithmes utilisés. L'ensemble permettra de dégager une tendance en fonction des fréquences obtenues. Ce qui aidera, éventuellement, à une meilleure compréhension de la trace d'un apprenant soumis à une épreuve de résolution de problème de type additif.

Tableau 18 Fréquence des algorithmes utilisés

	Types d'analyse			
	Combinaison	Comparaison	Changement	Total
Lecture				
1-Copie du problème	40.0 %	50.0%	10.0%	100.0%
2-Adaptation	32.1%	21.4%	46.4%	100.0%
Algorithme				
3-Opération	34.1%	34.1%	31.8%	100.0%
4-Petits bâtons	33.3%	41.7%	25.0%	100.0%
5-Écriture verticale	26.7%	40.0%	33.3%	100.0%
6-Écriture linéaire	31.6%	34.2%	34.2%	100.0%
Résolution				
7-Problème réussi	51.9%	29.6%	18.5%	100.0%
8-Problème échoué	16.0%	36.0%	48.0%	100.0%
Trace				
9-Ne fait rien				
10-Trace inexistante	50.0%	50.0%	00.0%	100.0%
11-Résultat	16.7%	33.3%	50.0%	100.0%
fragmentaire	33.3%	25.0%	41.7%	100.0%
12-Réponse explicite				
Résultat				
13-Double essai	23.3%	40.0%	36.7%	100.0%
14-Simple essai	45.5%	25.0%	31.8%	100.0%
15-Résultat typique	60.0%	40.0%	00.0%	100.0%

La lecture

La lecture étant l'action de lire, de chiffrer, dans cette section il convient de cerner les sujets en regard de leur habileté à lire les problèmes. En effet le pourcentage des sujets à avoir copié le problème pour le type combinaison est très évocateur: 40 % contre 32.2 % qui interprètent le contenu du problème. Il y a d'abord deux façons de comprendre la situation : ou bien ils ne peuvent construire eux-mêmes des phrases ou bien la facilité avec laquelle ils trouvent la réponse ne leur permet pas de réfléchir. Il y a lieu de considérer la deuxième solution et cela paraît vraisemblable; d'ailleurs le pourcentage d'élèves à avoir réussi le problème en dit long, 51.9 %. Pour le type comparaison, 50 % des sujets ont repris littéralement la donnée contre 21.4 % qui les interprètent. Dans ce cas, il y a lieu de considérer que l'interprétation que le sujet se fait du problème correspond à un manque de compréhension de la donnée; d'ailleurs le pourcentage de réussite en dit long, 29.6 % seulement Quant aux problèmes de type changement, les 10 % des sujets ayant reproduit littéralement les données de l'énoncé dans la résolution permettent de considérer qu'un grand effort d'adaptation est fait pour arriver à la résolution. D'ailleurs 46.9 % est très évocateur et indique clairement cet effort d'adaptation. Mais la situation paraît évidente quand on se réfère au pourcentage de réussite. Seulement 18 % des sujets ont réussi le problème. Cela met clairement en évidence le degré de difficulté du problème aux yeux de l'apprenant.

Les algorithmes

L'algorithme est une suite finie d'opérations élémentaires constituant un schème de calcul ou de résolution d'un problème. En effet pour les problèmes de type combinaison, l'utilisation des opérations paraît au même pied d'égalité avec les petits bâtons 34.1 % contre 33.3 % avec une différence moins significative de 0.8 %. Pour l'écriture des nombres 26.7 % effectuent verticalement l'opération contre 31.6 % qui le font de façon linéaire. Le choix des petits bâtons paraît d'un niveau de raisonnement inférieur par rapport à celui d'opération proprement dite. Mais on doit également mentionner qu'un grand nombre de sujets utilisent à la fois les petits bâtons et les opérations proprement dites. Ils utilisent souvent les premiers comme un support pour les derniers. Il reste toutefois que ceux qui utilisent directement une opération paraissent d'un niveau plus élevé que ceux qui utilisent des supports avant l'opération. Les écritures verticales et linéaires paraissent transmettre le même sens, à la différence que celui qui est à même de calculer correctement une opération de façon linéaire paraît la maîtriser avec beaucoup plus de facilité. Mais souvent, il arrive que ce sont les mêmes apprenants qui, après avoir posé l'opération, la transcrivent sous une autre forme, soit linéaire. De même pour les problèmes de type comparaison, 34.1 % des sujets ont utilisé des opérations contre 41.7 % des petits bâtons; la différence significative pourrait être comprise dans le fait que ce type de problème est d'un niveau de raisonnement supérieur par rapport à celui de type combinaison. Quant à l'écriture verticale et linéaire, la différence de 5.8 % paraît significative, mais l'est moins dans les faits si l'on considère que souvent les sujets utilisent les deux formes: la première pour poser l'opération et la deuxième dans le cadre de la solution proprement dite. Pour les problèmes de type changement, 31.8 % des sujets ont utilisé l'opération contre 25.0 % les petits bâtons. La différence de 5.8 % peut être comprise dans le sens que le niveau de difficulté de ce problème porte les sujets à poser une opération sans tenir compte de la solution du problème. Quand à l'écriture verticale ou linéaire, la différence au niveau des problèmes de type changement n'est pas significative à 0.9 %.

Trace

La trace étant une suite d'empreinte, dans cette partie, il convient d'expliquer la composition des écrits des sujets. Pour l'ensemble des sujets, en présence du problème une réponse est tentée. Pour le problème de type combinaison, tout le monde fait quelque chose. C'est ce qui justifie que la trace est intéressante comme variable. Mais souvent, ce que fait le sujet n'est pas évocateur; c'est ce qui justifie le taux élevé (50%). De plus, les résultats fragmentaires sont à un pourcentage bas (16.7 %). De cela, on peut déduire que ceux qui ne sont pas capables de fournir une réponse satisfaisante n'essaient non plus souvent de tenter quelque chose. De la même façon, ceux qui le peuvent fournissent quelque chose de satisfaisant. Cela paraît évident quand on se réfère au taux de réponses explicites 33.3%. Pour les problèmes de type comparaison, 50 % des sujets ne laissent quasiment de trace pouvant permettre de déduire quelque chose d'expressif. C'est différent avec les problèmes de type combinaison, même ceux qui ne sont pas capables de fournir une réponse satisfaisante, travaillent même s'ils ne laissent pas de traces intéressantes. Les 25 % de réponses explicites font clairement comprendre que ce type de problème paraît d'un niveau de raisonnement supérieur par rapport au précédent. Pour les problèmes de type changement, tous les sujets essaient de faire quelque chose; bien que ce soit pour une grande partie des réponses moins évocatrices. En outre 41.7 % des sujets fournissent des réponses satisfaisantes. Cela peut être interprété de deux façons: ou bien le niveau de difficulté du problème pousse le sujet à se livrer à une réflexion plus mature et à aboutir ainsi à la réponse; ou bien les séances précédentes ont permis au sujet de s'imbriquer dans l'ambiance de la réflexion mathématique, ou s'intégrer dans le processus de résolution de problème ce qui rend la tâche plus facile. De toute façon ces deux hypothèses, l'une n'exclut pas l'autre, sont d'ailleurs dans une certaine mesure liées.

Résultat

Dans cette partie il convient de cerner les sujets en regard des résultats produits (réussite ou échec). En effet le nombre d'essais avant d'aboutir à la réponse est très expressif dans le cadre de la présente recherche. Pour les problèmes de type combinaison, 23.3 % des sujets ont essayé une première fois avant d'aboutir à un résultat contre 45.5 % qui ont d'un trait abouti à une réponse. Cela permet entre autre de considérer que la relative facilité du problème ne laisse pas trop de place aux essais et erreurs. Alors, les 23.3 % peuvent être compris dans le sens d'un trop grand empressement d'écrire ce à quoi ils ont pensé. Se rendant à la deuxième séance avec le problème de type comparaison, le sujet paraît un peu plus averti car, 40.0 % font une tentative avant d'aboutir à un résultat contre 25.0 %. Mais le pourcentage d'échec demeure quand même élevé à 36.0 %. Pour les problèmes de type changement, 36.7 % ont fait une première tentative contre 31.8 % qui ont d'un coup abouti à une réponse. Ce taux élevé peut être compris dans le sens du niveau de difficulté du problème de type changement. Beaucoup ont essayé une fois, deux fois de suite, mais le taux d'échec reste considérable 48.0 %, ce qui pourrait augurer un problème de niveau supérieur pour les sujets concernés. De toute façon, ce problème a fait déja l'objet d'expérimentation dans le cadre des enfants plus jeunes et de même niveau académique. D'autre part, le nombre d'apprenants typiques est élevé pour les problèmes de type combinaison 60.0 % mais moins élevé pour les problèmes de type comparaison. Quant aux problèmes de type changement, le taux est nul. Qu'est-ce qui pourrait être déduit de cela? La relative facilité des premiers types de problèmes a permis aux sujets de faire preuve de quelqu'un qui travaille en main de maître et cela se comprend clairement car le taux décroît du problème suivant pour s'annuler au dernier type de problème.

De façon générale, l'ensemble des produits des sujets a permis de faire une idée encore plus juste de ce qui pourrait être le résultat face à un processus sciemment ou inconsciemment enclenché et qu'il convient de déceler par l'action conjuguée d'entrevues et de produits.

4.2 Analyse descriptive des données

La présente section permettra de jeter un regard critique sur les oeuvres des auteurs répertoriées dans le présent travail. Elle permettra, entre autres, de mesurer à la lumière de l'expérimentation occurrente les diverses assertions des chercheurs inscrites dans l'aire de la présente recherche. Chemin faisant, elle permettra de se faire une idée provisoirement juste sur la conformité du modèle de Bergeron et Herscovics (1988) relativement à la résolution de problèmes de type additif dans le cadre des apprenants haïtiens de troisième année du primaire accusant un retard léger et/ou lourd.

4.2.1 Référence à la recension

Les recherches de Carpenter (1985) et Carpenter et Moser (1983) relatives aux comportement de l'apprenant en situation de résolution de problèmes ont permis d'observer que l'apprenant en situation de résolution de problèmes de type additif se réfère aux doigts de la main pour dénombrer même si le résultat paraît simple. C'est d'ailleurs cela qui a justifié les 33.33 % dans les problèmes de type combinaison, les 41.7 % dans les problèmes de type comparaison et les 25.0 % dans les problèmes de type changement des sujets se référant aux petits bâtons pour arriver au résultat. Ils ont d'ailleurs tous caché leurs mains derrière leurs pupitres pour compter avec les doigts. Il a fallu l'intervention du chercheur pour les porter à faire clairement tous ceux qu'ils ont en tête de faire. Ceci peut évidemment être compris si l'on se réfère au niveau d'âge des sujets. Ils sont en moyenne âgés entre 11 et 15 ans; ils se considèrent comme grands et, par conséquent, doivent faire montre d'un niveau de raisonnement plus élevé que leurs pairs moins âgés.

De toute façon, ils n'étaient pas nombreux ceux qui utilisaient la récupération des faits numériques stockés en mémoire à long terme.

Les travaux de Moser et Carpenter (1988) conduisent dans la perspective des différences individuelles et mettent en évidence une forte corrélation entre type de problème et procédure. Ces derniers affirment que les situations de comparaison entraînent le plus souvent le recours à la correspondance, et cela en troisième année, cède peu à peu la place à la récupération des faits numériques stockés en mémoire. Au cours de l'expérimentation, quand l'expérimentateur demande à l'apprenant de raisonner fort, ils étaient nombreux ceux qui se référaient à leurs parentés et aux fruits connus au lieu de billes, Rhode-Anne, Guertin et Énock, mais cela ils le feraient mentalement sans l'intervention de l'expérimentateur. Escarabajal (1988) note qu'en présence du problème, le sujet qui ne dispose pas du schéma approprié pour le résoudre peut activer un schéma qui appartient à une classe plus élémentaire de problèmes que le sujet sait résoudre. C'est ce qui justifie l'écart entre ce que fait l'apprenant et l'énoncé suggéré par l'enseignant et, de ce fait, la solution trouvée par l'apprenant est en marge de celle souhaitée par l'enseignant et le taux d'échec par catégorie de problèmes en dit long: 16.0 % pour le problème de type combinaison, 36.0 % pour le problème de type comparaison et 48.0 % pour le problème de type changement. Cette régression des sujets dans la résolution des problèmes peut être compris au niveau de l'ordre de difficulté des problèmes car les problèmes présentent un ordre graduel de difficulté du type combinaison au type changement. Il y a par contre une très forte corrélation entre niveau de lecture et performance à une épreuve de résolution de problèmes à l'écrit. Selon Fayol (1990), les enfants habitués aux problèmes n'éprouvent aucune difficulté. Il semble qu'ils repèrent dès la(les) premières(s) propositions(s) d'un énoncé la catégorie à laquelle il appartient. Cela leur permet de sélectionner et d'activer en mémoire le "schéma" adéquat constitué à partir des expériences antérieures. Il s'ensuit que la pertinence des informations et leurs rôles se trouvent évalués *on line*, c'est-à-dire au cours même de l'encodage, facilitant d'autant plus l'interprétation que la résolution. Cela s'est vu très clairement au cours de la résolution quand l'expérimentateur demande à l'apprenant de raisonner fort; en même temps qu'il répète les mots clés, il gesticule sur ce que pourrait être la logique du problème et fournit une réponse.

En effet, le sujet en présence du problème se fait une représentation. Comme le remarque Richard, cela implique deux niveaux d'approche. Le premier a trait à la définition des informations de base susceptibles d'être utilisées. Le second vise à intégrer les éléments dans un réseau de relations. Et dans les deux cas, la réussite dépend de ce que sait déjà le sujet, de ses connaissances relatives aux types de problèmes, au contexte de la tâche mais aussi de la formulation. En effet, à la lecture de l'énoncé, le sujet se donne une signification aux mots utilisés selon l'usage qu'il s'en faisait déjà. C'est d'ailleurs cela qui justifie le taux de sujets à avoir interprété l'énoncé au lieu de réécrire la réponse. Alors la dureté de cet effort diminue avec l'habitude de résolution du problème en vue, 32.1 %, 21.4 % et 46.4 % respectivement pour les problèmes de type combinaison, comparaison et changement.

L'intégration des informations dans le réseau de relations dépend essentiellement de l'habitude du sujet à résoudre ce type de problème. Bien que pour interpréter les informations, la compréhension des mots, leur ordre a joué un grand rôle, mais leur intégration ne s'ensuit pas directement. D'autre part, la taille des nombres a joué un rôle prépondérant car même lors d'une étude pilote réalisée avec des enfants haïtiens nés au Canada et de même niveau que les sujets de l'expérimentation, le problème de taille des nombres a joué un très grand rôle. Pour les mêmes problèmes, mais avec des nombres compris entre 51 et 100, les mêmes sujets n'étaient pas en mesure de les résoudre, mais avec des nombres compris entre 30 et 50, les sujets étaient en mesure de les résoudre (De Cortes et Vershaffel, 1987). Cela a eu lieu également au cours d'une deuxième étude pilote réalisée en Haïti. Cela confirme les recherches de De Cortes et Vershaffel (1987). De même que l'énoncé où l'état initial est inconnu. Dans le problème de type changement, à chaque séance l'apprenant demande au chercheur "Combien Rhode-Anne avait-elle de billes?" Parce que c'est l'état initial qui est inconnu (Fayol et Abdi ; 1986), Fayol, Abdi, Gombert 1987).

Enfin les recherches de Vincent (1997) sont tout à fait indiquées. Les jeunes enfants ne constituent pas des terrains en jachère lorsqu'ils sont sur le point d'entreprendre l'exploration de notions nouvelles. Ils disposent déjà de représentations, de pré-conceptions, dont certaines peuvent être forts évoluées. Les modèles dégagés par les enfants dans quelque discipline que ce soit ne sont ni spontanés ni fortuits; ils sont le résultat d'une structuration originale du sujet. Ils semble bien qu'on a tout intérêt à scruter les manières de faire et de dire des sujets au-delà des seules réponses fournies dans les cahiers scolaires.

4.2.2 Conformité au modèle de Bergeron et Herscovics (1988)

Se référant au modèle de Bergeron et Herscovics, la tendance centrale se dégage autour d'un processus qui semble caractériser la quasi-totalité des sujets. L'objectif de la lecture de l'énoncé semble pour la majorité des sujets la compréhension du problème puisqu'à la question "Pourquoi lire l'énoncé?" les 11/18 des sujets répondent "Pour le comprendre". De même que pour les problèmes de type comparaison, "Pour le comprendre" représente 11/16 des réponses obtenues à la question "Pourquoi lire l'énoncé?" La même chose pour les problèmes de type changement, "Pour le comprendre" correspond à 9/13 des réponses distinctes obtenues. Alors, on peut directement déduire que pour la quasi-totalité des apprenants et pour l'ensemble des problèmes, l'objectif de la lecture de l'énoncé est la compréhension du problème. Il est logique qu'on soit porté à croire que les sujets enclenchent un processus pour résoudre le problème et en sont pleinement conscients. Il ne s'agit pas d'une appréhension visuelle globale, donc d'une simple réponse à la va-vite mais le fruit d'une réflexion amorcée par la lecture de l'énoncé.

Mais on pourrait se poser la question : "Quel est, en général, le contenu de cette réflexion succédant à la lecture de l'énoncé?" Pour les problèmes de type combinaison et pour les 3/17 de l'ensemble des réponses fournies, cette réflexion concerne surtout la composition de la résolution. En effet, le sujet sait plus ou moins ce qu'il doit écrire à la lecture de l'énoncé, mais son problème c'est comment l'écrire; ce qu'il doit mettre en premier et veut, tout compte fait, obtenir l'approbation de son enseignant; dès lors il se réfère aux doigts de la mains, aux petits bâtons ou à une ou des opérations proprement dites. C'est d'ailleurs ce qui commande l'ordre de l'écriture des nombres. D'ailleurs dans le problème de type comparaison, cette déduction est confirmée puisque les 5/17 des réponses obtenues à la question "À quoi tu réfléchis après la lecture de l'énoncé?" confirment que c'est à la manière d'écrire la réponse. De même que pour les problèmes de type changement, les 5/17 des réponses obtenues confirment que la réflexion est centrée sur la manière d'écrire la réponse: "Je pense à ce que je dois mettre sur la feuille." fréquence 2 ; " Je pensais à ce que je vais écrire ", fréquence 3.

L'ordre des nombres dans les opérations est fruit d'une réflexion mature puisque la moitié des réponses obtenues à la question "Pourquoi ordonner les nombres?" pour les problèmes de type combinaison, confirment que c'est à cause de l'ordre de présentation des nombres dans les énoncés. Puis 1/3 des sujets à la même question, priment l'ordre de grandeur des nombres. De même que 5/12 des réponses à la même question pour les problèmes de type comparaison priment l'ordre de présentation contre 1/3 pour l'ordre de grandeur des nombres. De même pour les problèmes de type changement, 9/14, l'ordre de présentation des nombres dans l'énoncé contre 3/14 pour l'ordre de grandeur des nombres. Dans l'ensemble, l'ordre de présentation des nombres dans l'énoncé est important comme le dit De Cortes et Vershaffel (1987). Il convient de bien faire attention à la distribution des nombres dans la donnée.

Le choix de l'algorithme de calcul est important; celui-ci est motivé par diverses raisons dont les importantes sont: la question posée comme dans le problème de type combinaison Ex: Ont-ils des billes ensemble (fréquence 5), pour les problèmes de type comparaison, le choix est trop éparpillé; il semble ne pas dégager une tendance, soit à cause d'un manque de compréhension du problème, soit à cause d'une mesinterprétation. De toute façon, une tendance centrale ne peut pas se dégager de cet éparpillement. Pour les problèmes de type changement, les 5/23 des réponses obtenues semblent accuser que le choix de l'algorithme est motivé par les mots-clé "Il lui reste". Alors en général, l'apprenant choisit un algorithme à partir d'une connaissance antérieure, laquelle est déclenchée à la lecture de l'énoncé.

La vérification du problème semble ne pas être, pour les apprenants de ce niveau, une étape dans la résolution. Mais un certain nombre de réponses semblent être évocatrices. Telle par exemple pour les problèmes de type combinaison, "J'ai fait l'addition" accuse une fréquence de 1/3. Une tendance ne se dégage pas pour les problèmes de type comparaison vu l'éparpillement des réponses. De même pour les problèmes de type changement, le fait d'effectuer à nouveau l'opération ou un regard sur le problème paraît les plus représentatives parmi les réponses à cette question.

Il est clair que l'apprenant enclenche un processus et est de plus en plus conscient des étapes encourues. Ce qui pourrait signifier qu'il ne s'agit pas d'une appréhension visuelle globale, mais d'une sorte de correspondance bi-univoque entre les objets physiques non manipulables et dont une représentation mentale en est faite. Il n'est non plus possible de faire allusion à l'invariance aux diverses transformations physico-spaciales vu que le repérage par rapport à ce qui est donné dans l'énoncé est souvent en fonction des objets qui leur sont beaucoup plus immédiats. À la différence que la manipulation d'objets n'était pas dans cette expérimentation, étant donné que pour les apprenants haïtiens la manipulation n'est pas chose courante puisqu'on ne dispose pas de matériels manipulables préfabriqués. De plus, en terme de matériel c'est surtout la connaissance qui manque puisque que les capsules de colas, les cailloux, les brindilles d'arbres dans les brousses peuvent être des matériels manipulables. La présente recherche, se basant sur une étude pilote réalisée en Haïti avant l'expérimentation formelle, n'a pas utilisé des matériels manipulables. En effet, les quelques matériels qui étaient disponibles n'étaient utilisés par les sujets lors de l'expérimentation. En outre, ces apprenants ayant une moyenne d'âge entre 12 et 15 ans font preuve d'un niveau de raisonnement plus élevé. Mais vu leur incapacité à se référer aux diverses transformations physico-spaciales, ils semblent se situer au niveau procédural de la compréhension des concepts logico-physiques de Bergeron et Herscovics (1988).

4.2.3 Les sujets typiques

Dans l'ensemble des résultats obtenus au cours de l'expérimentation, quelques sujets ont suscité une attention spéciale, surtout par la profondeur de leurs réponses qui, de façon étrange, ont un peu surpris le chercheur. Il se révèle opportun, dans le cadre de la présente recherche, d'accorder une attention particulière à ces dits apprenants dans l'espoir que le comportement affiché ferait, souhaitons-le, l'objet de recherches beaucoup plus approfondies de la part des chercheurs toujours soucieux d'apporter des réponses provisoirement justes aux problèmes soulevés dans les expériences quotidiennes.

Sujet K8C :

L'apprenant K8C est un jeune de 11 ans. Au cours de l'entrevue avec le problème de type combinaison d'ailleurs, la première séance réalisée avec cet apprenant, la suite logique de ses réponses et la concision dont il fait montre méritent une attention particulière. Il lit pour comprendre le problème et après la lecture il réfléchit sur la manière de produire le résultat trouvé dès la lecture de l'énoncé. Il ordonne les nombres par ordre croissant de grandeur et vérifie le résultat en ré effectuant le calcul. Le cheminement qu'il suit est très perceptible et traduit le comportement d'un apprenant qui maîtrise relativement bien ce qu'il fait. Il jouit d'une considération spéciale parce qu'il permet, dans le cadre du présent travail, de déduire sans grande difficulté son niveau de compréhension par rapport au modèle de Bergeron et Herscovics (1988). Il établit mentalement une correspondance bi-univoque entre les objets qu'il a l'habitude de voir et ce qu'il est en train de lire. Il pose son opération verticalement et reproduit horizontalement son résultat.. Il semble avoir commis une faute dans la reproduction, mais se ressaisit et écrit le résultat juste. Tout compte fait, cet apprenant semble se situer au niveau procédural de la compréhension des concepts logico-physiques de Bergeron et Herscovics (1988). Sa méthode de résolution de problèmes correspond tout à fait aux phases de résolution de Polya,G (1965).

<u>Sujet 3K3</u> :

Le sujet 3K3 est jeune de 10 ans. L'excellence de sa réponse au cours de la première séance avec le problème de type combinaison ne laisse aucun doute qu'il s'agit d'un apprenant qui sait verbaliser. Pour se faire une idée juste, il est tout à fait opportun de reproduire l'intégralité de sa réponse à la question "Pourquoi lire l'énoncé?", " Je lis pour savoir ce que je dois faire pour résoudre le problème." "Je lis pour comprendre si c'est l'addition, la multiplication ou la division." "Je lis pour que je comprenne quel nombre je dois mettre en premier." "Je lis pour que je pose l'opération convenable". À la première question, sa réponse était déjà correcte et la suite des réponses en dit long (annexe 3). Il apparaît tout à fait certain qu'il s'agit d'un apprenant qui sait ce qu'il fait et est en mesure de se faire comprendre et, par ricochet, facilite à l'expérimentateur de suivre le fil de sa pensée. Sa façon de procéder dans son produit est très géniale; il pose l'opération verticalement et la reproduit de façon linéaire en ajoutant les billes. Il reprend la question en la répondant; cela est vraiment significatif. Son cheminement dans la résolution correspond aux phases de Polya, G (1965) et se situe au niveau procédural de la compréhension des concepts logico-physiques de Bergeron et Herscovics (1988), étant donné qu'il est à même d'établir une correspondance bi-univoque entre ce qu'il sait déjà et le problème qui lui tombe sous les yeux.

Sujet 7K7 :

Le sujet codé 7K7 est jeune de 12 ans. L'exceptionnalité de ce sujet réside dans sa prise de conscience dès le départ à se rendre responsable de la validation de son produit. En effet, il a répondu à toutes les questions de l'entrevue et est arrivé à celle relative à la vérification; il a lui même pris la décision de refaire la solution. Il s'est rendu compte que la réponse n'est pas juste et qu'il fallait recommencer, pour trouver un résultat juste. Ce niveau de prise de conscience permet aisément de déduire que l'apprenant, en présence d'une situation-problème, enclenche un processus et est pleinement conscient des étapes suivies jusqu'à arriver à un résultat qu'il peut lui même juger juste, du moins à un certain niveau. Il essaie de manière adaptée d'aborder la situation-problème en appliquant le principe essai et erreur dans son produit d'activité, il pose deux fois l'opération et la deuxième fois, il met la retenu avant. L'apprenant établit mentalement une correspondance bi-univoque entre ce qu'il sait déjà et l'énoncé qui lui tombe sous les yeux. De ce fait, il se situe au niveau abstrait de la compréhension des concepts logico-physiques de Bergeron et Herscovics (1988) et en outre son processus de résolution répond aux phases de résolution de problème de Polya, G (1988).

Sujet 8K8 :

Le sujet 8K8 est jeune de 12 ans. La considération vouée aux séances réalisées avec lui réside dans le fait qu'il travaille en mains de maître. Il a suivi un cheminement logique en résolvant les problèmes et répond de manière satisfaisante et avec promptitude à toutes les questions de l'entrevue. Il lit pour comprendre le problème et pense à la solution. Il ordonne les nombres selon l'ordre croissant de grandeur et choisit son algorithme à l'aide de la question posée ou plus précisément le mot-clé de la question posée: le mot "ensemble" et vérifie son résultat en l'effectuant à nouveau mentalement. Sur sa feuille, une phrase quasiment correcte introduit la réponse. En somme, l'apprenant suit consciemment un processus et en est pleinement conscient sans utilisation de matériel manipulatoire dont il ne peut non plus se servir puisqu'il n'a pas appris à le faire. Son processus de résolution répond de manière satisfaisante aux phases de résolution de problèmes de Polya, G (1965). L'apprenant pourrait se situer au niveau procédural de la compréhension des concepts de Bergeron et Herscovics (1988).

Sujet 1K1 :

Le sujet 1K1 est un jeune de 10 ans. L'attention accordée à ce sujet est basée sur une réponse fournie qui sort de l'ordinaire. Au cours de la deuxième séance d'entrevue, la suite des réponses traduit le comportement d'un apprenant qui est pleinement conscient de ce qu'il fait et de son cheminement. Il lit pour comprendre, réfléchit pour choisir l'opération convenable et cette dernière est choisie sur la base d'un mot-clé de l'énoncé: "acheter". Ce raisonnement sort de l'ordinaire et surprend le chercheur à cause de sa profondeur. Acheter signifie dépenser de l'argent et dépenser c'est avoir moins qu'avant, donc soustraire. L'utilisation des mots est très délicate et doit être l'objet de choix judicieux. L'aspect sémantique pour ce sujet l'emporte sur le calcul relationnel. En fait, l'apprenant emprunte un processus et est pleinement conscient. Mentalement, il suit sa démarche et n'emploie pas de matériel manipulable bien qu'il ne peut non plus les utiliser suite à la faiblesse de l'enseignement reçu. Alors l'apprenant 1K1 semble se situer au niveau abstrait de la compréhension des concepts de Bergeron et Herscovics (1988) et satisfait tout à fait aux phases de résolution de problèmes de Polya, G (1965).

Sujet K9C :

Le sujet codé K9C est jeune de 12 ans. Cet apprenant retient l'attention du chercheur parce qu'entre autres, il a fait preuve d'un stade primaire de comptage mais suit la progression de façon normale et obtient le résultat. Tout résultat. Tout d'abord de façon étrange, en dépit de l'intervention du chercheur, il n'a pas voulu utilisé l'espace de la feuille réservé à cette fin. Il utilise, par conséquent, les bordures de la feuille. Au cours du processus de résolution, il utilise les petits bâtons, pose l'opération et écrit le résultat. Les réponses au cours des entrevues sont tout à fait satisfaisantes. Il lit l'énoncé, réfléchit autour de la compréhension du problème, choisit un algorithme et l'explique dans les menus détails:"J'ai fait les petits bâtons - J'ai compté les petits bâtons - J'ai compté les 35 petits bâtons pour savoir combien je dois ajouter à 19 pour donner 35". Le fait que l'apprenant utilise le processus et l'explique de façon satisfaisante prouve qu'il se situe au niveau procédural de la compréhension des concepts logico-physiques de Bergeron et Herscovics (1988) et par ricochet répond tout à fait aux phases de résolution problèmes de Polya, G (1965).

Sujet 5K5 :

Le sujet 5K5 est jeune de 10 ans. La particularité des séances réalisées avec lui se situe au niveau de la maîtrise démontrée en situation de résolution de problèmes et, par enchaînement, son aptitude à verbaliser, c'est- à- dire à répondre avec précision aux questions tout en permettant au chercheur de voir le fil de sa pensée. Notamment au cours de la deuxième séance d'entrevue (problème de type comparaison), l'apprenant a fait preuve d'habileté de langage et, par enchaînement, de raisonnement logique. Il lit pour comprendre le problème et réfléchit sur la manière de résoudre le problème. Il écrit les nombres par ordre décroissant de grandeur, choisit son algorithme en fonction du mot-clé de la question (autant que) et enfin vérifie son résultat en effectuant à nouveau l'opération. L'algorithme choisi est manipulé à divers niveaux. En premier lieu, les petits bâtons font suite à l'opération posée verticalement suivie de l'écriture linéaire de l'opération. Deux raisonnements différents se font. Au cours d'un premier, il pense à l'addition et met l'idée à exécution et dans un second temps, il pense à la soustraction et met à nouveau l'idée à exécution et résoud le problème. Pourquoi ce changement dans un premier temps, il semble que l'apprenant n'a pas bien compris la signification du mot-clé "autant que"; c'est d'ailleurs la raison qui l'a porté à ajouter les virgules aux 35 petits bâtons, il ôte 19 et compte le reste qui donne 16. Il utilise à cet effet du matériel semi-concret comme aide au raisonnement abstrait. Il est tout à fait logique de penser qu'il se situe au niveau procédural de la compréhension des concepts logico-physiques de Bergeron et Herscovics (1988) et répond avec satisfaction aux phases de résolution de problèmes de Polya, G (1988).

4.2.4. Synthèse

Dans l'ensemble, la considération particulière accordée à ces sujets se fonde sur la nature même de la présente recherche. En effet, la présente étude se situant dans une perspective exploratoire de nature descriptive et explicative, s'intéresse aux sujets les plus verbalisants. Les apprenants ci-dessus mentionnés ont permis de jeter une bouffée de lumière sur le processus que pourrait suivre un apprenant de la troisième année du primaire pour résoudre un problème de type additif. Toutefois compte tenu du principe de la différence individuelle, l'ensemble des apprenants ayant fait l'objet de l'expérimentation n'a pas permis de dégager une tendance généralisée de ce processus en rapport avec le modèle de Bergeron et Herscovics (1988). Tout au moins la tendance est très éparse, s'il faut parler de tendance et oscille entre le niveau procédural et abstrait de la compréhension des concepts de Bergeron et Herscovics (1988) et semble répondre tout à fait aux phases de résolution de problèmes de Polya, G (1965).

Chapitre 5

Réponse à la question de recherche, conclusion et suggestion

Ce chapitre traite de la vérification de la question de recherche, laquelle permettra de tirer certaines conclusions. Des suggestions seront également proposées ouvrant éventuellement la voie à des recherches futures.

5.1. Réponse à la question de recherche

Il est vrai que l'apprenant, en situation de résolution de problème, fait appel à la mémoire à court ou long terme, essaie de manière vraisemblablement adaptée d'établir une correspondance bi-univoque entre ce qui constitue pour lui des clichés peuplés par les objets de son environnement immédiat et les situations problèmes classiques ou de la vie courante auxquelles il faisait face. Cette mise en correspondance a permis de déduire un cheminement de la pensée de l'apprenant en situation de résolution de problème de type additif. La lecture de l'énoncé permet à l'apprenant de rentrer en contact avec le sens du problème puis, il s'ensuit une réflexion pour établir cette mise en correspondance et qui va déterminer le choix de l'algorithme de calcul et l'ordre d'écriture des nombres. En général, l'apprenant n'endosse pas la responsabilité de l'évaluation ou mieux de l'auto validation de son produit. Cela semble être laissé aux soins de l'enseignant; vraisemblablement, conséquence de l'enseignement dispensé par ce dernier. A côté du refus systématique de bon nombre d'entre eux de disposer de la partie de la feuille réservée à la rédaction et qui préfèrent écrire aux extrémités, il convient de mentionner la systématisation dans la rédaction dont font preuve les sujets typiques pour résoudre le problème. Dans le fond, l'ensemble des réponses fournies semblent situer l'apprenant haïtien de la troisième année du primaire non au niveau des concepts logico-mathématiques mais au niveau des concepts logico-physiques de Bergeron et Herscovics (1988). Il reste à savoir à quel stade se situe l'apprenant au niveau des concepts logico-physiques?- la fréquence de la réponse "Je lis le problème pour le comprendre" et "Je lis le problème pour savoir la manière d'écrire la réponse" et ceux-là aux trois types de problèmes est tout à fait indiquée. Pour l'apprenant haïtien, l'aspect sémantique l'emporte sur le calcul relationnel. De plus, la tendance prononcée des apprenants d'abstraire dès le départ au lieu d'utiliser les objets qui peuplent son environnement immédiat, résultat d'une étude pilote réalisée en Haïti dans le cadre de cette recherche, pourrait logiquement signifier que l'apprenant de la troisième année du primaire se situe entre les niveau procédural et abstrait de la compréhension des concepts logico-physiques de Bergeron et Herscovics (1988). Également, il semble tout à fait indiqué que l'apprenant haïtien sans s'en rendre compte se conforme aux phases de résolution de problèmes de Polya, G (1965).

5.2 Conclusion et suggestions

Il est un fait intéressant, que certaines réponses des sujets représentent une mine pour la recherche en éducation et plus précisément en didactique des mathématiques. Il convient de mentionner une réponse qui constitue pour le chercheur une surprise: "Je fais la soustraction parce que l'énoncé a le mot acheter". Cette réponse montre clairement cette correspondance bi-univoque entre la vie quotidienne et la situation-problème. Cela permet de déduire que l'apprenant fait appel à tout son savoir pour résoudre une situation-problème. Pourrait-on arriver à cerner l'apprenant haïtien de la troisième année du primaire en situation de résolution de problèmes de type additif, il reste encore du chemin à faire. Toutefois, se basant sur les recherches antérieures, la présente jette une lumière sur ce qu'on pourrait appeler des possibilités de processus que pourrait suivre l'apprenant haïtien de la troisième année du primaire en situation de résolution de problèmes de type additif. Chemin faisant, la présente recherche a des limites. Elle cerne le processus suivi par l'apprenant haïtien selon le modèle de Bergeron et Herscovics (constructivisme), elle s'intéresse à un domaine particulier des mathématiques, la résolution de problèmes de type additif (changement, combinaison et comparaison). Elle vise aussi une population constituée d'enfants issus de familles défavorisées. Dans ces limites, elle souhaite apporter à la science de l'éducation les contributions suivantes:

1- au point de vue théorique, elle permet de situer l'élève aux différents moments lors de la résolution de problèmes. Elle démontre les étapes suivies par les apprenants haïtiens de la troisième année du primaire en situation de résolution de problèmes de type additif et par voie de conséquence vérifie l'applicabilité du modèle de Bergeron et Herscovics (1988) à ces types de problèmes.

2- à long terme, au point de vue pratique, cette étude permettra aux enseignants d'améliorer leur approche, de faciliter l'apprentissage des élèves, d'édifier chez l'apprenant la structure des pensées logico-mathématiques.

De façon spécifique, elle espère apporter au système éducatif haïtien les contributions suivantes : Elle aidera les enseignants à mieux cerner les apprenants en situation de résolution de problème. Elle permettra entre outre aux enseignants d'avoir une meilleure compréhension de la trace des apprenants afin de mieux identifier les référents de leurs champs conceptuel et les valeurs qu'ils leur attribuent Ex_1 : je fais la soustraction parce que l'énoncé a le mot acheter. Acheter signifie dépenser. Dépenser signifie avoir moins d'argent qu'avant donc soustraire ou Ex_2 : je fais l'addition parce que l'énoncé a le mot "et". "Et" signifie au moins deux éléments donc mettre ensemble. D'où l'importance de tenir compte de la place des nombres en jeu et du vocabulaire utilisé dans la conception des énoncés de problèmes. En effet, l'apprenant en situation de résolution de problème de type additif va au-delà d'une simple déduction opération-réponse ou opération-résultat mais résout de façon complète la situation -problème. Ordinairement, des tests formatifs ont lieu dans les salles de classes en Haïti. L'enseignant s'en sert pour attribuer un niveau de compréhension à l'apprenant par rapport à la note obtenue. Donc, il en fait une évaluation. Malheureusement, cette dernière est souvent biaisée parce qu'elle ne tient pas compte de l'ensemble des réponses fournies par ce dernier, en fait de sa trace mais du résultat. À cette fin, les résultats de la présente recherche leur permettront de croire qu'il faut déborder les cadres des seules réponses fournies par les apprenants. En somme, elle mettra l'enseignant à l'école de l'apprenant.

Enfin, elle permettra aux enseignants de s'acquitter de leur vraie tâche en résolution de problèmes, celle d'éveiller l'esprit critique et de former la pensée logico-déductive.

Références

Aubé, M.(1985). *Les impacts politiques et sociaux des mathématiques*. In Bulletin AMQ. Association mathématique du Québec volume XXV numéro 1.

Baffrey-Dumond, V.(1994). *Analyse quantitative des structures opératoires et des r apports sémantiques intervenant dans la résolution de problèmes addittifs chez les enfants de troisième primaire*. Mémoire de licence non publié. Louvain-la-Neuve: Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation, Université catholique de Louvain.

Baruk, S. (1992). *Dictionnaire des mathématique*. Paris: seuil.

Bergeron, J., C.; **Herscovics**, N., **De Corte**, E., **Fuson**, K.; **Moser**, J.; **Nesher**, P.; **Sainclair**, H et **Verschaffel**, L. (1990). *Psychological aspects of learning early arithmetic*. In ICMI study series. Cambridge University Press.

Briars, D., et **Larkin**, J. H.(1984). *An integrated model of skill on solving elementary word problem, cognition and instruction.* 1(3), 245-296.

Brissiaud, R., et **Escarabal**, M.C. (1986). *Formulation des énoncés: classique vs récit*. Revue française de pédagogie, numéro 74, 47-52.

Carpenter,T.P. (1985). *How children solve simple wordproblems*. Education and urban society, 17(4), 417-425.

Carpenter, T.P. et **Moser**, J.M. (1982). *The development of addition and substraction problem solving skills*. In T.P. Carpenter, J.M. Moser, et T.A. Romberg (Eds), addition and substraction: a cognitive perspective. Hillsdale: Erlbaum.

Carpenter, T.P., et **Moser**, J.M. (1983). *The acquisition of addition and substraction concepts*.

In R. Lesh et M. Landeau (Eds), *Acquisition of mathematics concepts and processes.* New-York: Academic Press.

Carpenter, T.P., **Hiebert**, J., et **Moser**, J.M. (1981). *Problem structure and first-grade-children's initial solution processes for simple addition and substraction problem.* Journal for research in mathematics Education, 12 (1), 27-39.

Carpenter, T.P., **Hiebert**, J., et **Moser**, J.M. (1983). *The effect of instruction on children's solution of addition and substraction word problems.* Educational studies in mathematics, 14, 15-72.

De Cortes, E., et vershaffel, L. (1985). *Working with simple word problems in early mathematics instruction.* In streefland (Ed), Proceeding of the nineth international conference for the psychology of mathematical Education. Utrecht (the Netherlands): State university of Utrecht.

De Cortes, E., et **Vershaffel**, L.(1986). *Eyes-movements data as acces to solution processes of elementary addition and substraction word problems.* Annual meeting of the American Educational Reasearch association. San Francisco, April, 16-20.

De Cortes, E., et **Vershaffel**, L. (1987). *The effect of semantic structure on first graders' strategies for solving addition and substraction word problems.* Journal for research i mathematical Education, 18(5),363-381.

De Cortes, E., et **Vershaffel**, L.(1987b). *The influence of some non semantic factors on solving addition and substraction word problems.* Annual meeting of the American Educational Research. Washington D. C., April, 20-24.

Escarabal, M.C.,(1988). *Schéma d'interprétation en résolution de problèmes additifs.* Revue française de pédagogie, numéro82, 15-22.

Fayol, M.(1985). *Le récit et sa construction*. Neuchâtel, Paris: Delachaux et Niestlé.

Fayol, M. (1990). *L'enfant et le nombre*. Neuchâtel, Impact des formulations Paris: Délachaux et Niestlé.

Fayol, M., et Abdi, H (1986). *Sur la résolution de problèmes additifs chez l'enfant de 6 à 10 ans*. Europeen journal of Psychology of education, 1(1), 11-58.

Fayol, M., et Abdi, H., et **Gombert**, J. E. (1987). *Arithmetic problem formulation and work memory load*. Cognition and instruction, 4(3), 183-202.

Fletcher, C.R. (1985). *Understanding and solving arithmetic word problem: A computer simulation*. Behaviour research methods, instruments, and computer 17(5), 565-571.

Greeno, H. G., Riley, M. S., et **Gelman**, R (1987). *Conceptual competence and children's counting*. Cognitive psychology,16, 94-143.

Hayes, J.R., et **Simon**, H. A. (1974). *Understanding written problems instruction*. In. L.W. Gregg (Eds), Knowledge and cognition. New-York: wiley.

Jonnaert, P. (1994). *L'enfant géometre. Une autre approche de la didactique des mathématiques à l'école élémentaire*. Bruxelles Plantyn.

Jonnaert, P.(1996). *Apprentissage mathématique en situation: une perspective constructiviste*. In Revue des sciences de l'éducation. Volume XXII, numéro 2.

Lacasse, R.,.(1993). *L'influence des facteurs affectifs sur la démarche de résolution de problèmes en mathématiques*. In Libérer la recherche en Éducation, Symposium:Résolution de problèmes. Actes du 3e congrès des sciences de l'éducation de langue française du Canada.

Legendre, R. (1993). *Dictionnaire actuel de l'éducation.* Édition Guérin. Canada. Édition Guérin. Canada.

Ministère haïtien de l'éducation nationale. *Curriculum de l'école fondamentale, Programme pédagogique et opérationnel 1er et 2ième cycles.* Imprimerie Henri Deschamps Port-au-Prince Haïti.

Moyer, J.C., **Sowder**, L., **Treadgill-Sowder**, J.,et **Moyer**, M.B.(1984). *Story problem formats:drawn versus telegraphic.* Journal for reseach in mathematics Education, 15(5), 342-351.

Nesher, P., **Katriel**, T. (1977). *A semantic analysis of addition and substraction. Word problem in arithmetic.* Educational studies in mathematics, 8, 251-2639.

Richard, J.F. (1984). *La construction de la représentation du problème.* Psychologie française, 29(314), 226-230.

Riley, M.S., **Greeno**, J.G., et **Heller**, J.I.(1983). *Development of children problem-solving ability in arithmetic.* In H.P. Ginsberg (Eds), The development of mathematical thinking. New-york: Academic Press.

Rosenthal, D.J.A., et **Resnik**, L.B.(1974).*Children solution* processes in *arithmetic word problem.* Journal of educational psychology, 66(6), 817-825.

Saint-Germain, M.(1997). *Problème linguistique en Haiti et réforme éducative: quelques constats.* In Revue des sciences de l'éducation, volume XXIII, No 3.

Schmidt, S.(1996). *Résolution de problèmes, un lieu privilégié pour une articulation fructueuse entre arithmétique et algèbre.* In Revue des sciences de l'éducation, volume XXII, No2.

Treadgill-Sowder, J., **sowder**, L., **Moyer**, M.B. (1985). *Cognitive variables and performance* *on mathematical story problems*. Journal of Experimental Education, 53, 56-62.

Vergnaud, G.(1982). *A classification of cognitive tasks and operations of thought involved in addition and substraction problems*. In T.P. Carpenter, J.M. moser et T.A. Romberg (Eds), addition and substraction: a cognitive perspective. Hillsdale: Erlbaum.

Vergnaud, G.(1990). *La théorie des champs conceptuels*.

Vincent, S.(Printemps-Été 1997). *Des conduites d'élèves en construction le cas de figure des relations multiplicatives*. In Education et Francophonie. Volume 25 numéro1

Entrevue

1- Explique-moi pourquoi tu lis le problème ?

2- Dis-moi à quoi tu pensais lorsque tu réfléchissais tout à l'heure avent d'écrire ?

3- Quel nombre tu écrivais en premier lieu ?

4- Dis-moi pourquoi tu l'écrivais en premier ?

5- Quel nombre tu écrivais en second lieu ?

6- Explique-mi pourquoi c'est lui que tu écrivais en second lieu ?

7- Dis-moi ce que tu as fait avec les deux nombres ?

8- Dis-moi pourquoi tu choisis l'addition (ou la soustraction) ?

9- Es-tu sur que le résultat que tu trouves est juste ?

10- Explique-moi pourquoi tu en es sûr ?

11- Dis-moi pourquoi tu vérifies ton résultat ?

12- As-tu encore quelque chose à faire ?

PROBLÈME (1)

Enock a 17 billes et Guertin a 26 billes. Combien Enock et Guertin ont-ils de billes ensemble ?

PROBLÈME (2)

Guertin a 35 billes et Rhode-Anne a 19 billes. Combien de billes Rhode-Anne doit acheter pour avoir autant que Guertin ?

PROBLÈME (3)

Georgie avait de billes. Elle en donne 19 à Rhode-Anne. Il lui reste 28 billes. Combien Georgie avait-elle de billes ?