UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD. LYON 1

INSTITUT DES SCIENCES et TECHNIQUES DE READAPTATION

Directeur : Professeur Yves MATILLON

ETUDE DES CONDUITES INCLUSIVES CHEZ DES ENFANTS TOUT VENANT SCOLARISES EN CE1 – CE2 A PARTIR DE DEUX SUPPORTS : SERIABLE ET NUMERIQUE

MEMOIRE présenté pour l'obtention du

CERTIFICAT DE CAPACITE D'ORTHOPHONISTE

par

BONORA Claire

LUFEAUX Adeline

Autorisation de reproduction

LYON, le 5 juillet 2007

N°1397

Professeur Eric TRUY
Responsable de l'enseignement

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD LYON I

Président	**Pr. Lionel COLLET**
Vice-Président CA	**Pr. Joseph LIETO**
Vice-Président CEVU	**Pr. Daniel SIMON**
Vice-Président CS	**Pr. Jean-François MORNEX**
Secrétaire Général	**M. Gilles GAY**

****

FEDERATION SANTE

U.F.R. de Médecine LYON GRANGE BLANCHE	Directeur	**Pr. MARTIN Xavier**
U.F.R de Médecine LYON R.T.H. LAENNEC	Directeur	**Pr. COCHAT Pierre**
U.F.R de Médecine LYON-NORD	Directeur	**Pr. ETIENNE Jérôme**
U.F.R de Médecine LYON-SUD	Directeur	**Pr. GILLY François Noël**
U.F.R d'ODONTOLOGIE	Directeur	**Pr. ROBIN Olivier**
INSTITUT des SCIENCES PHARMACEUTIQUES ET BIOLOGIQUES	Directeur	**Pr. LOCHER François**
INSTITUT des SCIENCES et TECHNIQUES de READAPTATION	Directeur	**Pr. MATILLON Yves**
DEPARTEMENT de FORMATION ET CENTRE DE RECHERCHE EN BIOLOGIE HUMAINE	Directeur	**Pr. FARGE Pierre**

FEDERATION SCIENCES

Centre de RECHERCHE ASTRONOMIQUE DE LYON - OBSERVATOIRE DE LYON	Directeur	**M. GUIDERDONI Bruno**
U.F.R. des SCIENCES ET TECHNIQUES DES ACTIVITES PHYSIQUES ET SPORTIVES	Directeur	**M. COLLIGNON Claude**
I.S.F.A. (Institut de SCIENCE FINANCIERE ET d'ASSURANCES)	Directeur	**Pr. AUGROS Jean-Claude**
U.F.R. de GENIE ELECTRIQUE ET DES PROCEDES	Directeur	**Pr. CLERC Guy**
U.F.R. de PHYSIQUE	Directeur	**Pr. HOAREAU Alain**
U.F.R. de CHIMIE ET BIOCHIMIE	Directeur	**Pr. PARROT Hélène**
U.F.R. de BIOLOGIE	Directeur	**Pr. PINON Hubert**
U.F.R. des SCIENCES DE LA TERRE	Directeur	**Pr. HANTZPERGUE Pierre**
I.U.T. A	Directeur	**Pr. COULET Christian**
I.U.T. B	Directeur	**Pr. LAMARTINE Roger**
INSTITUT des SCIENCES ET DES TECHNIQUES DE L'INGENIEUR DE LYON	Directeur	**Pr. LIETO Joseph**
U.F.R. de MECANIQUE	Directeur	**Pr. BEN HADID Hamda**
U.F.R. de MATHEMATIQUES	Directeur	**Pr. CHAMARIE Marc**
U.F.R. D'INFORMATIQUE	Directeur	**Pr. AKKOUCHE Samir**

INSTITUT DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE READAPTATION

FORMATION ORTHOPHONIE

DIRECTEUR ISTR
Pr. MATILLON Yves

DIRECTEUR de la FORMATION
Pr. TRUY Eric

DIRECTEUR des ETUDES
BO Agnès

DIRECTEUR de la RECHERCHE
Dr. WITKO Agnès

RESPONSABLES de la FORMATION CLINIQUE
PERDRIX Renaud
MORIN Elodie

CHARGEE du CONCOURS D'ENTTREE
PEILLON Anne

SECRETARIAT DE DIRECTION ET DE SCOLARITE
BADIOU Stéphanie
CLERC Denise

REMERCIEMENTS

Nous remercions notre maître de mémoire, Martine VOYE, pour sa disponibilité et ses conseils.

Nous remercions également Agnès WITKO pour ses conseils méthodologiques, son écoute et son soutien.

Nous sommes très reconnaissantes aux directeurs et enseignants des écoles qui nous ont accueillies ainsi qu’aux enfants et à leurs parents qui ont accepté de participer à notre expérimentation.

A nos familles pour leur soutien et leurs nombreuses relectures, nous adressons nos remerciements.

Enfin, un grand merci à Yoann et Aurélien pour leur aide, leur patience et leur compréhension !

SOMMAIRE

INTRODUCTION

La prise en charge orthophonique des enfants qui consultent pour des difficultés d'apprentissage en langage écrit ou en calcul soulève dans bien des cas le problème de l'évaluation des structures cognitives sous jacentes.

Lors de nos stages et de notre formation théorique, nous avons eu l'occasion de nous intéresser au développement du raisonnement et à la construction de la pensée logique chez l'enfant, en particulier à travers les théories de la psychologie génétique.

Par ailleurs, nous avons assisté à des prises en charge orthophoniques pour des troubles logico-mathématiques qui ont suscité notre intérêt et orienté notre recherche vers ce domaine.

Le dictionnaire d'orthophonie (p.60) définit la dyscalculie en tant que « *concept qui [rend] compte à la fois d'un dysfonctionnement dans les domaines de la logique, de la construction des nombres et des opérations sur ces nombres, de difficultés de structuration du raisonnement et de l'utilisation des outils logiques et mathématiques (…). Ces troubles peuvent être liés à une pédagogie non adaptée (malmenage scolaire), à l'outil mathématique lui-même, à des causes affectives ou psychologiques ou à des faiblesses ou retards dans la construction des structures de pensée comme les classifications, les relations, les conservations* ».

Le développement pathologique ne peut être le résultat d'un simple décalage dans le temps des acquisitions nécessaires à l'élaboration des structures de pensée mais plutôt d'une hétérogénéité de ces acquisitions.

En effet, certains enfants dyscalculiques ont du mal à coordonner, à comprendre, à concevoir différents points de vue d'une même réalité. Ils voient les parties d'un tout mais n'arrivent pas à les assembler pour en faire un seul élément.

Afin de mieux cerner les difficultés des enfants présentant des troubles logico-mathématiques, nous avons décidé d'étudier la structure inclusive chez l'enfant tout-venant pour essayer de mieux comprendre le développement de cette structure.

L'utilisation par le sujet de cette structure logique est essentielle pour appréhender le monde qui l'entoure. D'ailleurs, on la retrouve dans bon nombre d'apprentissages (grammaire, mathématiques, sciences…).

Si l’enfant n’a pas acquis la maîtrise de la structure inclusive, on pourra donc s’attendre à des retentissements néfastes dans de nombreuses disciplines scolaires.

A travers notre étude, nous avons cherché à savoir si la structure inclusive se développe de manière homogène chez l’enfant tout-venant. A cet effet, nous avons utilisé deux supports différents auxquels nous avons appliqué le même type de protocole. Nous avons limité nos observations à des enfants scolarisés en CE1 – CE2.

Ce protocole s’inspire de la démarche expérimentale piagétienne. Nos auteurs de référence font donc essentiellement partie du courant de la psychologie génétique. Les perspectives et méthodes relatives au raisonnement des individus en développement s'orientent différemment dans les pays anglophones, c’est pourquoi les travaux auxquels nous ferons référence sont issus exclusivement de la recherche francophone.

Par notre expérimentation, nous souhaitons comparer le niveau de raisonnement logique d’un même enfant aux deux épreuves. Nous espérons ainsi pouvoir mettre en évidence une homogénéité des résultats qui irait en faveur d’un transfert horizontal, c'est-à-dire d’un fonctionnement mental de même forme et de même niveau de complexité appliqué à des contenus différents, des compétences inclusives.

Nous définirons dans un premier temps le contexte théorique de notre étude en abordant en particulier les travaux de différents auteurs concernant la structure inclusive.

Après avoir présenté les modalités de notre expérimentation, nous comparerons et analyserons les résultats obtenus afin de tenter de répondre à notre questionnement.

PARTIE THEORIQUE

I. Rappels sur la théorie piagétienne

Piaget s'est intéressé au développement de l'enfant. Il a mené de nombreuses études pour essayer de comprendre comment se construit son intelligence.

Il a ainsi élaboré une théorie fondée sur un développement en « stades », qu'il décrit notamment dans son ouvrage *La psychologie de l'enfant* (1971), stades au cours desquels l'enfant met en place des structures cognitives en s'appuyant toujours sur ses acquis antérieurs.

A. *Généralités sur le développement de l'intelligence*

C'est en agissant sur son environnement que l'enfant parvient à acquérir de nouvelles compétences et ainsi à construire son intelligence.

Pour cela, deux processus sont nécessaires :

- **L'assimilation** qui consiste pour le sujet à incorporer une situation ou un objet à un schème déjà existant.

- **L'accommodation** qui lui permet de différencier de manière de plus en plus précise des schèmes afin de les adapter à une situation nouvelle et contribue ainsi à la création de nouveaux schèmes.

Lorsque ces deux processus s'équilibrent, on parle d'**adaptation**. L'intelligence apparaît alors comme étant la capacité qu'a l'individu d'adapter son comportement à son environnement.

B. *Les stades selon Piaget – caractéristiques*

1. L'intelligence sensori-motrice

Il s'agit du premier stade de la construction de l'intelligence décrit par Piaget. Il couvre la période de 0 à 2 ans environ.

A ce stade, l'intelligence est sans représentation, sans langage et sans concept. L'enfant ne peut pas se représenter les objets ni les personnes qui l'entourent et encore moins les évoquer au moyen du langage.

Tout repose alors sur la perception directe ou l'action (mode de pensée pratique). L'enfant pense et ne s'intéresse qu'à « ici et maintenant » ; pour lui, le reste n'existe pas.

Dès ce stade et par son action sur son environnement, l'enfant commence à mettre en place les fondements de sa logique future. « *La théorie piagétienne postule que le nouveau-né dispose, pour fonctionner, de processus d'assimilation et d'accommodation, mécanique fondamentale de l'adaptation biologique. Le système des schèmes d'assimilation sensori-moteurs aboutit à une sorte de logique de l'action, comportant des mises en relation et correspondances, des emboîtements de schèmes, bref des structures d'ordre et de réunion qui constituent la substructure des opérations futures de la pensée* » (Houdé & Mieville, 1994, p.55).

C'est à ce stade que l'enfant va construire les quatre catégories du réel : temps, espace, causalité et permanence de l'objet.

2. L'intelligence symbolique ou pré-opératoire

Ce stade se déroule entre 2 et 7-8 ans. Tout ce qui s'est passé au niveau de l'action va également se reconstruire au niveau de la représentation grâce à l'acquisition de l'image mentale. L'enfant apprend petit à petit à se représenter le monde mais ne fait pas encore la distinction entre un objet et son image.

C'est aussi la période de la fonction symbolique : l'enfant est capable d'évoquer les objets en leur absence à l'aide de symboles. Ses moyens sont l'imitation différée, le jeu symbolique, le dessin, la danse, le théâtre, le langage ou encore l'image mentale (qui, par ailleurs, sous-tend l'ensemble de la fonction symbolique).

3. L'intelligence opératoire : les opérations concrètes

Ce stade concerne l'enfant âgé de 7-8 ans à 11-12 ans. Il a alors les moyens d'accéder au raisonnement logique. Tous ses schèmes (verbaux, symboliques et pré-opératoires) vont se transformer en schèmes opératoires concrets qui lui permettront de comprendre quelques unes des lois physiques de l'espace ainsi que d'accéder à des notions mathématiques.

Il parvient maintenant à se décentrer de l'image mentale et peut, par conséquent, l'utiliser comme un matériau à part entière. Il comprend les choses de manière logique et non plus fantaisiste. Ce raisonnement n'est toutefois possible que si l'enfant dispose de matériel concret.

C'est le stade des opérations infra-logiques (qui concernent les propriétés intrinsèques des objets) et logico-mathématiques (qui concernent les relations qu'entretiennent les objets entre eux).

« *L'intelligence concrète consiste donc à classer, sérier, dénombrer les objets et leurs propriétés dans le contexte d'une relation du sujet à l'objet concret directe et sans la possibilité de raisonner sur de simples hypothèses* » (Dolle, 1991, p.126).

4. L'intelligence opératoire : les opérations formelles

Ce stade concerne plus particulièrement le développement de l'intelligence de l'enfant entre 11-12 ans et 14-15 ans. C'est l'achèvement de la construction de l'intelligence. Le raisonnement logique s'établira alors au plan formel : l'enfant va pouvoir se passer du support concret.

Puisqu'il peut raisonner à partir d'hypothèses, l'adolescent devient capable d'élaborer des théories dans lesquelles il formule des jugements sur les gens et le monde. Il va ensuite confronter ses idées à la réalité.

C. *Les différents modes de pensée*

Tout au long de la construction de son intelligence, le mode de pensée de l'enfant va évoluer en lien avec le stade de développement intellectuel qu'il aura atteint.

1. La pensée pratique

L'enfant découvre le réel et apprend à le maîtriser par l'action.

2. La pensée figurative

L'enfant ne distingue pas l'objet de son image ; on parle alors de « pensée contemplative ». Il appréhende le monde sur le mode figuratif, c'est-à-dire que ce qu'il voit prime sur tout le reste. Il apprend à maîtriser le réel par la symbolisation.

Il fonde son raisonnement sur des aspects imaginaires ; il peut, par exemple, inventer une histoire pour expliquer ses réponses à un questionnement.

3. La pensée intuitive

Si la pensée figurative prédomine à 2 ans, la pensée opératoire commence à émerger à partir de 4 ans. Un déséquilibre se crée alors au niveau de la structure cognitive et entraîne un changement de dominance dans le raisonnement. L'enfant prend du recul par rapport aux choses qui l'entourent, par rapport à la situation immédiate. Il est moins fantaisiste, écoute l'adulte et utilise ce qu'il dit pour répondre.

Son raisonnement commence à être logique mais reste toujours très fragile car il n'a pas encore tous les moyens cognitifs à sa disposition pour soutenir un raisonnement logique jusqu'au bout. L'enfant intuitif est très peu sûr de lui, il doute rapidement.

4. La pensée opératoire concrète

Vers 7 – 8 ans, l'enfant a la possibilité de comprendre les propriétés des objets qu'il a sous les yeux et les relations qu'ils entretiennent entre eux (classification, sériation…) grâce à la réversibilité de la pensée.

Il peut résoudre différents problèmes logiques dans la mesure où il peut décrire mais surtout expliquer son raisonnement.

Ce type de pensée a néanmoins une limite car l'enfant ne peut raisonner qu'à partir d'un matériel concret.

5. La pensée opératoire formelle

L'enfant âgé de 10 – 11 ans peut raisonner dans l'abstrait, sans support matériel, simplement à partir de propositions. Il est alors capable de prendre en compte plusieurs facteurs à la fois et de commencer à construire ses schèmes opératoires formels tels que les corrélations…

II. Les travaux portant sur l'inclusion

A. *Définitions*

Nous venons de voir que, dans la perspective piagétienne, le développement cognitif s'effectue au cours de quatre stades. Chacun de ces stades est caractérisé par une évolution vers une organisation cognitive particulière.

Piaget et ses collaborateurs semblent s'être particulièrement intéressés au troisième de ces stades, étape de mise en place des groupements d'opérations concrètes. La maîtrise de l'inclusion des classes est considérée par ces auteurs comme l'une des manifestations d'accès à ce stade.

L'inclusion est une opération logico-mathématique qui consiste à former des catégories d'éléments en regroupant dans un même ensemble (le tout) plusieurs sous-ensembles réunis selon les points communs qu'on peut leur trouver. Ces sous-ensembles sont les «parties» du tout.

D'un point de vue logique, l'inclusion est la relation qui existe entre deux classes A et B de telle sorte que cette relation vérifie "Tous les A sont quelques B" et A < B.

1. En mathématique

Selon le dictionnaire d'orthophonie (p.93 et 165), l'inclusion est « *une relation d'ordre qui permet de ranger, d'ordonner, de donner une place. Elle est toujours antisymétrique et transitive :*

- L'inclusion est ***transitive*** *: si C est inclus dans B et B inclus dans A alors C est inclus dans A.*

- Elle est ***antisymétrique*** *lorsque l'inclusion est stricte : A est inclus dans B implique que B ne peut être inclus dans A sauf si A = B* ».

2. En logique

L'inclusion correspond au cas de l'implication. Celle-ci est, d'après le dictionnaire d'orthophonie (p.92) *« une loi de composition logique qui lie deux propositions par « si, alors » »*. Dans le cas de l'inclusion, on obtient, par exemple, l'implication suivante : « Si A est inclus dans B et B est inclus dans C, alors A est inclus dans C ».

Par l'emploi des conjonctions « si » et « alors », on élabore un raisonnement hypothético-déductif où « si » exprime la condition et « alors » la conséquence.

Ce type de raisonnement est « le signe d'une pensée réversible, opératoire. C'est l'un des principaux objectifs d'une rééducation logico-mathématique avec des enfants en fin d'enseignement primaire » (dictionnaire d'orthophonie, 1997, p.161).

De nombreux auteurs ont étudié la structure inclusive et nous nous intéresserons particulièrement aux travaux de Piaget, Markman, Voelin et Bideaud (1988).

B. *Travaux de Jean Piaget*

Les épreuves imaginées par Piaget et Inhelder (1972) pour étudier le développement de l'inclusion portent surtout sur la classification hiérarchique de divers objets (perles, images de fleurs, images d'animaux).

D'une manière générale, l'inclusion est évaluée par des questions qui peuvent être de deux types :

- des questions générales sur l'inclusion du type : « Si tu fais un … (ensemble : « collier », « bouquet »…) de tous les ... (on cite alors le tout, du type « perles », « fleurs »…), prendras-tu les ... (on cite alors une partie du tout, telle que « perles en bois » ou « primevères ») ? ».

- des questions de quantification de l'inclusion du type : « Y a-t-il plus de fleurs ou plus de primevères ? » devant un bouquet de fleurs contenant entre autres des primevères.

A l'issue de ces différents travaux, Piaget décrit trois stades de développement de la notion d'inclusion chez l'enfant, chacun étant marqué par un progrès dans la compréhension de la supériorité hiérarchique de la classe par rapport à la sous-classe.

Selon Piaget et Inhelder, la notion logique d'inclusion est appréhendée par l'enfant lorsque celui-ci donne une réponse correcte et justifiée aux deux types de questions pré-cités. D'après ces auteurs, la réussite aux épreuves d'inclusion serait effective (et donc la structure inclusive acquise) dès 7-8 ans.

C. *L'inclusion selon d'autres auteurs*

La théorie opératoire de l'inclusion, initiée par Piaget, n'a guère fait l'unanimité parmi les auteurs. C'est afin de prouver que cette structure résulte plutôt d'un traitement empirique des données, qu'un nouveau courant de recherche a émergé dans les années 70 avec, à sa tête, Markman suivi par d'autres auteurs tels que Voelin.

1. Markman (Bideaud, 1988)

Dès 1973, Markman a conduit des recherches concernant les raisons de l'échec aux questions classiques d'inclusion chez le jeune enfant. Il a alors démontré qu'il ne s'agissait pas de la conséquence directe de l'incompréhension par l'enfant des rapports de « partie » à « tout » mais qu'il fallait plutôt mettre en cause l'accès à la notion de « classe », difficilement perceptible par l'enfant du fait de son organisation complexe.

Dans ses travaux de 1978, l'auteur s'intéresse aux enfants du stade opératoire concret, en s'interrogeant sur la nature des réponses correctes aux épreuves classiques d'inclusion : celles-ci sont-elles le fruit d'un raisonnement logique, ou sont-elles plutôt issues de la possibilité d'estimer numériquement les éléments des classes à comparer ?

Afin de pouvoir répondre à cette question, il a ajouté des contraintes aux épreuves classiques permettant de tester l'inclusion de façon à ce que la résolution du problème soit uniquement due à l'acquisition de la structure logique et non au dénombrement des collections.

Ainsi, Markman constate que ces enfants ne comprennent vraisemblablement pas la relation entre « partie » et « tout », alors qu'ils parviennent à réussir le problème classique d'inclusion. Or, aucune théorie n'est à même de rendre compte de ses conclusions et il faudrait, selon lui, expliquer dans la théorie, le passage, vers 11 ans, d'une résolution empirique à une résolution logique du problème d'inclusion.

2. Voelin (Bideaud, 1988)

En 1976, Voelin reprend les résultats des premiers travaux de Markman avec des enfants âgés de 5 à 10 ans et met en évidence la plus grande facilité de certains items verbaux, pour lesquels la comparaison entre « classe » et « sous- classes » est plus aisée, les sous-classes étant plus simples à dénombrer.

Ainsi, Voelin (1976) et Markman (1978), s'accordent à démontrer qu'avant l'âge de 11 ans, la résolution du problème d'inclusion relève de stratégies empiriques de spatialisation et de comptage, facilitant la disjonction des classes à comparer. Cette théorie trouve une explication si l'on convient de renoncer à prêter à l'enfant une maîtrise logique de la relation d'inclusion dès 7-8 ans, comme le font Piaget et Inhelder (1972).

3. Bideaud (1988)

S'inspirant des conclusions apportées par les travaux précédemment évoqués, Bideaud propose de distinguer, au niveau de la théorie de l'inclusion, deux niveaux successifs au cours du développement de l'enfant :

- un niveau empirique, qui serait marqué par la réussite aux épreuves classiques de résolution du problème d'inclusion et qui apparaîtrait vers l'âge de 7-8 ans;

- un niveau logique qui, lui, correspondrait à la réussite aux épreuves modifiées de Markman et qui se situerait vers 10-11 ans.

Bideaud élabore ainsi une conception théorique de l'inclusion qui respecte la perspective piagétienne, tout en la nuançant et en l'enrichissant.

III. Inclusion, sériation et nombre

Piaget et Szeminska (1980) se placent dans la perspective théorique du développement synchronique de diverses « opérations » du sujet. Ils font en particulier l'hypothèse de l'existence de connexions étroites entre les classifications, qui font appel à l'opération d'inclusion, les sériations et la conservation du nombre.

A. *La construction du nombre*

Malgré les différentes études menées, il restait encore très hasardeux d'affirmer que l'acquisition du nombre se faisait de manière innée ou par apprentissage. Il en résultait deux conceptions antagonistes de l'accès au nombre, selon les deux courants suivants : celui de « l'intuitionnisme », avec Poincaré, considérant la nature intuitive du nombre (le nombre est directement saisi par la pensée, il est antérieur au raisonnement) et celui du « logicisme », avec Russell, affirmant que le nombre est de l'ordre de la logique, qu'il est acquis par le raisonnement et donc construit.

C'est à partir des travaux de Piaget (1940) que l'on a changé de point de vue pour dépasser cette dichotomie ; pour lui et selon le courant « constructiviste », le nombre est une synthèse nouvelle, il faut donc que le sujet possède les instruments logiques adéquats ; cependant le nombre n'est pas que de la logique. (Bideaud, 1988 ; Houdé et Mieville, 1993)

Quelle qu'en soit l'origine, dès l'âge de 6 mois, le bébé est capable de reconnaître les petits nombres et peut les combiner en additions et soustractions élémentaires. Il ne lui est toutefois pas encore possible de savoir que 2 est plus petit que

3… dans la mesure où il semble ignorer tout de l'ordre naturel des nombres. A cet âge là, les nombres n'entretiennent aucun lien les uns avec les autres (Dehaene, 1997 ; Rousselle, 2005).

Avant 7 ans, l'enfant n'a pas une notion opératoire du nombre et il n'arrive pas à la conservation des ensembles numériques. Par exemple, si l'on place 5 jetons avec 5 autres jetons en correspondance terme à terme et qu'ensuite on répartit l'une des lignes en 2 + 3, un enfant pré-opératoire pensera que la quantité de celle-ci a changé et il maintiendra cette inégalité même s'il sait que dans les deux cas, il y a 5 jetons. C'est l'acquisition des structures de classification et de sériation qui permettent à l'enfant d'accéder à la construction du nombre et à comprendre qu'un nombre n'existe pas seul mais qu'il fait partie d'un système, d'une suite de nombres.

A partir de 7 ans, l'enfant peut acquérir la notion de nombre en s'appuyant sur ces deux structures logico-mathématiques (classifications et sériation). En effet, Piaget et Szeminska considèrent le nombre *« comme une classe sériée : sa construction chez l'enfant retiendrait des classes leur structure d'inclusion (1 inclus dans 2, 2 inclus dans 3…) associée à l'ordre sérial, celui-ci paraissant le seul moyen d'assurer la distinction des unités entre elles tout en faisant abstraction de leur qualité (1 inclus dans 1+1, 1+1 inclus dans 1+1+1…)* » (Bideaud, 1988, p.88).

Pour ces auteurs, l'aspect ordinal correspond au fait que les nombres sont une suite de mots dont l'ordre ne peut être perturbé et qui sert à dénommer une suite d'objets ou à se repérer dans cette suite. C'est une relation d'ordre (transitive et antisymétrique). Elle est sous tendue par la construction des relations de sériation.

L'aspect cardinal correspond au caractère quantitatif du nombre : il est déterminé par les relations « autant que » (relation symétrique et transitive) et « plus ou moins que » (relation antisymétrique et transitive).

Le substrat logique de la construction du nombre se trouve donc dans les classifications, les sériations, les conservations, la capacité à faire des permutations et d'établir des correspondances terme à terme.

B. *Inclusion et sériation*

Jaulin-Mannoni (2001) reprend la définition mathématique de la sériation comme une structure d'ordre : cette relation a, comme l'inclusion, la caractéristique d'être antisymétrique et transitive (si $A < B$ et que $B < C$ alors $A < C$).

La sériation est une relation logique élémentaire qui se construit en même temps que les classifications. Elle consiste à mettre les termes les uns à la suite des autres selon une loi déterminée (par exemple il peut s'agir de ranger des bâtons par ordre croissant de taille). De façon générale, dans une sériation, chaque terme est envisagé par rapport au précédent et par rapport au suivant dans deux actions consécutives et indépendantes.

Piaget et Szeminska (1980) décrivent une épreuve de sériation : ils proposent à l'enfant de ranger 10 bâtonnets de tailles croissantes puis d'en intercaler d'autres dans la série ainsi construite. Ils repèrent alors trois niveaux distincts dans l'acquisition de cette structure logique :

Niveau 1 (4-5 ans) : Comparaison globale sans sériation exacte. L'enfant constitue des petites séries juxtaposées sans ordre d'ensemble.

Niveau 2 (5-6 ans) : Sériation progressive et intuitive. L'enfant construit l'escalier par tâtonnements et réarrangements successifs sans parvenir à un système de relations qui permette d'intercaler sans fautes les baguettes supplémentaires.

Niveau 3 (7-8 ans) : Chaque élément trouve d'emblée une position telle qu'il soit à la fois plus grand que les précédents et plus petit que les suivants.

Nous pouvons donc relever certaines caractéristiques communes à l'inclusion et à la sériation. Ce sont toutes les deux des relations d'ordre (et en particulier, elles ont la propriété d'être transitives) qui sont acquises à peu près au même âge.

C. *Présentation d'une épreuve d'inclusion piagétienne à l'aide d'un support sériable*

Voelin et Berthoud (1959) entreprennent l'étude des conduites d'enfants auxquels on propose une manipulation sur un matériel de sériation mettant en jeu certaines structures logiques (sériation, inclusion) afin de comprendre comment évolue leur raisonnement. « *Bien que le matériel utilisé soit spatial et physique, il s'agit donc ici d'un problème de logique : sérier les bâtons, matériellement ou mentalement, pour trouver le plus grand, comprendre qu'un trou quelconque de longueur L admet tous les bâtons de longueur inférieure ou égale à L et exclut tous ceux de longueur supérieure à L.* » (Voelin et Berthoud, 1959, p.75)

L'âge des enfants n'est pas vraiment précisé mais les auteurs citent des exemples de sujets dont le plus jeune a 3 ans ; 4 mois et le plus âgé 7 ans ; 3 mois.

Etant donnés 8 bâtons de grandeurs croissantes mais présentés en vrac, le problème est de les faire entrer dans une boîte fermée en pratiquant dans le couvercle un ou plusieurs trous tels que les bâtons y passent en les plaçant horizontalement.

A travers cette épreuve, il s'agit d'analyser comment les enfants en arrivent à comprendre qu'un trou quelconque de longueur L admet tous les bâtons de longueur inférieure ou égale à L et exclut tous ceux de longueur supérieure à L. Cette situation demande donc à l'enfant des notions de sériation sur lesquelles il peut s'appuyer pour résoudre le problème d'inclusion.

L'épreuve se compose de 4 situations différentes :

<u>Situation I</u> : On demande à l'enfant de se débrouiller pour que « tous les bâtons puissent se trouver à l'intérieur de la boîte ».

<u>Situation II</u> : On demande à l'enfant de faire un trou qui est bon seulement pour trois bâtons (puis pour 5) à l'exclusion des autres.

<u>Situation III</u> : Etant donné deux trous déjà dessinés, l'enfant doit trouver un bâton qui peut passer par l'un et l'autre trou, par l'un mais pas par l'autre, ni par l'un ni par l'autre.

L'observation de ces protocoles permet aux auteurs de mettre en évidence :

- 4 étapes dans l'évolution du raisonnement pour la situation I :

Etape 1 Lors de cette première étape, le sujet ne tient pas compte des inégalités de longueur entre les bâtons. Il découpe un trou de grandeur quelconque et ne constate qu'après coup sa non correspondance avec les bâtons plus longs.

Etape 2 La différenciation des grandeurs des bâtons et des trous va entraîner l'idée qu'« un trou pour tous les bâtons » comporte comme solution « un trou pour chaque bâton » (bijection).

Etape 3 L'enfant admet qu'on peut faire passer plusieurs bâtons par trou mais les éléments choisis pour un même trou ne sont pas toujours contigus. Il crée plus d'un trou pour faire entrer tous les bâtons. La méthode demeure celle des tâtonnements.

Etape 4 L'enfant comprend que pour découper un seul trou pour tous les bâtons, il doit le faire correspondre au plus long d'entre eux.

- 6 étapes de développement pour la situation II :

Etape 1 Cette étape n'a pas d'intérêt comme telle dans la mesure où l'enfant ne répond pas à la question posée.

Etape 2 Se caractérise par le choix de n éléments quelconques, pas forcément contigus, et la création d'un trou plus long que le plus grand des bâtons.

Etape 3 A cette étape, les sujets voulant construire un trou adapté non seulement au plus grand bâton de la sous-classe mais en même temps aux deux autres, construisent un trou en suivant le contour de la silhouette des trois bâtons posés côte à côte.

Etape 4 Cette quatrième étape marque un progrès quant à la contiguïté.

Etape 5 Les éléments choisis pour « seulement trois bâtons » sont toujours les plus petits et contigus mais on observe encore un résidu des conduites précédentes en ce que pour n bâtons dont le plus grand est x, le trou ne sera pas adapté à la longueur de x mais à celle de x +1, c'est-à-dire à celle du bâton suivant.

Etape 6 Les trois conditions sont remplies : contiguïté, choix des éléments les plus petits et trou correspondant au plus grand d'entre eux.

- 5 étapes de développement pour la situation III :

Etape 1 L'enfant déforme la consigne en ne tenant compte que d'un seul des deux trous indiqués.

Etape 2 Le sujet place simplement un bâton par trou (bijection).

Etape 3 Passage de la bijection au début de la surjection (l'enfant admet que plusieurs bâtons peuvent passer par un même trou).

Etape 4 La surjection est recherchée d'emblée mais avec des tâtonnements n'aboutissant pas aux sous-classes en tant que telles.

Etape 5 L'exhaustivité est atteinte pour « trouve un bâton qui va dans le plus grand trou mais pas dans l'autre » comme pour « trouve un bâton qui va dans l'un et l'autre trou » mais par choix successifs et sans anticipation.

Etape 6 A cette dernière étape, les solutions aux deux questions énoncées précédemment sont l'une et l'autre exhaustives et anticipées.

Cette épreuve a la particularité de mettre en jeu un support assez inhabituel pour tester l'inclusion. En effet, l'enfant doit utiliser des connaissances appartenant au domaine spatial pour créer des classes correspondant à chaque consigne. Elle permet ainsi de mettre en évidence les liens qui existent entre la sériation et l'inclusion.

D. *Construction liée de la série, de la classe et du nombre*

En partant du constat de l'existence de corrélations entre les performances concernant le domaine logique (activités de classification, de sériation…) et le domaine numérique, Clements (1983-1984) propose une étude sur trois groupes d'enfants de maternelle (4 ans ; 6 mois) à qui il fait subir un entraînement spécifique. Le 1er groupe est confronté à des activités à dominante logique (L), le 2nd à des activités numériques (N) alors que le 3ème tient lieu de groupe contrôle (C).

Les résultats mettent alors en évidence les effets positifs de ces entraînements, ce qui va plutôt en faveur d'un lien entre le développement de l'organisation logique et la pratique des activités numériques. (Fayol, 1990)

Par ailleurs, Legeay, Stroh et Voye, orthophonistes et membres formateurs « Cogi'act » se sont intéressées à l'évolution de l'imbrication du nombre, des séries et des groupements. Pour cela, elles ont filmé des enfants (parmi leurs patients) à travers deux épreuves (2006). La 1ère est l'adaptation de l'épreuve de Voelin et Berthoud (1959) présentée plus haut mettant en jeu deux séries de fentes et de baguettes en appariement de taille. La 2nde utilise du matériel numérique. En effet, on dispose 4 animaux devant l'enfant. On attribue 3 bâtons à Grenouille, 6 à Panda, 9 à Lion et 12 à Singe. L'examinateur place une boîte contenant des bâtons mais dont la quantité lui est inconnue. A chaque fois, on demande à l'enfant de dire quel animal a plus de bâtons.

Les données recueillies ont permis de mettre en évidence neuf conduites différentes dont la plus élaborée est intitulée « Classe, série et nombre : tout est lié ! ». L'enfant adoptant ce comportement peut faire le lien entre ordinal et cardinal, c'est-à-dire qu'il met en lien le rang et la quantité d'éléments dans la classe. Ainsi, pour l'épreuve des fentes, à la question « Trouve une fente pour seulement 3 baguettes », il fait correspondre le nombre d'éléments de la classe (ici 3) au rang de la fente recherchée, soit la 3ème fente.

Cette conduite met en évidence une logique abstraite dans la mesure où l'enfant est capable d'interpréter une relation de cause à effet et qu'il peut extraire une loi régissant l'ensemble de la situation en prenant en compte les effets de la différence entre les éléments sans pour autant avoir recours à la manipulation du matériel.

Après la description et l'analyse de ces comportements, les auteurs concluent à l'imbrication dans leur construction des actions de sériation, de classification et de quantification.

PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES

De par son originalité, l'épreuve de Voelin et Berthoud (1959) nous a particulièrement intéressées. Nous nous sommes demandées si nous pouvions retrouver les mêmes types de conduites de résolution du problème d'inclusion en changeant simplement la nature du support, en y adaptant le plus fidèlement possible la formulation des consignes de l'épreuve de Voelin et Berthoud.

A notre connaissance, il n'existe pas dans la littérature d'épreuve mettant en jeu la structure inclusive à partir d'un support numérique ; c'est pour cette raison que nous avons choisi ce type de support pour notre expérimentation.

En testant la structure inclusive à partir de deux supports différents, l'un sériable et l'autre numérique, nous supposons que les enfants tout-venant de CE1 – CE2 peuvent généraliser et adapter leurs compétences inclusives d'un support à l'autre.

De manière plus concrète, à l'issue d'un bilan logico-mathématique du sujet devant déboucher en particulier sur un état des lieux de son développement logique, pourra-t-on se limiter au constat effectué à partir d'une épreuve particulière portant sur l'inclusion pour formuler un diagnostic général sur l'acquisition des structures d'inclusion par ce sujet ?

Ceci impliquerait qu'il existe un isomorphisme fondamental entre toutes les démarches d'inclusion manifestées par un sujet donné indépendamment des contenus sur lesquels portent ces démarches et tendrait donc à annuler l'hypothèse de décalages horizontaux dans le cas de la démarche d'inclusion.

Par ailleurs, une étude transversale permettrait éventuellement d'enrichir le modèle développemental de la structure inclusive chez l'enfant tout-venant.

Nous pouvons également formuler trois hypothèses opérationnelles dans le but de préciser notre hypothèse générale. En effet, nous supposons dans un premier temps pouvoir étudier ensemble les résultats des enfants de CE1 et ceux de CE2 malgré quelques différences possibles.

Dans un second temps, nous pensons observer chez un même enfant une homogénéité des résultats qui irait en faveur d’un transfert horizontal des compétences inclusives.

Enfin, nous espérons mettre en évidence une corrélation entre les difficultés relatives des items au sein d’un même couple et les effectifs d’enfants hétérogènes.

Le recueil qualitatif des corpus de notre population de référence nous permettra de regrouper les sujets en différentes classes caractérisées par une conduite-type.

En référence à ce classement, nous pourrons par la suite étudier la distribution des enfants dans les catégories « inclusifs »/« non inclusifs » et ainsi mettre en évidence une homogénéité dans le niveau de raisonnement manifesté par un même enfant aux deux épreuves.

PARTIE EXPERIMENTALE

Rappelons que l'objet de notre expérimentation est la mise à l'épreuve de l'existence d'un lien entre les conduites inclusives observées sur deux supports différents, l'un sériable et l'autre numérique.

Pour élaborer notre protocole, nous nous sommes inspirées de la méthode clinique de Piaget. Cette méthode consiste en un entretien dynamique avec l'enfant qui permet de suivre son raisonnement. Elle repose toujours sur un support concret et toutes les questions et contre-suggestions qui sont proposées à l'enfant dépendent de ce matériel. Certaines de ces questions sont définies à l'avance dans le protocole expérimental mais l'expérimentateur peut aussi poser des questions libres en fonction de ce que répond l'enfant.

En orthophonie, cette méthode peut être utilisée aussi bien en situation de diagnostic que de remédiation.

A partir du plan type d'un entretien selon la méthode clinique de Piaget, nous avons élaboré l'architecture de nos passations, adaptée au matériel et aux objectifs de nos épreuves. Nous présentons tout d'abord le matériel à l'enfant et nous l'invitons à le manipuler librement, afin qu'il puisse se familiariser avec celui-ci.

Nous lui donnons ensuite une première consigne que nous lui demandons de reformuler afin d'écarter un éventuel problème de compréhension. Il sera toujours possible de la répéter ou de la reformuler en cours de passation à la demande de l'enfant.

Dans un premier temps, nous demandons à l'enfant de répondre à la question sans manipulation. Si sa réponse n'est pas celle attendue, nous l'invitons à manipuler le matériel. A cette occasion, nous lui répétons une nouvelle fois la consigne en insistant sur les notions importantes à traiter. S'il ne donne toujours pas la réponse attendue en deuxième intention, nous passons à l'item suivant.

Afin d'appréhender sa démarche mentale, nous demandons à l'enfant de justifier chacune de ses réponses.

Dès que l'enfant fournit la réponse attendue à la question qu'on lui pose, nous vérifions la stabilité de son raisonnement en lui proposant une contre-suggestion comme argument de contradiction.

I. Présentation de « l'épreuve des fentes »

A. *Matériel de l'épreuve*

Il se présente sous la forme suivante : 8 baguettes de couleurs différentes, sériables selon leur longueur et 8 fentes en appariement de taille (et non de couleur) avec chacune des baguettes. Les éléments sont disposés aléatoirement devant l'enfant avant la passation.

On attribue un label aux fentes et aux baguettes sous forme d'une lettre de A à H pour les fentes et d'un chiffre de 1 à 8 pour les baguettes, de la plus petite à la plus grande (Annexe 1).

B. *Sources du matériel*

L'épreuve d'inclusion appliquée à un matériel de sériation est inspirée de l'épreuve décrite par Voelin et Berthoud dans l'ouvrage de Piaget : *Etudes d'épistémologie génétique*. En tant que telle, elle paraissait un peu compliquée pour l'enfant sur le plan de la manipulation, elle a donc été adaptée de façon à ce que sa passation soit simplifiée.

Cette épreuve a été mise au point par les membres formateurs de « Cogi'act » (groupe de formation et d'étude sur le développement et la pathologie des activités logiques) et réalisée par l'entreprise « Cogi'lud® ». Elle peut être utilisée dans le cadre d'un bilan logico-mathématique. Dans certains cas, en particulier pour des adolescents, il peut en effet être intéressant de ne pas se cantonner à une évaluation indépendante des structures logiques afin de savoir si le sujet est capable d'utiliser une structure logique au service d'une autre.

C. *Appropriation du matériel par l'enfant*

L'enfant est invité à manipuler librement le matériel. Il nous explique ensuite ce qu'il a réalisé. Nous en profitons pour aborder les différents termes utiles à la compréhension des consignes : « fentes », « baguettes », « peut/ne peut pas passer ». Nous vérifions un peu plus tard qu'il a bien assimilé ce vocabulaire.

Puis, nous lui suggérons de comparer les fentes entre elles d'une part et les baguettes entre elles d'autre part. Nous attendons de lui qu'il évoque non seulement les différences de couleur mais surtout les différences de taille.

Il doit alors nous dire sur quel critère il convient d'apparier les fentes avec les baguettes. S'il se trompe, nous lui montrons que les fentes et les baguettes vont ensemble par taille et non par couleur.

Nous choisissons enfin une fente et l'enfant doit trouver une baguette qui peut y passer ainsi qu'une baguette qui ne peut pas y passer tout en justifiant ses choix. Nous attendons les arguments « trop grand/plus grand que » ou « trop petit/plus petit que ». Nous l'aidons à les évoquer s'il n'y parvient pas tout seul.

Avant de commencer l'épreuve nous rassurons l'enfant en lui disant que nous nous intéressons à comprendre comment il réfléchit plutôt qu'à l'exactitude de ses réponses. Nous le prévenons que les questions peuvent admettre plusieurs, une seule ou aucune réponse. Pour ne pas le prendre au dépourvu, nous l'avertissons que nous notons les réponses qu'il nous donne. Enfin nous lui rappelons qu'il peut à tout moment nous demander de reformuler la consigne s'il ne l'a pas comprise ou s'il l'a oubliée.

D. *Protocole de l'épreuve 1*

Lors des différentes consignes, on ne fait que désigner les fentes à l'enfant. Elles ne sont nommées entre parenthèses dans le protocole que dans le but d'en simplifier la lecture.

Situation 1

Etant données les fentes C et F et les 8 baguettes qu'on place devant l'enfant (Annexe 2), on pose les questions suivantes :

Item 1 : « **Montre-moi une baguette qui peut passer par cette fente (C) et par cette fente (F) aussi** ». On juge la réponse recevable à partir du moment où l'enfant propose plusieurs baguettes possibles spontanément ou sur suggestion de l'examinateur et qu'il justifie son choix.

On attend de l'enfant qu'il montre les baguettes 1, 2, 3.

On lui propose alors la contre suggestion (1) : «L'autre jour, un enfant de ton âge m'a dit que cette baguette (5) pouvait passer par cette fente (C) et par celle-ci (F) aussi. Il a tort ou raison ? » et on lui demande de justifier son choix avant de passer à l'item 2.

Si l'enfant nous montre une autre baguette, on l'invite à manipuler (à partir de sa réponse) et on renforce la consigne. En cas de bonne réponse en deuxième intention, on lui propose la contre suggestion (1).

On passe à l'item 2 si l'enfant, même après manipulation, ne donne aucune des réponses attendues.

Nous avons construit tous les autres items de l'épreuve sur le même modèle que le premier. Nous ne préciserons donc que la consigne, la réponse attendue et la contre suggestion.

Item 2 : « **Montre-moi une baguette qui peut passer par cette fente (F) mais pas par cette fente (C)** ».

On attend de l'enfant qu'il nous montre les baguettes 4, 5, 6.

On lui propose alors la contre suggestion (2) : « L'autre jour, un enfant de ton âge m'a dit que cette baguette (2) pouvait passer par cette fente (F) mais pas par celle-ci (C). Il a tort ou raison ? ».

Item 3 : « **Montre-moi une baguette qui ne peut passer ni par cette fente (C) ni par cette fente (F)** ».

On attend de l'enfant qu'il montre les baguettes 7, 8.

On lui propose alors la contre suggestion (3) : «L'autre jour, un enfant de ton âge m'a dit que cette baguette (5) ne pouvait passer ni par cette fente (C) ni par celle-ci (F). Il a tort ou raison ? ».

Item 4 : « **Montre-moi une baguette qui peut passer par cette fente (C) mais pas par cette fente (F)** ».

On attend de l'enfant qu'il nous dise qu'il n'existe pas de réponse possible.

On lui propose alors la contre suggestion (4) : «L'autre jour, un enfant de ton âge m'a dit que cette baguette (2) pouvait passer par cette fente (C) mais pas par celle-ci (F). Il a tort ou raison ? ».

Situation 2

Etant données les 8 fentes alignées de manière aléatoire et les 8 baguettes disposées devant l'enfant (Annexe 3), on pose les questions suivantes :

Item 5 : « **Montre-moi quelle est la fente dans laquelle une seule baguette peut passer ?** ».

On attend de l'enfant qu'il montre la fente A.

On lui propose alors la contre suggestion (5) : «L'autre jour, un enfant de ton âge m'a dit qu'il n'y avait qu'une seule baguette qui pouvait passer dans cette fente (C). Il a tort ou raison ? ».

Item 6 : « **Montre-moi quelle est la fente dans laquelle toutes les baguettes peuvent passer ?** ».

On attend de l'enfant qu'il montre la fente H.

On lui propose alors la contre suggestion (6) : « L'autre jour, un enfant de ton âge m'a dit que toutes les baguettes pouvaient passer dans cette fente (F). Il a tort ou raison ? ».

Item 7 : « **Choisis la fente qui est bonne seulement pour 3 baguettes. Les autres ne peuvent pas passer dedans** ».

On attend de l'enfant qu'il montre la fente C.

On lui propose alors la contre suggestion (7) : « L'autre jour, un enfant de ton âge m'a dit que seulement 3 baguettes pouvaient passer dans cette fente (E). Il a tort ou raison ? ».

II.Présentation de « l’épreuve des magasins »

A. *Matériel*

L’épreuve d’inclusion numérique a été créée par l’équipe des membres formateurs de Cogi’act et se présente de la façon suivante : 8 boîtes (magasins), identiques de forme et de taille, contenant des images (bonbons). Sur chaque couvercle de boîte, on indique le nombre de bonbons qu’elle contient, soit respectivement 11 – 14 – 17 – 20 – 23 – 26 – 29 – 32 bonbons. Elles sont placées de manière aléatoire devant l’enfant lors de la passation. Pour cette épreuve, nous utilisons un personnage afin de permettre à l’enfant de se décentrer par rapport à la situation.

B. *Elaboration du matériel*

Nous avons choisi de mettre les enfants dans une situation de jeu en assimilant les boîtes de notre matériel à des magasins de bonbons.

Dans la même intention et afin de leur permettre de se décentrer, nous leur proposons d’utiliser un personnage. Les questions que nous leur posons au cours de la passation font directement référence à ce personnage. Dans le but de « personnaliser » les différentes situations et renforcer son implication dans l’épreuve, nous demandons aux enfants de lui donner un nom lors de la phase d’appropriation du matériel.

L’épreuve de Voelin et Berthoud mettant en jeu huit réglettes, nous avons choisi une suite de huit nombres (11 – 14 – 17 – 20 – 23 – 26 – 29 – 32).

En ne choisissant que des nombres à deux chiffres, nous voulions éviter toute ambiguïté pour l’enfant dans l’utilisation des mots « nombres » et « chiffres ».

En outre, cela nous permettait de nous assurer que l’enfant s’appuyait sur ses connaissances en numération pour affirmer qu’une quantité était plus grande qu’une autre et non sur la seule perception visuelle de nombres qui n’auraient pas la même « longueur ».

Nous avons néanmoins choisi des nombres suffisamment petits pour que l’enfant puisse avoir une représentation de ces quantités et puisse les manipuler plus facilement.

La suite de nombres est construite de façon à respecter un intervalle de 3 entre deux boîtes consécutives afin qu’il y ait une discontinuité des éléments, comme pour les baguettes dans l’épreuve de sériation (fentes et baguettes).

Par ailleurs, cela laisse à l'enfant la possibilité de trouver des intermédiaires. Si l'enfant est capable d'évoquer d'autres nombres que ceux qu'il voit inscrits sur les boîtes, on est en droit de penser qu'il ne se base pas uniquement sur des données perceptives et qu'il est donc capable de se décentrer par rapport au matériel.

C. *Appropriation du matériel par l'enfant*

L'objectif principal de cette étape est de vérifier si l'enfant a acquis des connaissances suffisantes en numération pour pouvoir répondre à nos questions.

Nous expliquons tout d'abord à l'enfant à quoi correspondent les boîtes et les nombres indiqués dessus. Après avoir lu les étiquettes-nombres, l'enfant vérifie la correspondance du contenu d'une des boîtes avec le nombre inscrit sur son couvercle en emmenant le personnage prendre des bonbons dans ce magasin.

En lui demandant jusqu'à quel nombre il sait compter sans se tromper, nous nous assurons qu'il connaît les nombres auxquels il sera confronté lors de l'épreuve.

Pour vérifier qu'il sait utiliser les notions « plus que » et « moins que » nous lui proposons de comparer les quantités de bonbons contenues dans différentes boîtes en se basant seulement sur les nombres inscrits sur le couvercle.

On tente d'amorcer un raisonnement de type inclusif en posant des questions à propos du magasin contenant 17 bonbons : « Peut-on y prendre 15 bonbons ? 17 bonbons ? 19 bonbons ? » Nous demandons à l'enfant de justifier ses réponses. Nous attendons les arguments « plus grand que » ou « plus petit que » et nous l'aidons à les évoquer s'il n'y parvient pas tout seul.

Ces différentes questions lui permettent également de prendre connaissance et de s'approprier le matériel par la manipulation.

On retrouve les mêmes conditions d'observation que pour l'épreuve précédente.

D. *Protocole de l'épreuve 2*

<u>*Situation 1*</u>

Etant donnés 2 magasins contenant 17 et 26 bonbons qu'on place devant l'enfant (Annexe 4), on pose les questions suivantes :

Item 1 : « **Trouve un nombre de bonbons que le personnage peut prendre dans ce magasin (17) et dans celui-là aussi (26)** ».

On juge la réponse recevable à partir du moment où l'enfant propose plusieurs nombres possibles spontanément ou sur suggestion de l'examinateur et qu'il justifie son choix.

On attend de l'enfant qu'il nous donne un nombre inférieur ou égal à 17.

On lui propose alors la contre suggestion (8) : « L'autre jour, un enfant de ton âge m'a dit que le personnage pouvait prendre 23 bonbons dans ce magasin (17) et dans celui-là aussi (26). Il a tort ou il a raison ? » et on lui demande de justifier son choix avant de passer à l'item 2.

Si l'enfant nous donne une autre réponse, on l'invite à manipuler (à partir de sa réponse) et on renforce la consigne. En cas de bonne réponse en deuxième intention, on lui propose la contre suggestion (8).

On passe à l'item 2 si l'enfant, même après manipulation, ne donne aucune des réponses attendues.

Nous avons construit tous les autres items de l'épreuve sur le même modèle que le premier. Nous ne préciserons donc que la consigne, la réponse attendue et la contre suggestion.

Item 2 : « **Trouve un nombre de bonbons que le personnage peut prendre dans ce magasin (26) mais pas dans celui-là (17)** ».

On attend de l'enfant qu'il nous donne un nombre compris entre 18 et 26 inclus.

On lui propose alors la contre suggestion (9) : « L'autre jour, un enfant de ton âge m'a dit que le personnage pouvait prendre 14 bonbons dans ce magasin (26) mais pas dans celui-là (17). Il a tort ou il a raison ? ».

Item 3 : « **Dis-moi combien de bonbons le personnage ne peut prendre ni dans ce magasin (17) ni dans celui-là (26)** ».

On attend de l'enfant qu'il nous donne un nombre supérieur à 26.

On lui propose alors la contre suggestion (10) : « L'autre jour, un enfant de ton âge m'a dit que le personnage ne pouvait prendre 23 bonbons ni dans ce magasin (17) ni dans celui-là (26). Il a tort ou il a raison ? ».

Item 4 **« Trouve un nombre de bonbons que le personnage peut prendre dans ce magasin (17) mais pas dans celui-là (26)** ».

On attend de l'enfant qu'il nous dise qu'il n'existe pas de réponse possible.

On lui propose alors la contre suggestion (11) : « L'autre jour, un enfant de ton âge m'a dit que le personnage pouvait prendre 14 bonbons dans ce magasin (17) mais pas dans celui-là (26). Il a tort ou il a raison ? ».

Situation 2

Etant donnés les 8 magasins disposés aléatoirement devant l'enfant (Annexe 5), on pose les questions suivantes :

Item 5 : « **Sans rien toucher, trouve un nombre de bonbons que le personnage peut prendre dans tous (n'importe lequel de) ces magasins** ».

On attend de l'enfant qu'il nous donne un nombre inférieur ou égal à 11.

On lui propose alors la contre suggestion (12) : « L'autre jour, un enfant de ton âge m'a dit que le personnage pouvait prendre 17 bonbons dans tous les magasins. Il a tort ou il a raison ? ».

Item 6 : « **Sans rien toucher, trouve un nombre de bonbons que le personnage ne peut prendre que dans un seul magasin et pas dans les autres** ».

On attend de l'enfant qu'il nous donne un nombre compris entre 30 et 32 inclus.

On lui propose alors la contre suggestion (13) : « L'autre jour, un enfant de ton âge m'a dit que le personnage pouvait prendre 26 bonbons dans un seul magasin et pas dans les autres. Il a tort ou il a raison ? ».

Item 7 : « **Trouve un nombre de bonbons que le personnage peut prendre dans seulement 3 magasins et pas dans les autres** ».

On attend de l'enfant qu'il nous donne un nombre compris entre 24 et 26 inclus.

On lui propose alors la contre suggestion (14) : « L'autre jour, un enfant de ton âge m'a dit que le personnage pouvait prendre 20 bonbons dans seulement 3 magasins et pas dans les autres. Il a tort ou il a raison ? ».

Pour faciliter la lecture des parties suivantes, nous avons réalisé un récapitulatif des consignes des deux épreuves. (Annexes 6 et 7)

III. Points particuliers du protocole

Dans l'épreuve originale de Voelin et Berthoud (1959), le protocole prévoit plusieurs situations dont « trou pour tous les bâtons » et « trou pour quelques bâtons ». En adaptant ce protocole au matériel numérique, nous nous sommes aperçues que l'item « trouve un nombre de bonbons qu'on peut prendre dans **tous** les magasins » n'admettait pas le même type de réponse que pour l'item équivalent de l'épreuve des fentes. En effet, on attend de l'enfant qu'il choisisse le plus petit magasin d'une part et la plus grande fente d'autre part. L'item des magasins nous paraissant malgré tout intéressant à étudier, nous avons alors décidé de rajouter un item au protocole initial et de croiser les items 5 et 6 des deux épreuves. Ainsi, pour l'épreuve des fentes, l'item 5 fait référence au plus petit des éléments (baguette noire (1) ou magasin contenant 11 bonbons) alors que l'item 6 fait référence au plus grand des éléments (baguette rouge (H) ou magasin contenant 32 bonbons).

Voelin et Berthoud qualifient d'items d'inférence les équivalents de nos items 1 à 4. D'après le dictionnaire du *Petit Robert* (p. 1324), une inférence est une « *opération* *logique par laquelle on admet une proposition en vertu de sa liaison avec d'autres propositions déjà tenues pour vraies (déduction, induction)* ».

Cela signifie que ces items ne testent pas véritablement l'inclusion simple. En effet, nous demandons à l'enfant de coordonner plusieurs critères d'inclusion pour définir la classe correspondant à la consigne.

Dans notre protocole, l'item 1 met en jeu une coordination positive de deux critères d'inclusion reliés par la conjonction de coordination « et ». L'item 3 met en jeu une coordination négative avec l'emploi de la conjonction de coordination « ni ». Enfin, les items 2 et 4 sont plutôt des coordination mixtes avec un critère positif « dans » et un critère négatif « mais pas dans ».

IV. Modalités de Passation

Les passations se sont déroulées dans les écoles ayant accepté notre intervention. Pour chaque épreuve l'une de nous faisait passer le protocole et notait les réponses et justifications de l'enfant, l'autre observait son comportement et ses stratégies de résolution.

Les 2 épreuves ont été présentées le même jour aux mêmes enfants.

Même si les deux supports sont de nature différente, la difficulté de résolution des items nous semblait équivalente pour les deux épreuves. C'est donc de manière arbitraire que nous avons choisi de faire passer l'épreuve des fentes le matin et l'épreuve des magasins l'après-midi.

Chacune des deux épreuves dure entre vingt et quarante-cinq minutes (selon la rapidité de l'enfant).

V. Durée de l'observation

Nous souhaitions que les enfants testés le soient tous à l'intérieur d'un intervalle temporel restreint pour éviter un trop grand décalage entre les élèves au niveau des acquisitions scolaires.

Par conséquent, l'expérimentation s'est déroulée sur 3 mois, entre octobre et décembre 2006.

VI. Présentation de la population

Pour approcher le plus possible d'une représentativité suffisante de notre échantillon, nous sommes intervenues au sein de plusieurs écoles élémentaires du Rhône : 2 écoles privées sous contrat, 2 écoles publiques ainsi que 3 établissements situés en zone d'éducation prioritaire (Lyon et banlieue).

Nous avons décidé de tester des enfants tout venant scolarisés en CE1 et CE2. Les enfants de ces niveaux scolaires se situent dans une tranche d'âge de 7 à 8 ans avec un léger décalage pour les enfants de début ou de fin d'année.

D' après les stades du développement de l'intelligence de l'enfant définis par Piaget, il s'agit d'un âge charnière entre le stade préopératoire et le stade des opérations concrètes que nous avons déjà décrits dans une partie antérieure. Nous espérions ainsi observer différentes conduites inclusives.

D'autre part, ces classes sont également à la jonction de deux cycles que sont le cycle II des «apprentissages fondamentaux» (allant de la grande section de maternelle au CE1) et le cycle III des «approfondissements » (du CE2 au CM2).

Dès le cycle II apparaissent, entre autre, les mathématiques et les activités de découverte du monde.

En proposant une étude structurée des nombres, des formes, des grandeurs et de leur mesure, ce cycle marque l'entrée véritable des élèves dans l'univers des mathématiques. La compréhension des nombres, notamment de leur écriture chiffrée (numération décimale) et le calcul mental sous toutes ses formes (résultats mémorisés, calcul réfléchi) constituent des objectifs prioritaires.

Le cycle III a, quant à lui, pour but d' élargir et d' approfondir les apprentissages du cycle précédent ; de donner à l'enfant des méthodes de travail diversifiées qui pourront lui servir au collège et qui lui permettront d'acquérir une certaine autonomie.

En mathématiques, les connaissances et les savoir-faire développés au cycle III doivent contribuer au développement d'une pensée rationnelle. La résolution de problèmes est au centre des activités mathématiques.

L'enseignement des sciences et de la technologie à l'école vise la construction d'une représentation rationnelle de la matière et du vivant par l'observation, puis l'analyse raisonnée de phénomènes physiques (ministère de l'Education Nationale).

Nous avons fait passer nos épreuves à 30 élèves de CE1 et 30 élèves de CE2 afin que les données recueillies soient suffisamment représentatives au niveau statistique.

Pour réduire les biais dans l'analyse des résultats, nous ne voulions pas tester d'enfants ayant redoublé au cours de leur scolarité non plus que des enfants pris en charge en orthophonie pour des problèmes logico-mathématiques.

Par ailleurs, nous avions demandé aux enseignants que nous avons rencontrés à l'occasion de nos passations de choisir parmi leurs élèves des enfants de niveaux scolaires différents afin d'optimiser nos chances d'observer des conduites différentes.

VII. Outils d'observation

A. *Questionnaire aux parents*

Par l'intermédiaire des enseignants que nous avons pu rencontrer et avant chaque intervention, nous avons fait passer aux parents des enfants de notre population un questionnaire (accompagné d'une note explicative de notre étude).

L'objectif de cet outil était de récolter des informations concernant l'environnement dans lequel évolue l'enfant et ainsi travailler à partir d'une population la plus représentative possible.

B. *Grille de passation*

En préparant notre protocole expérimental, nous avons essayé d'anticiper les types de réponses que l'enfant pouvait donner.

En lien direct avec notre protocole, nous avons alors élaboré une grille de passation répertoriant tous ces types de réponses sur laquelle nous avons recueilli les corpus des enfants.

L'étude des données sera à la fois qualitative et quantitative pour tenter d'en faire une analyse aussi complète que possible.

PRESENTATION DES RESULTATS

I. Etude qualitative : conduites observées

Après avoir analysé les corpus recueillis au cours de notre expérimentation, nous avons pu dégager différents types de « conduites » de résolution du problème d'inclusion. Pour cela, nous nous sommes principalement basées sur la justification fournie par les enfants pour expliquer le choix de leur réponse aux questions que nous leur posions.

Nous avons relevé huit catégories de justification dont seulement deux sont de type inclusif et nous avons constaté que nous pouvions les retrouver non seulement pour tous les items d'une même épreuve mais aussi d'une épreuve à l'autre.

Dans cette partie, nous avons donc répertorié ces différentes catégories de justification en décrivant leurs caractéristiques et en les illustrant par des exemples provenant des deux épreuves. En outre, nous avons tenté de les présenter en les classant de la moins élaborée à la plus recherchée.

Pour chaque type d'argument, nous avons dressé un tableau qui récapitule le nombre d'enfants l'ayant mis en œuvre dans leur tentative de justification, selon l'item et l'épreuve. Nous avons fait figurer ces tableaux en face des descriptions des conduites correspondantes.

En ce qui concerne les enfants n'ayant pas fourni la réponse attendue en 1ère intention et à qui il a donc fallu proposer une manipulation, nous avons décidé de ne prendre en compte que la justification la plus élaborée des deux, le plus souvent celle fournie après manipulation.

Les enfants pour lesquels la manipulation permettait d'accéder à une argumentation de type logique apparaissent sous la conduite qu'ils ont développée après manipulation mais ils sont distingués des autres dans le tableau par le signe « + » inscrit devant la mention de leur effectif.

Précisons que la contre-suggestion (proposée aux enfants donnant la réponse attendue, que leur justification soit ou non logique) n'a été prise en compte pour le classement des enfants que dans les cas où elle nous a permis de trancher quant au

Choix au hasard ou abandon

Effectifs obtenus à l’épreuve des fentes :

Item	1	2	3	4	5	6	7
Effectif	**0**	**1**	**0**	**0**	**1**	**1**	**1**

Effectifs obtenus à l’épreuve des magasins :

Item	1	2	3	4	5	6	7
Effectif	**0**	**1**	**1**	**0**	**0**	**0**	**2**

caractère logique ou non de leur raisonnement (en particulier, cas des sujets qui développent une argumentation de type empirique). Dans la suite de cette étude, nous parlerons de « réponse » lorsque nous ferons référence au choix des éléments et de « justification » lorsqu'il s'agira des arguments avancés par l'enfant pour justifier son choix.

A. *Choix au hasard ou abandon*

Dans cette catégorie, nous avons classé les enfants qui manifestent explicitement leur impuissance, leur désintérêt, voire leur lassitude à donner une réponse à la question posée ou à argumenter cette réponse. Lorsqu'ils donnent une réponse au hasard, celle-ci peut parfois faire partie des réponses attendues. Soit ces enfants n'ont pas tenté de mener une réflexion pour répondre à la consigne donnée, soit leur recherche ne leur a pas permis de trouver une réponse qu'ils considèrent comme satisfaisante et ils abandonnent.

Néanmoins, ce cas de figure ne s'est que rarement présenté. En effet, la plupart du temps, les enfants se sont attachés à argumenter leurs réponses, que ces arguments soient logiques ou non.

Quand les enfants donnent une réponse, qu'elle fasse partie ou non des réponses attendues, ils disent clairement « Je sais pas » ou encore « J'ai choisi au hasard », pour justifier leur choix. Il reste très difficile de cerner la difficulté rencontrée à ce moment là ; cela peut être dû à un problème de compréhension (malgré plusieurs reformulations et vérification du vocabulaire) mais aussi à une difficulté à verbaliser leur raisonnement, trop fragile.

B. *Argument fantaisiste ou affectif*

La réponse apportée par ces enfants à la consigne peut faire partie ou non des réponses attendues mais l'argument qui en justifie le choix n'est pas logique : il n' y a pas d'analyse logique des éléments qui composent la situation.

Il s'agit d'enfants ayant plutôt un raisonnement de type figuratif. Ainsi, ils peuvent fournir un argument subjectif de préférence pour justifier leur choix.

Argument fantaisiste ou affectif

Effectifs obtenus à l'épreuve des fentes :

Item	1	2	3	4	5	6	7
Effectif	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**0**

Effectifs obtenus à l'épreuve des magasins :

Item	1	2	3	4	5	6	7
Effectif	**2**	**5**	**6**	**4**	**5**	**1**	**1**

Par exemple, pour l'épreuve des fentes (item 4 : « Trouve une baguette qui passe dans la fente blanche (C) mais pas dans la bleu clair (F) »), T. répond « La baguette bleu clair (2) parce que c'est ma couleur préférée ».

Dans l'épreuve des magasins (item 5 : « Trouve un nombre de bonbons qu'on peut prendre dans tous les magasins), R. répond « 14 parce que j'ai envie qu'il mange 14 bonbons ».

Ils peuvent également justifier leur choix par un argument faisant référence à leur imaginaire.

Pour l'épreuve des fentes (item 3 : « Trouve une baguette qui ne passe ni par la fente blanche (C) ni par la fente bleu clair (F) »), G. répond « Les baguettes vert clair (7) et bleu foncé (8) parce que c'est les deux parents et les autres, c'est les petits bébés » ; il poursuit sa réponse par une sériation des baguettes en imaginant que c'est une famille « Lui, on dirait que c'est le papa (baguette bleu foncé), elle, ce serait la maman (baguette vert clair), lui, le grand frère, etc. ».

Dans l'épreuve des magasins (item 3 : « Trouve un nombre de bonbons qu'on ne peut prendre ni dans (17) ni dans (26)), R. répond « Zéro parce que les magasins sont fermés ».

Les enfants que nous avons testés n'emploient pas très fréquemment cette conduite. Cependant, elle concerne plus souvent les items de l'épreuve des magasins. Cela peut être dû au fait que le matériel de cette épreuve fait davantage appel à l'imagination de l'enfant, notamment lorsqu'on lui demande de considérer les boîtes comme des magasins de bonbons.

Par ailleurs, il nous semble intéressant de faire remarquer que parmi les enfants qui nous ont donné ce type d'argument, les deux seuls à avoir pu élaborer une argumentation logique après manipulation sont des enfants qui ont été diagnostiqués précoces à l'issu d'un test de QI mais dont le comportement durant la passation nous a semblé particulièrement immature.

Argument d’apparence logique ou défaut d’analyse de la situation

Effectifs obtenus à l’épreuve des fentes :

Item	1	2	3	4	5	6	7
Effectif	**0**	**1**	**1**	**6**	**10**	**3**	**18**

Effectifs obtenus à l’épreuve des magasins :

Item	1	2	3	4	5	6	7
Effectif	**4**	**3**	**7**	**7**	**4**	**15**	**19**

C. *Argument d’apparence logique ou défaut d’analyse des éléments*

Dans ce cas de figure, la réponse que les enfants apportent à la question posée peut faire partie ou non des réponses attendues. Par contre, pour justifier leur choix, ils cherchent à analyser les éléments de la situation et/ou à les mettre en relation mais d’une façon qui n’est pas adaptée à la résolution du problème posé. Parfois, l’analyse des éléments elle-même est défaillante. On peut alors observer des incohérences entre la réponse et sa justification. Il s’agit d’enfants ayant un raisonnement de type intuitif.

Aux items 5 et 6 de l’épreuve des fentes, (« Trouve une fente pour une seule baguette » et « Trouve une fente pour toutes les baguettes »), de nombreux enfants effectuent des appariements entre les fentes et les baguettes alors qu’on leur demande pour ces deux items de ne choisir qu’un seul élément (la fente jaune pour l’item 5 et la fente rouge pour l’item 6). Ces appariements peuvent tout autant se faire sur le critère de la taille que de la couleur. Par exemple, à l’item 6 (« Trouve une fente pour toutes les baguettes »), A. répond « La baguette noire (1) peut passer dans la fente noire (D) et la baguette jaune (4) peut passer dans la fente jaune (A) ».

A l’épreuve des magasins, pour l’item 4 (« Trouve un nombre de bonbons qu’on ne peut prendre ni dans (17), ni dans (26) »), plusieurs enfants semblent considérer que « zéro » est la seule réponse possible, car d’après eux : « On ne peut prendre zéro bonbons ni dans (17) ni dans (26) » Ces enfants ont une notion encore vague de la valeur du zéro, ils ne savent pas encore bien manipuler ce chiffre.

Nous avons aussi placé dans cette catégorie de justification les enfants dont l’analyse des propriétés des éléments était défaillante, à l’instar de A. qui, à l’item 4 de l’épreuve des fentes (« Trouve une baguette qui peut passer dans la fente blanche (C) mais pas dans la bleu clair (F) »), désigne la baguette rouge (3) « parce qu’elle va dans la fente blanche (C) mais pas dans la bleu clair (F) ».

A l’item 7 de l’épreuve des magasins (« Trouve un nombre de bonbons qu’on peut prendre dans seulement 3 magasins ») S. propose le nombre 20 « parce qu’il est plus grand que les autres. »

Les tableaux d’effectifs mettent en évidence une utilisation plus fréquente de cette conduite lorsqu’il s’agit de mettre en relation tous les éléments de la situation, en

Omission d’une partie de la consigne

Effectifs obtenus à l’épreuve des fentes :

Item	1	2	3	4	5	6	7
Effectif	**7**	**12**	**0**	**9**	**0**	**0**	**2**

Effectifs obtenus à l’épreuve des magasins :

Item	1	2	3	4	5	6	7
Effectif	**1**	**7**	**0**	**7**	**0**	**1**	**18**

particulier aux items 5 et 7 de l'épreuve des fentes ainsi qu'aux items 6 et 7 de l'épreuve des magasins. Certains enfants ont alors tendance à réutiliser l'argument qu'ils avaient employé à l'item précédent. Ainsi, lorsqu'on demande à N. de trouver « Un nombre de bonbons qu'on peut prendre dans un seul magasin », il propose le nombre 11, « parce que c'est le plus petit de tous ».

D. *Omission d'une partie de la consigne*

Ces enfants, bien qu'ayant compris la question posée (on leur demande de reformuler la consigne avant de commencer à répondre), omettent une partie de la consigne. En effet, ils proposent une solution pour chaque élément de la consigne sans pour autant les coordonner.

Ces enfants ont un raisonnement de type intuitif. Leurs réponses peuvent faire partie ou non des réponses attendues.

D'après les tableaux d'effectifs, nous avons constaté que les enfants employaient préférentiellement ce type de justification pour certains items selon lesquels plusieurs cas de figures peuvent se présenter :

❶ Pour l'item 1, ces enfants proposent une solution pour chacun des deux éléments cités dans la consigne mais ne parviennent pas à les coordonner. Ils traitent les deux éléments d'inclusion de manière indépendante.

Par exemple, pour l'épreuve des fentes, à la question « Trouve une baguette qui peut passer par la fente blanche (C) et la fente bleu clair (F) aussi », ils désignent en général une baguette par fente. Ainsi, S. propose « La baguette noire (1) dans la fente blanche (C) et la rouge (3) dans la bleu clair (F) ». Ces enfants comprennent « une baguette qui peut passer dans la fente blanche d'une part et une baguette qui peut passer dans la fente bleu clair d'autre part ».

En ce qui concerne l'épreuve des magasins, on peut relever l'exemple suivant : à la question **«** Trouve un nombre de bonbons qu'on peut prendre dans ce magasin (17) et dans celui-là aussi (26). » R. répond « 17 ici (magasin 17) et 26 ici (magasin 26) parce qu'il va pouvoir acheter dans les 2 magasins. »

❷ Pour les items 2 et 4, ces enfants ne prennent pas en compte le critère d'exclusion « dans…**mais pas dans**… ». Ils omettent l'un des deux éléments de la consigne et répondent à la question comme s'il ne s'agissait que d'un problème d'inclusion simple.

Pour l'épreuve des fentes, ils ne font référence qu'à une seule fente dans leur justification. Ainsi, à l'item 2 (« Trouve une baguette qui peut passer par la fente bleu clair (F) mais pas par la blanche (C) »), R. répond « La baguette rouge (3) parce qu'elle est plus petite que la fente bleu clair (F) » et à l'item 4 (« Trouve une baguette qui peut passer par la fente blanche (C) mais pas par la bleu clair (F) »), P.-L. répond « Les baguettes noire (1), bleu clair (2), rouge (3) et jaune (4) parce qu'elles sont toutes petites donc elle passent par la fente blanche (C) ».

Quant à l'épreuve des magasins, lorsqu'on lui pose la question « Dis-moi combien de bonbons on peut prendre dans ce magasin (26) mais pas dans celui-là (17) », S. répond « 24, 16 et 5 parce qu'on peut les prendre dans 26, c'est des nombres plus petits que 26. »

❸ A l'item 7, ces enfants ne retiennent généralement pas le terme « **seulement** » et réduisent la consigne à un problème d'inclusion simple, ce qui aboutit à une réponse incorrecte.

Ainsi, à la question « Trouve une fente par laquelle seulement trois baguettes peuvent passer » de l'épreuve des fentes, T. choisit les bonnes baguettes ce qui montre qu'il a bien une intuition du raisonnement à tenir mais il répond toutefois « C'est la fente grise (D) parce que les baguettes noire (1), bleu clair (2) et rouge (3) peuvent passer ».

On peut illustrer cette conduite pour l'épreuve des magasins avec l'exemple suivant : lorsqu'on lui demande « Combien de bonbons peut-on prendre dans seulement 3 magasins et pas dans les autres ? » N. répond « 19, parce qu'on peut en acheter 19 dans les magasins 32, 23, 20 » en choisissant trois magasins au hasard.

E. *Argument donné sur une base empirique*

Cette conduite est fréquemment adoptée par les enfants : on peut la relever sur l'ensemble des items des deux épreuves.

La réponse apportée par ces enfants fait partie des réponses attendues mais elle n'est pas exhaustive et sa justification n'est pas sous-tendue par un argument logique. Les enfants hésitent beaucoup avant de donner une réponse. En outre, elle est le plus

Argument donné sur une base empirique

Effectifs obtenus à l’épreuve des fentes :

Item	1	2	3	4	5	6	7
Effectif	**14**	**17**	**13**	**6**	**4**	**1**	**15**

Effectifs obtenus à l’épreuve des magasins :

Item	1	2	3	4	5	6	7
Effectif	**8**	**7**	**3**	**13**	**15**	**5**	**11**

souvent mal organisée, n'ayant été obtenue qu'à partir d'une stratégie d'essais/erreurs après un passage en revue de tous les éléments de la situation : ils ne définissent la classe qu'en extension. L'utilisation de cette stratégie met en avant un raisonnement intuitif chez ces enfants.

Par exemple, à l'item 1 de l'épreuve des fentes (« Trouve une baguette qui peut passer par la fente blanche (C) et bleu clair (F) aussi ») W. répond « La baguette bleu foncé (8) peut aller dans la fente bleu clair (F), la baguette grise (6) peut aller dans la bleu clair (F), la baguette vert clair (7) dans la bleu clair (F), la vert foncé (5) dans les 2, la bleu clair (2) dans les 2, la noire (1) dans les 2, la jaune (4) que dans la bleu clair (F) et la rouge (3) dans les 2 ».

Pour l'épreuve des magasins, lorsqu'on lui demande de trouver « un nombre de bonbons qu'on peut prendre dans seulement 3 magasins et pas dans les autres » (item 7), C. répond : « 26 : j'ai essayé dans ma tête avec plein de nombres et ça marchait pas. Y a que 26 qui marche dans les magasins 26, 29, 32 »

Ce procédé peut être mentalisé en 1ère intention ou se révéler de façon plus concrète lors de la manipulation de vérification dans le cas de l'épreuve des fentes (l'enfant ayant donné plus d'éléments que ceux attendus, on lui propose de manipuler le matériel pour qu'il puisse en déduire les réponses correctes seulement).

La justification donnée par ces enfants est plutôt imprécise, présentée sous forme de constat et ne contient aucun argument logique montrant qu'ils auraient mis les éléments en relation les uns avec les autres. Le plus souvent, ils ne font que reprendre des éléments de la consigne, parfois même ils la répètent dans son intégralité.

Par exemple, au 1er item de l'épreuve des fentes (« Trouve une baguette qui passe par la fente blanche (C) et la bleu clair (F) aussi »), N. répond « Les baguettes noire (1), bleu clair (2) et rouge (3) peuvent aller avec la fente blanche (C) et la bleu clair (F) »

Dans l'épreuve des magasins, ceci peut être illustré par l'exemple de D. qui, à la question « Trouve un nombre de bonbons qu'on peut prendre dans ce magasin (26) mais pas dans celui-là (17) » (item 2), répond : « 23, parce qu'on peut pas avoir 23 bonbons dans le magasin 17 et dans 26 on peut. »

On peut également noter que certains enfants justifient leur réponse à partir de souvenirs de manipulations antérieures comme à l'item 3 de l'épreuve des fentes (« Trouve une baguette qui ne passe ni par la fente blanche (C) ni par la bleu clair (F) »)

Constat des propriétés des différents éléments de la situation

Effectifs obtenus à l’épreuve des fentes :

Item	1	2	3	4	5	6	7
Effectif	**12**	**4**	**11**	**2**	**2**	**7**	**3**

Effectifs obtenus à l’épreuve des magasins :

Item	1	2	3	4	5	6	7
Effectif	**0**	**1**	**0**	**2**	**1**	**1**	**0**

auquel T. répond « Les baguettes bleu foncé (8) et vert clair (7) parce que je les ai essayées tout à l'heure »

Ces enfants ne sont pas capables d'anticiper les classes en réponse à la consigne : en aucun cas nous n'obtenons pour cette conduite de définition de la classe en compréhension ni d'extraction d'une loi plus générale. Certains de ces enfants n'évoquent qu'un seul élément de la classe, d'autres n'en citent que quelques éléments (extension partielle), d'autres encore la définissent en extension complète (citent tous les éléments de la classe).

F. *Constat des propriétés des différents éléments de la situation*

Cette conduite est très fréquente dans les items de l'épreuve des fentes dans la mesure où le matériel est de nature spatiale et que l'enfant est plus facilement influencé par tout ce qu'il perçoit : il a plus souvent tendance à faire appel aux propriétés physiques des éléments pour justifier ses choix.

Nous avons classé dans cette catégorie les enfants qui donnent la réponse attendue mais qui, au lieu de justifier ce choix par une mise en relation des éléments de la situation, se contentent d'en constater les propriétés, sans les regrouper en classes.

Cette conduite ne met donc toujours pas en jeu de raisonnement inclusif au sens propre du terme.

Parmi ces enfants, certains citent un ou plusieurs éléments de la classe, d'autres la définissent en extension.

Le vocabulaire utilisé ici par l'enfant est révélateur de la nature de son raisonnement. Par exemple pour l'épreuve des fentes, à l'item 3 (« Trouve une baguette qui ne passe ni par la fente blanche (C) ni par la fente bleu clair (F) ») on peut distinguer les enfants tels que A., C. et V. qui justifient respectivement le choix des baguettes vert clair (7) et bleu foncé (8) par les qualificatifs suivants : « **grandes** », « **très grandes** » ou encore « **vachement grandes** » de ceux qui répondent comme J. « Les baguettes vert clair et bleu foncé parce qu'elles sont **trop grandes** ».

On parvient ainsi à mettre en évidence différents niveaux d'analyse : les termes « grandes » et « très/vachement grandes » ne marquent aucune mise en relation. Les

Prise en compte d'une relation entre les éléments de la situation

Effectifs obtenus à l'épreuve des fentes :

Item	1	2	3	4	5	6	7
Effectif	**12**	**10 + 3**	**22**	**1**	**20 + 1**	**34**	**4 + 2**

Effectifs obtenus à l'épreuve des magasins :

Item	1	2	3	4	5	6	7
Effectif	**36 + 2**	**19 + 2**	**33**	**12 + 1**	**21 + 4**	**25 + 5**	**4 + 1**

termes « trop grandes » pourraient introduire cette relation mais l'argument reste incomplet dans la mesure où l'enfant ne mentionne nulle part les éléments de référence.

Bien que ce type d'argument soit moins fréquemment employé par les enfants pour l'épreuve des magasins, on retrouve les mêmes expressions que pour l'épreuve des fentes. Ainsi, lorsqu'on lui demande de « trouver un nombre qu'on peut prendre dans (17) mais pas dans (26) » (item 4), M. rétorque : « On ne peut pas parce que 26, il est grand et 17, il est petit ».

Enfin, à la question « trouve un nombre qu'on ne peut prendre que dans un seul magasin et pas dans les autres » (item 6), A. propose : « 32, parce que les autres nombres, c'est trop petit. ».

G. *Prise en compte d'une relation entre les éléments de la situation*

D'après les tableaux d'effectifs, on remarque que cette conduite est relativement fréquente, surtout aux items 1, 2, 3, 5 et 6.

Cette conduite marque l'entrée dans le raisonnement inclusif proprement dit. En effet, les enfants classés dans cette catégorie prennent en compte, quoique de façon incomplète, la relation d'inclusion qui lie les éléments entre eux sur la base de l'analyse de leurs propriétés. Les réponses fournies font donc partie des réponses attendues.

Parmi ces enfants, certains ne citent qu'un seul des éléments de la classe, d'autres en citent plusieurs, définissant la classe soit en extension partielle, soit en extension complète mais ils accompagnent toujours leurs réponses d'un argument logique, c'est-à-dire qu'ils sont capables de coordonner les différents éléments de la consigne et définissent la classe à la fois en extension et en compréhension.

Enfin, quelques enfants définissent la classe en compréhension (ils citent le premier et le dernier élément de la classe et considèrent que tous les éléments situés entre ces deux bornes font partie de la classe). Ce procédé prouve qu'ils ont mis en œuvre un raisonnement de type logique pour répondre. Nous sommes donc parties du principe que tous les enfants qui évoquaient la classe de cette façon, même s'ils n'argumentaient pas leur choix, avaient une conduite logique.

Les enfants emploient très souvent des expressions tels que « plus grand que », « plus petit que » qui prouvent qu'ils ont mis les éléments en relation entre eux.

En ce qui concerne l'épreuve des fentes, à la question « Trouve une baguette qui peut passer par la fente bleu clair (F) mais pas par la blanche (C) » (item 2), V. choisit les baguettes vert foncé (7), grise (6) et jaune (4) « parce qu'elles sont plus grandes que la fente blanche (C) et plus petite que la bleu clair (F) ». Ils parviennent non seulement à comparer les baguettes entre elles mais à les mettre en relation avec les fentes.

Pour l'épreuve des magasins, lorsqu'on lui demande de trouver « un nombre qu'on peut prendre dans (17) et dans (26) » (item 1) F. propose : « 10 parce que c'est plus petit que 17 et 26 ».

Les items 5 à 7 appellent, quant à eux, l'utilisation du superlatif dans la justification. Ainsi, en ce qui concerne l'item 6 de l'épreuve des fentes (« Trouve une fente par laquelle toutes les baguettes peuvent passer »), J. désigne la fente rouge (H) « parce que c'est la plus grande des fentes ». Il ne manque que la correspondance entre les deux séries (baguettes et fentes) pour que l'argument inclusif soit complet.

Pour l'épreuve des magasins, quand on lui demande de trouver « Un nombre qu'on peut prendre dans tous les magasins (item 1) Z. rétorque : « 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1 parce que (11) c'est le plus petit de tous les magasins, alors on pourra y prendre »

Ce type de justification est généralement obtenu en 1ère intention. En cas de réponse incorrecte, la prise en compte, lors de la manipulation, de la relation qu'entretiennent les éléments entre eux permet à certains enfants de faire des déductions. C'est le cas de M. à l'item 6 de l'épreuve des fentes (« Trouve une fente pour toutes les baguettes »). Elle désigne tout d'abord la fente noire (G) sans pour autant justifier son choix. Grâce à la manipulation, on voit émerger son raisonnement. En effet, elle distingue deux tas de baguettes : celles qui rentrent dans la fente et celles qui ne rentrent pas (anticipation des classes). En outre, elle s'arrête au premier échec, c'est-à-dire dès qu'une baguette ne peut pas passer. Ainsi, en manipulant les baguettes pour la fente noire, elle déduit que celle-ci ne convient pas en observant que la baguette bleu foncé ne rentre pas. Elle compare alors les fentes entre elles pour finalement désigner la rouge parce que c'est la plus grande.

Implication et raisonnement déductif

Effectifs obtenus à l'épreuve des fentes :

Item	1	2	3	4	5	6	7
Effectif	**10 + 4**	**10 + 2**	**13**	**36**	**15 + 7**	**6 + 7**	**11 + 4**

Effectifs obtenus à l'épreuve des magasins :

Item	1	2	3	4	5	6	7
Effectif	**7**	**9 + 6**	**9 + 1**	**14**	**10**	**6 +1**	**2 + 2**

H. *Implication et raisonnement déductif*

Cette conduite est deux fois plus souvent observée dans l'épreuve des fentes que dans celle des magasins (tout item confondu).

Les justifications des enfants ont été regroupées sous cette conduite à partir du moment où ils prenaient en compte assez d'éléments pour construire un raisonnement déductif. Ce dernier se distingue du raisonnement hypothético-déductif par l'absence de réelles hypothèses. En effet, les enfants de notre échantillon se situent au stade des opérations concrètes, c'est-à-dire qu'ils ont encore besoin de s'appuyer sur le matériel pour élaborer leur raisonnement. Par conséquent, ils ne sont pas encore capables d'émettre des hypothèses de manière abstraite. Cette capacité est caractéristique du stade des opérations formelles.

La plupart du temps, ces enfants justifient leur choix sous la forme d'une implication avec les termes « si…alors » ou équivalents.

La mise en correspondance des deux séries, celle des fentes et celle des baguettes, permet de faire le lien entre l'ordinal et le cardinal. En effet, l'enfant a compris qu'il pouvait mettre en relation le rang de la fente dans la série et la quantité de baguettes qui pouvaient passer dedans. Ainsi, à la 3ème fente de la série correspond la classe des trois baguettes qui rentrent dans cette fente.

Au dernier item de l'épreuve des fentes (une fente pour seulement 3 baguettes), I. répond « C'est la fente blanche (C) parce que les baguettes noire (1), bleu clair (2) et rouge (3) peuvent passer. Je les ai mis dans l'ordre et la baguette rouge c'est la 3ème donc elle rentre dans la 3ème fente qui est la blanche (C) ».

De même, à l'épreuve des magasins, lorsqu'on demande à L. de trouver « un nombre qu'on peut prendre dans seulement trois magasins » (item 7), elle propose : « de 24 jusqu'à 26, parce que le quatrième plus grand c'est 23, donc il ne faut pas que ce soit plus petit que 23, et pas plus grand que 26 car 26, c'est le troisième plus grand et sinon, on ne pourra le prendre que dans 2 ou 1 magasin. »

Certains de ces enfants donnent les caractéristiques de la classe, parfois même sans en citer les éléments : ils évoquent la classe d'une manière plus abstraite. Cela montre leur capacité à se décentrer de la situation afin d'élaborer une loi plus générale.

Ainsi, pour l'épreuve des fentes, à l'item 4 (« Trouve une baguette qui rentre dans la fente blanche (C) mais pas dans la bleu clair (F) »), M. répond « Aucune baguette parce que la fente blanche est plus petite que la bleu clair et si elles sont plus petites que la blanche, elles vont être aussi plus petites que la bleu clair ».

Cette observation peut aussi être illustrée par un exemple tiré de l'épreuve des magasins : A la question de l'item 2 (« Trouve un nombre qu'on peut prendre dans (26) mais pas dans (17) ») L. répond : « Les nombres de 18 jusqu'à 26 parce qu'ils sont plus grands que 17 et plus petits que 26 ».

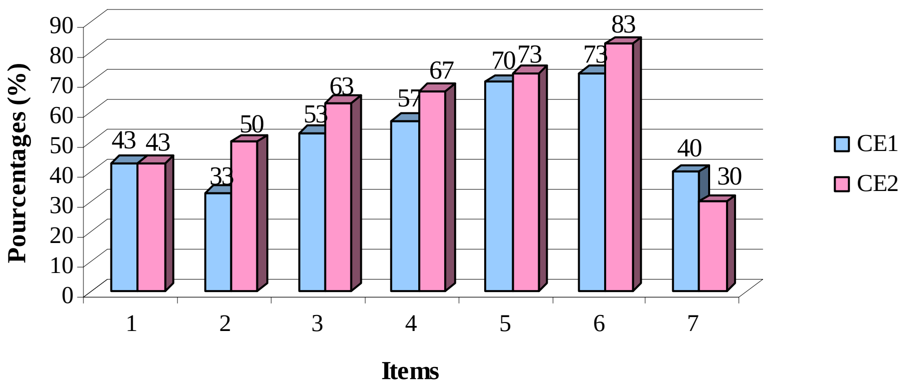
En regard de l'ensemble des tableaux d'effectifs, nous pouvons constater qu'une grande partie des enfants testés se répartissent dans les deux dernières catégories de conduites ce qui signifie qu'ils ont adopté un raisonnement de type logique. Nous conviendrons de qualifier ces enfants d' « inclusifs » dans la suite de cette étude.

II. Etude quantitative : représentations graphiques des résultats

A partir de l'étude de leurs corpus, nous avons classé les enfants dans deux catégories différentes en fonction de la réponse donnée et du niveau de la justification correspondante, en référence aux conduites décrites précédemment. Ainsi, nous avons réparti les enfants soit dans la catégorie « inclusif » (s'ils avaient donné une justification faisant partie de l'une des deux dernières conduites décrites), soit dans la catégorie « non inclusif ». Nous avons constaté que la manipulation avait permis à certains enfants de donner un argument « inclusif » ; c'est pourquoi, dans notre classement, nous n'avons tenu compte que des réponses et des justifications données après manipulation.

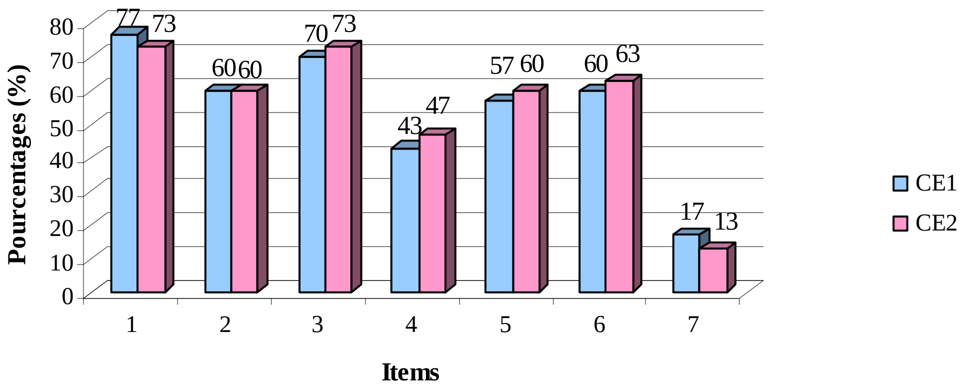
Dans un premier temps, nous avons déterminé les proportions d'enfants appartenant à l'une ou à l'autre de ces catégories selon différents critères.

Nous nous sommes ensuite intéressées aux proportions des sujets que nous avons convenu de qualifier d'« homogènes ». Ces enfants sont ceux que nous avons classés dans la même catégorie à partir des justifications qu'ils ont données aux deux items de même niveau figurant dans l'une et l'autre épreuve : soit « inclusif », soit



Graphique 1

Epreuve des fentes – pourcentages d'enfants inclusifs par classe et par item



Graphique 2

Epreuve des magasins – pourcentages d'enfants inclusifs par classe et par item

« non inclusif ». La prise en compte du critère « homogénéité » nous a donc permis d'affecter les enfants à deux nouveaux groupes : celui des enfants homogènes et celui des enfants hétérogènes (qui ont été inclusifs à une épreuve mais pas à l'autre).

Pour chaque item, nous avons voulu savoir comment se répartissaient ces deux types d'enfants et si certains facteurs pouvaient influencer cette répartition.

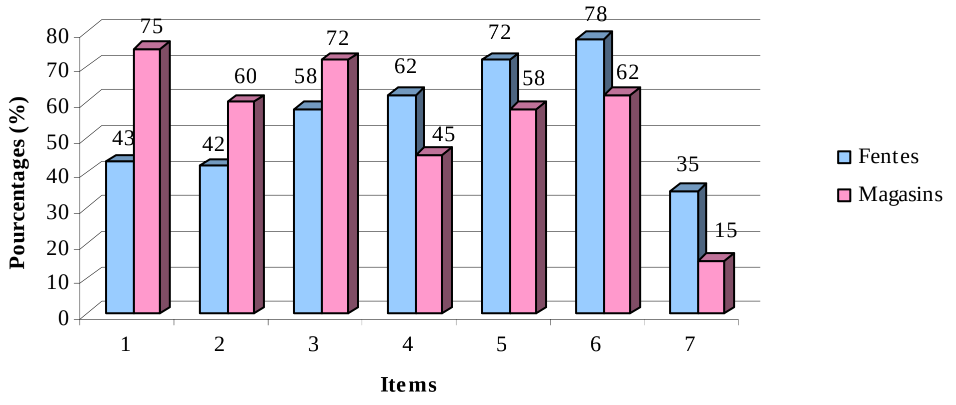
Pour finir, nous nous sommes attachées à préciser les caractéristiques du groupe des enfants homogènes et de celui des enfants hétérogènes.

A. *Critère « inclusif »*

Les graphiques 1 et 2 nous permettent de voir dans quelle classe (CE1 ou CE2) il est possible de trouver le plus grand nombre d'enfants inclusifs et ce pour chacune des épreuves et chacun des items. L'objectif est de comparer les deux groupes de notre échantillon total afin d'éventuellement pouvoir montrer que leurs résultats ne diffèrent pas significativement, ce qui permettrait de traiter les données sur l'ensemble des 60 enfants par la suite.

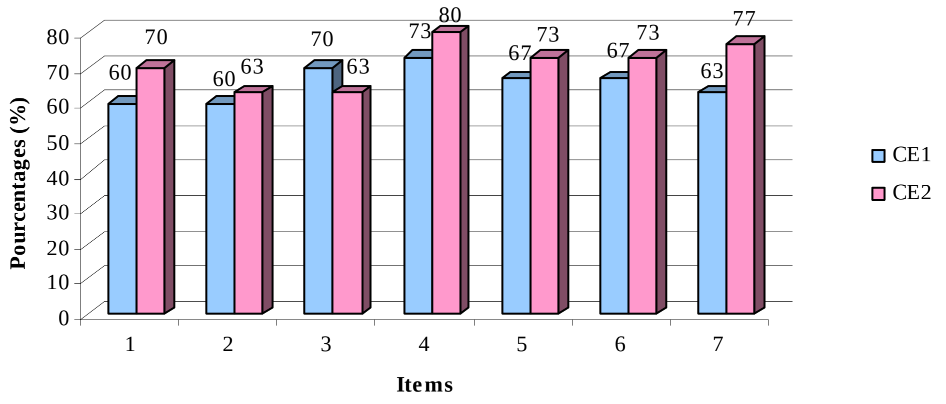
Pour élaborer ces deux graphiques, nous avons donc relevé les effectifs d'enfants ayant fourni un argument inclusif selon la classe, l'item et l'épreuve et nous les avons convertis en pourcentages en les rapportant respectivement à l'effectif des CE1 et à celui des CE2, soit 30 enfants pour chacun de ces groupes. (Tableaux 1 et 2)

Nous avons voulu savoir si la proportion d'enfants inclusifs chez les CE1 différait ou non de celle des CE2, et ce pour chacun des items de chacune des épreuves. Le calcul de deux séries d'indices de Khi 2 pour échantillons indépendants (Calcul 1) nous a permis de confirmer que les différences observées entre les résultats des CE1 et ceux des CE2, qui paraissent minimes sur les graphiques, ne sont effectivement pas significatives au seuil 5%. Ce résultat est valable non seulement pour l'épreuve des magasins mais aussi pour celle des fentes. Il sera donc fondé, en théorie, de regrouper pour certains constats les résultats des élèves de CE1 et de CE2. Il nous semble cependant intéressant de faire remarquer que les proportions d'enfants inclusifs sont constamment plus élevées chez les CE2.



Graphique 3

Pourcentages d'enfants inclusifs par épreuve et par item pour l'ensemble de l'échantillon



Graphique 4

Pourcentages d'homogénéité par classe et par item

Le graphique 3 permet ensuite de mettre en évidence l'épreuve pour laquelle on peut trouver le plus grand nombre d'enfants inclusifs par item.

Pour le réaliser, nous avons étudié l'ensemble de notre échantillon. Pour chaque épreuve, en fonction de l'item, nous avons dénombré les enfants ayant fourni une justification inclusive. Afin de faciliter la comparaison, ces effectifs ont été convertis en pourcentages : nous les avons rapportés à l'effectif total de l'échantillon. (Tableau 3)

Sur le graphique, nous pouvons observer que pour les items 1, 2 et 3, il y a plus d'enfants inclusifs à l'épreuve des magasins qu'à l'épreuve des fentes ; on trouve le phénomène inverse pour les items 4, 5, 6 et 7.

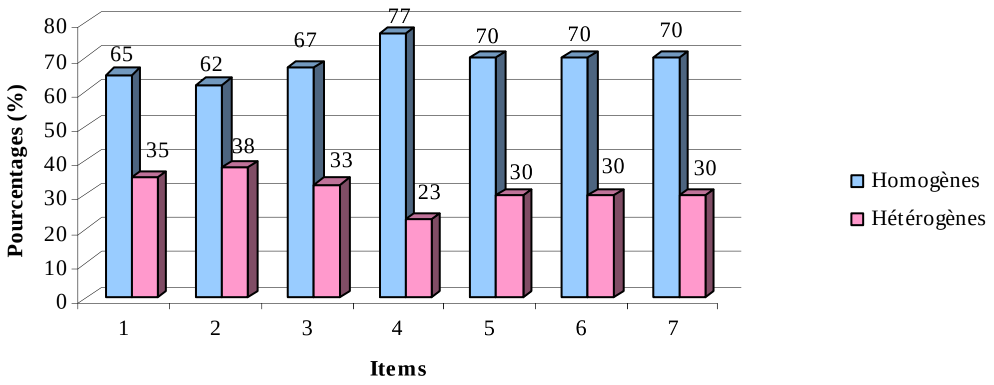
Si nous partons du principe que plus la proportion d'enfants inclusifs est faible pour un item donné plus cet item est difficile, à l'épreuve des fentes, l'item 7 paraît le plus difficile car seulement 25% des enfants y apportent une justification inclusive et l'item 6 est le plus facile avec 78% de justifications inclusives.

A l'épreuve des magasins, l'item 7 semble également être le plus difficile avec 20% de justifications inclusives et l'item 1 est le mieux « réussi » avec 75% de justifications inclusives.

Pour chacun des items, nous avons calculé deux types de Khi 2 pour échantillons appariés : la première série de calculs (Calcul 2) nous a permis de vérifier que la proportion d'enfants inclusifs à certains items d'une épreuve différait significativement de celle relevée à l'item correspondant de l'autre épreuve. Par le calcul de la seconde et de la troisième série (Calculs 3 et 4), nous avons pu mettre en évidence les différents degrés de complexité des items d'une même épreuve. Nous commenterons les observations faites à cette occasion dans la partie discussion.

B. *Critère « homogénéité »*

Nous nous sommes ensuite intéressées aux proportions d'enfants homogènes obtenues pour les CE1 selon le couple d'items, que nous avons comparées à celles obtenues pour les CE2 (tableau et graphique 4). Pour cela, nous avons relevé les effectifs d'enfants homogènes de chaque classe puis nous les avons rapportés respectivement au nombre total de CE1 et de CE2 testés, soit 30 élèves à chaque fois.



Graphique 5

Pourcentages d’homogénéité par item pour l’ensemble de l’échantillon

Le calcul des Khi 2 pour échantillons indépendants (Calcul 5) à partir des résultats consignés dans le tableau 4 permet de conclure que les proportions d'enfants homogènes chez les CE1 ne sont pas significativement différentes (au seuil de 5%) de celles des CE2, quel que soit le couple d'item. Nous pouvons donc étudier la variable « homogénéité » sur l'ensemble de notre échantillon. Il nous faut cependant remarquer que les proportions d'enfants homogènes sont constamment plus élevées chez les CE2 (sauf pour l'item 3).

Dans le but de connaître la proportion d'enfants « homogènes » de notre échantillon total, nous avons rapporté l'effectif total d'enfants homogènes au nombre d'enfants examinés pour chaque couple d'items. (Tableau et graphique 5)

Nous pouvons constater que pour chacun des couples d'items, le pourcentage d'enfants homogènes dépasse toujours 60%.

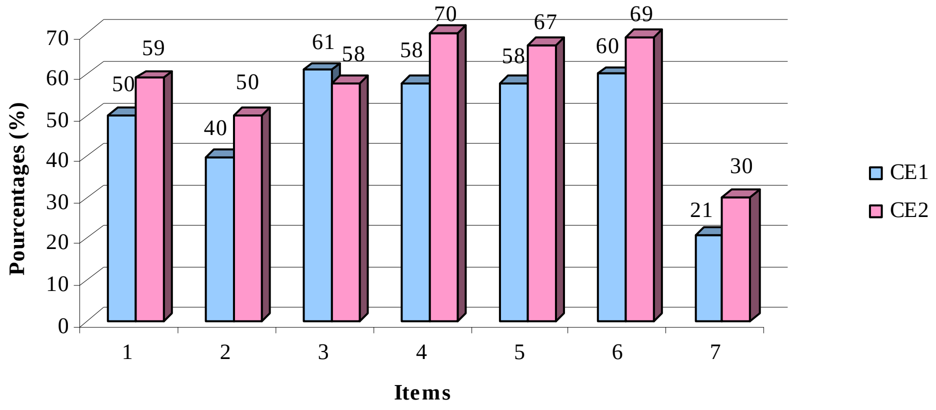
Le couple d'items 2 est celui pour lequel les enfants sont le moins homogènes (62% d'homogénéité). Un maximum d'homogénéité de 77 % est obtenu pour le couple d'items 4.

Si l'on compare entre elles les proportions d'enfants homogènes selon le couple d'items grâce à un test de Khi 2 sur échantillons appariés (Calcul 6), nous pouvons constater qu'au seuil 5%, les écarts observés ne sont pas significatifs. Ces différences peuvent s'expliquer simplement par des fluctuations d'échantillonnage.

D'après les résultats du calcul 7, nous remarquons que les enfants homogènes ont des résultats qui diffèrent de ceux des enfants hétérogènes : nous pouvons donc dire qu'il s'agit de deux sous-populations différentes que nous pouvons étudier séparément.

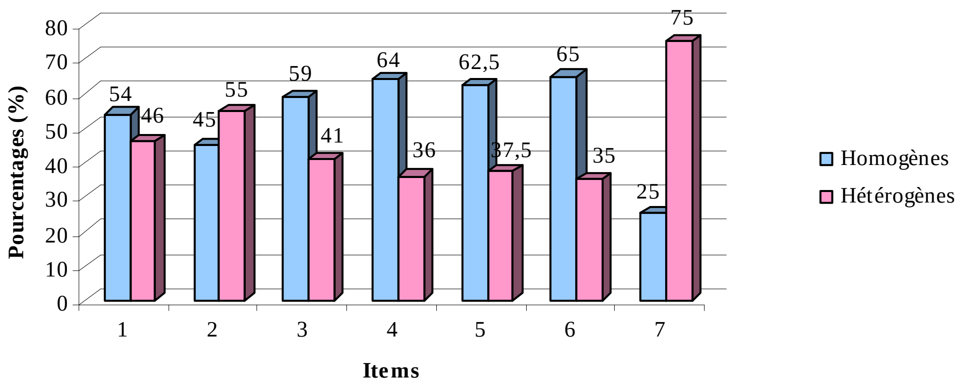
C. *Enfants homogènes parmi les inclusifs*

Après avoir défini les caractéristiques des enfants homogènes et des enfants inclusifs, nous avons voulu connaître la proportion d'enfants homogènes parmi ceux qui avaient donné une justification inclusive. Nous voulions déterminer dans quelle mesure un enfant qui donne une justification inclusive à un item d'une des deux épreuves fournit également une justification inclusive à l'item correspondant de l'autre épreuve.



Graphique 6

Pourcentages d'enfants homogènes parmi les accédants au raisonnement inclusif par classe et par item



Graphique 7

Pourcentages d'enfants homogènes parmi les accédants au raisonnement inclusif par item

Nous avons tout d'abord relevé les effectifs d'enfants homogènes parmi les enfants accédant au raisonnement inclusif par classe et par item que nous avons convertis en pourcentages en les rapportant au nombre d'enfants ayant été inclusifs au moins à l'un des deux items d'un couple et ceci pour chaque classe. (Tableau et graphique 6)

Nous remarquons que la proportion la plus importante d'enfants homogènes parmi les inclusifs est relevée pour le couple d'items 6 chez les CE1 (60%) et pour le couple d'items 4 chez les CE2 (70%). A l'inverse, on trouve la proportion la plus faible d'enfants homogènes parmi les inclusifs pour le couple d'items 7, que ce soit chez les CE1 (21%) ou chez les CE2 (30%).

Nous avons voulu savoir si la proportion d'enfants homogènes inclusifs chez les CE1 différait ou non de celle des CE2. Le calcul de Khi 2 pour échantillons indépendants (Calcul 8) nous a permis de confirmer que les différences observées entre les résultats des CE1 et ceux des CE2 ne sont pas significatives au seuil 5%. Il nous semble toutefois intéressant de noter que les proportions d'enfants homogènes inclusifs sont généralement plus élevées chez les CE2.

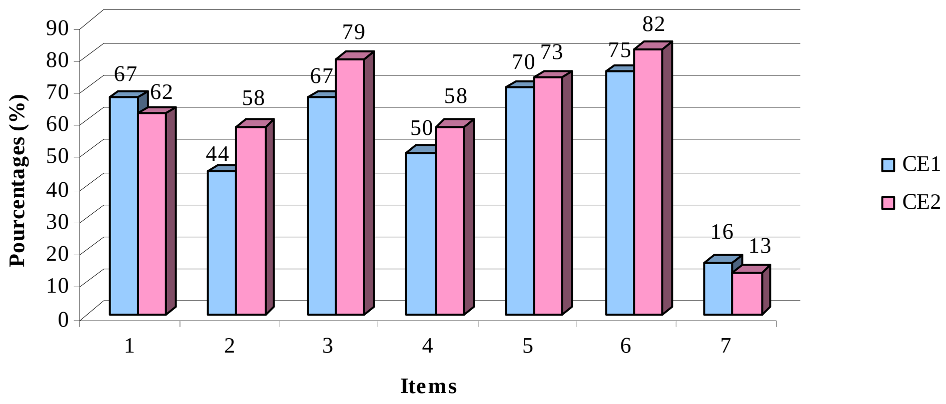
Nous avons par la suite dénombré l'ensemble des enfants homogènes inclusifs pour chaque item. Nous avons ensuite rapporté cet effectif à celui des enfants inclusifs aux deux épreuves.

Nous avons calculé ce dernier en additionnant le nombre d'enfants inclusifs à l'épreuve des fentes et le nombre d'enfants inclusifs à l'épreuve des magasins, dont nous avons ôté le nombre d'enfants inclusifs homogènes (afin de ne pas les compter deux fois dans les enfants inclusifs). (Tableau et graphique 7)

Les résultats du calcul 9 nous permettent de dire qu'un enfant inclusif a autant de chance d'être homogène que d'être hétérogène.

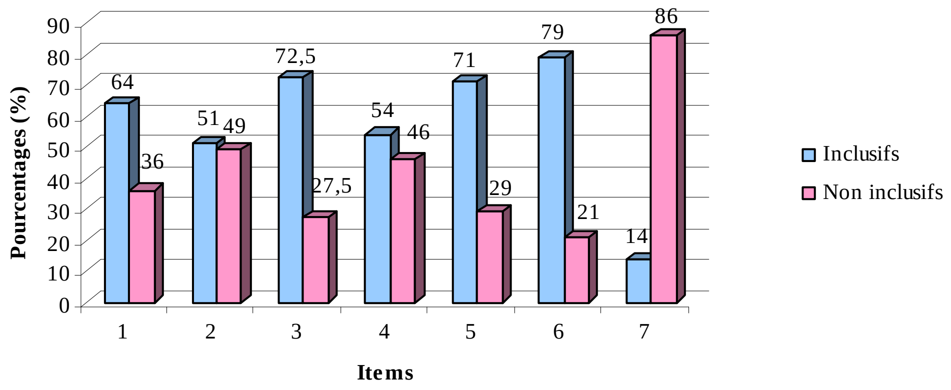
Nous avons également comparé ces proportions d'enfants selon le couple d'items. Nous remarquons qu'elles sont significativement différentes pour les couples d'items 2 et 7 (Calcul 10). Ces résultats seront discutés ultérieurement.

Nous avons alors voulu en savoir plus sur les caractéristiques des enfants homogènes et des enfants hétérogènes. Nous nous sommes intéressées en particulier à la répartition et aux proportions des enfants inclusifs pour ces deux groupes d'enfants.



Graphique 8

Pourcentages d'enfants inclusifs parmi les homogènes par classe et par item



Graphique 9

Pourcentages d'enfants inclusifs et non inclusifs parmi les homogènes par item

D. *Enfants ayant donné des réponses homogènes*

En comparant les pourcentages d'enfants inclusifs parmi les homogènes obtenus par classe, nous avons voulu savoir si ces enfants de CE2 étaient plus nombreux que ceux de CE1 à être inclusifs sur les deux supports.

A cette fin, nous avons relevé le nombre d'enfants ayant répondu de manière inclusive et homogène aux deux épreuves pour un même item et nous l'avons rapporté respectivement à l'effectif des enfants homogènes pour cet item en CE1 et en CE2. (Tableau et graphique 8)

Grâce à un calcul de Khi 2 (Calcul 11), au seuil 5% nous pouvons affirmer qu'il n'y a pas de différence significative entre les proportions d'enfants inclusifs des CE1 homogènes et celles des CE2 homogènes. Ce constat est également valable pour tous les items. Nous pouvons donc étudier les caractéristiques de l'ensemble des enfants homogènes.

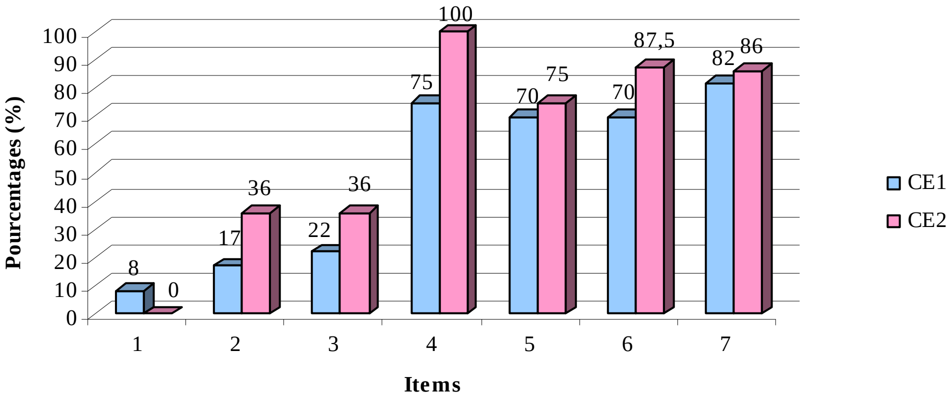
Parmi ces enfants, nous avons cherché à savoir pour quels couples d'items la proportion d'enfants inclusifs était la plus forte afin de déterminer lesquels étaient les plus faciles pour ces enfants.

Pour cela, nous avons relevé les effectifs d'enfants inclusifs parmi les enfants homogènes pour un même couple d'items. Nous les avons convertis en pourcentages en les rapportant au nombre d'enfants homogènes. Les proportions d'enfants non inclusifs pour chaque item sont complémentaires de celles des enfants inclusifs. (Tableau et Graphique 9)

Pour tous les items sauf le 7, les enfants homogènes sont plus nombreux à être inclusifs. Aux items 2 et 4, les proportions d'enfants inclusifs et non inclusifs sont à peu près équivalentes (51% d'enfants inclusifs vs. 49% d'enfants non inclusifs pour l'item 2 et 54% d'enfants inclusifs vs. 46% d'enfants non inclusifs pour l'item 4).

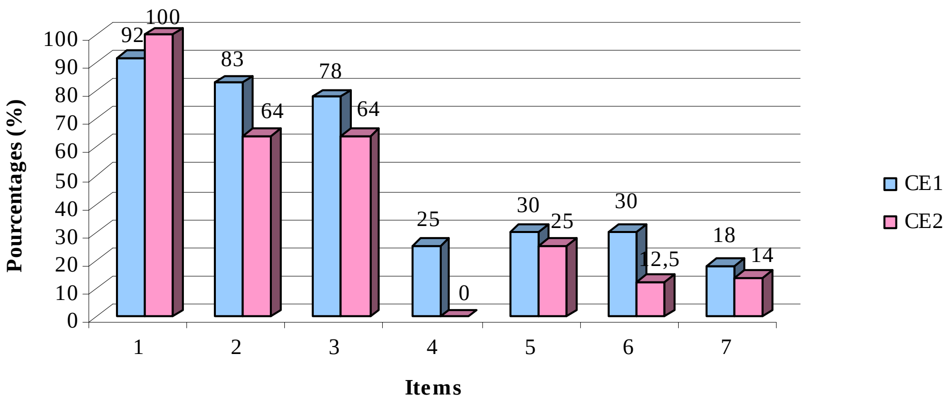
Enfin, au dernier item la tendance s'inverse totalement : il y a beaucoup plus d'enfants homogènes non inclusifs (86% d'enfants non inclusifs pour seulement 14% d'enfants inclusifs).

On remarque également que pour les enfants homogènes, le couple d'items 6 semble être le plus facile car 79% d'entre eux fournissent une justification inclusive à



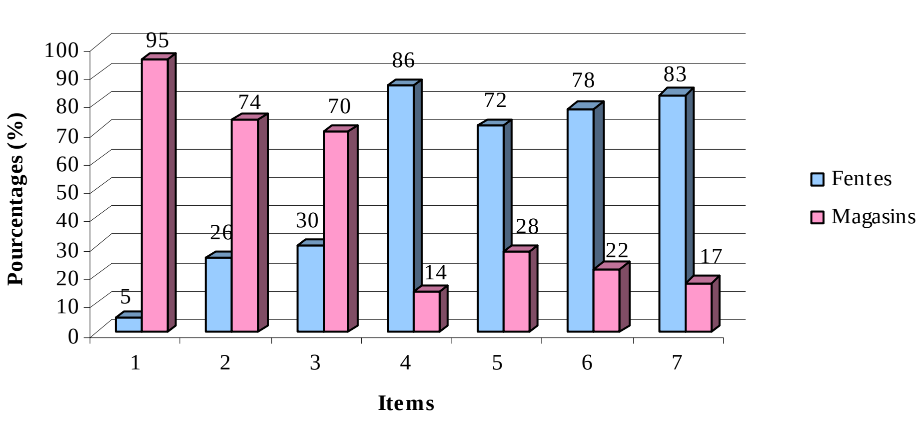
Graphique 10

Epreuve des fentes – pourcentages d'enfants inclusifs parmi les hétérogènes par classe et par item



Graphique 11

Epreuve des magasins – pourcentages d'enfants inclusifs parmi les hétérogènes par classe et par item



Graphique 12

Pourcentages d'enfants inclusifs parmi les hétérogènes par épreuve et par item

cet item. Seuls 14% des enfants homogènes donnent une justification logique au couple d'items 7, ce couple peut donc être considéré comme le plus difficile pour cette catégorie d'enfants.

Par ailleurs, les résultats du calcul 12 nous ont permis de constater qu'un enfant homogène avait plus de chances d'être inclusif que non inclusif.

E. *Enfants ayant donné des réponses hétérogènes*

Parmi les sujets hétérogènes, nous avons cherché à savoir si la proportion des CE1 inclusifs à l'épreuve des fentes différait de celle des CE2.

Pour chaque item, nous avons donc compté les CE1 inclusifs à l'épreuve des fentes parmi les hétérogènes et nous avons rapporté cet effectif à l'effectif total des CE1 hétérogènes pour cet item. Nous avons utilisé la même procédure pour le calcul de ces proportions chez les CE2 hétérogènes. (Tableau et graphique 10)

On notera que les valeurs mentionnées dans le tableau 11 ont été obtenues par complémentarité avec celles du tableau 10.

Un calcul de Khi 2 (Calcul 13) nous permet de confirmer au seuil 5% que les proportions d'enfants inclusifs ne sont pas significativement différentes pour les deux classes chez les enfants hétérogènes, et ce pour tous les items.

Pour ce qui est de l'ensemble des enfants hétérogènes, nous avons cherché à savoir quelle était la proportion d'enfants inclusifs selon l'épreuve. Pour chaque item, nous avons donc dénombré les enfants hétérogènes ayant développé une argumentation logique à l'épreuve des fentes. Nous avons ensuite rapporté cet effectif au nombre total d'enfants hétérogènes. En ce qui concerne l'épreuve des magasins, les valeurs ont été obtenues par complémentarité avec celles de l'épreuve des fentes. (Tableau et graphique 12)

La lecture de ces documents nous permet de constater qu'aux trois premiers items, les enfants hétérogènes sont plus nombreux à donner une justification logique pour l'épreuve des magasins que pour l'épreuve des fentes. En effet, le pourcentage d'enfants hétérogènes, inclusifs pour l'épreuve des magasins égale ou dépasse les 70%, avec un maximum de 95% pour l'item 1.

Quant aux quatre items suivants, les enfants hétérogènes sont plus nombreux à donner une justification logique à l'épreuve des fentes qu'à l'épreuve des magasins. En effet, à l'épreuve des fentes, cette proportion dépasse chaque fois 70% pour ces quatre items ; on relève un minimum de 72% pour l'item 5 et un maximum de 86% pour l'item 4.

Pour une même épreuve, nous pouvons affirmer que les proportions d'enfants inclusifs aux trois premiers items et les proportions d'enfants inclusifs aux quatre derniers diffèrent significativement au seuil 5%.

Par le calcul 14, nous pouvons également montrer qu'un enfant hétérogène a plus de chances d'être inclusif à l'épreuve des fentes qu'à l'épreuve de magasins.

F. *Etat des lieux des résultats des enfants de CE1 – CE2*

Il nous a paru intéressant de faire un état des lieux de la situation des enfants de CE1 – CE2 en ce qui concerne leurs compétences inclusives. Nous avons donc repris dans un même tableau les proportions des enfants homogènes non inclusifs, hétérogènes et homogènes inclusifs, calculées par item et pour chaque classe. (Tableaux 13 et 14)

D'après ces résultats, on peut remarquer certaines tendances. En effet, il y aurait une plus grande proportion d'hétérogènes chez les CE1 et une plus grande proportion d'homogènes inclusifs chez les CE2. Néanmoins ces valeurs ne sont pas significativement différentes.

Pour l'ensemble de notre échantillon (Tableau 15), La proportion d'enfants homogènes inclusifs est la plus élevée pour tous les couples d'items sauf le 7, qui est le plus difficile. Le couple d'item 7 est celui pour lequel il y a le plus d'enfants homogènes non inclusifs. Le couple d'items 6 est celui pour lequel il y a le plus d'enfants homogènes inclusifs, c'est le plus facile.

Le couple d'item 4 est celui pour lequel il y a le moins d'hétérogénéité. On peut supposer que le niveau de difficulté de chacun des items de ce couple est relativement proche.

DISCUSSION DES RESULTATS

I. Analyse des résultats

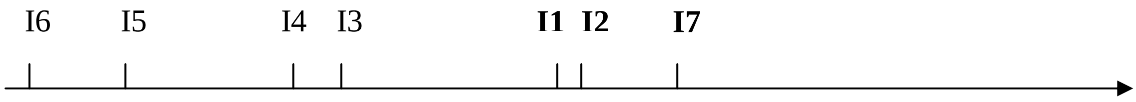
Pour chaque groupe d'enfants que nous avons étudié (inclusifs, homogènes, homogènes parmi les inclusifs, hétérogènes), nous avons comparé les résultats des CE1 avec ceux des CE2 et nous pouvons affirmer qu'ils ne sont pas significativement différents (Calculs 1, 5, 6, 8 et 11). Par conséquent, les conclusions que nous pouvons tirer sur l'ensemble de notre population sont valables autant pour les enfants de CE1 que pour ceux de CE2.

Cependant, il existe des tendances qui témoigneraient de l'existence d'un progrès entre les compétences des CE1 et celles des CE2 en matière d'inclusion. En effet, nous avons remarqué que les enfants de CE2 obtenaient régulièrement des résultats légèrement meilleurs que ceux de CE1. En particulier, les proportions de CE1 « inclusifs » ou « homogènes parmi les accédants au raisonnement inclusif » sont presque toujours inférieures à celle des CE2.

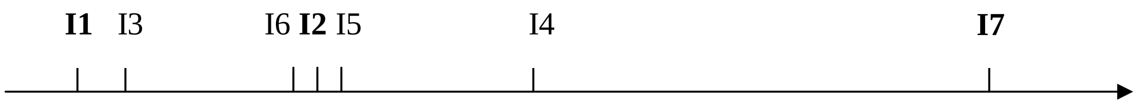
A. *Critère « inclusif »*

Nous avons pu déterminer une gradation dans la difficulté des items pour chaque épreuve. Nous obtenons ainsi les deux schémas suivants :

Epreuve des fentes - de l'item le plus facile au plus difficile :



Epreuve des magasins - de l'item le plus facile au plus difficile :



D’après les schémas ci-dessus et en référence au calcul 2, il apparaît que la difficulté relative de chaque item au sein d’un même couple peut varier selon l’épreuve. En particulier, nous pouvons remarquer que la difficulté des items 1, 2 et 7 est significativement différente d’une épreuve à l’autre. Il semble en effet que les items 1 et 2 soient plus faciles à l’épreuve des magasins (effectif d’enfants inclusifs plus important) qu’à l’épreuve des fentes alors que le dernier item paraît plus complexe à l’épreuve des magasins.

En revanche, la difficulté des items 3, 4, 5 et 6 est relativement équivalente d’une épreuve à l’autre.

Si nous regardons les schémas représentant les difficultés relatives des items, nous pouvons noter que l’item 1 est l’un des plus difficiles pour l’épreuve des fentes. Nous avons effectivement constaté que pour cet item de l’épreuve des fentes, un très grand nombre d’enfants a décoordonné les éléments de la consigne et a proposé par conséquent une baguette pour chacune des deux fentes (bijection). Cela n’a pas été le cas pour l’épreuve des magasins. Nous pouvons sûrement expliquer ce constat par le fait qu’il s’agissait du 1er item de la 1ère épreuve présentée aux enfants lors de l’expérimentation et que, par conséquent, ils n’étaient pas vraiment préparés à ce que l’on attendait d’eux.

La différence de niveau de difficulté que l’on peut constater entre l’item 2 de l’épreuve des fentes et l’item 2 de l’épreuve des magasins est plus délicate à expliquer. D’après les tableaux d’effectifs par conduite, il apparaît qu’un plus grand nombre d’enfants omettent une partie de la consigne ou bien adoptent une stratégie empirique à l’épreuve des fentes. Cette observation pourrait être mise en lien avec la nature du matériel (les fentes se prêteraient plus à un tâtonnement empirique « essais/erreurs » que les magasins). Cet argument semble cependant peu convaincant car si tel était le cas, nous pourrions faire la même observation pour tous les items.

D’un point de vue plus général, nous pourrions tenter d’expliquer la différence de difficulté entre les deux épreuves par le fait que celle des fentes s’appuie sur du visuo-spatial, alors que celle des magasins fait intervenir du conceptuel. Cette dernière serait donc plus difficilement accessible à certains enfants.

Cependant, les élèves de CE1 – CE2 sont souvent confrontés au nombre durant leur scolarité à travers de nombreuses activités impliquant calcul et dénombrement. Cela pourrait faciliter la résolution de certains items de l'épreuve des magasins et tendrait à contrebalancer, dans une certaine mesure, l'argument précédent.

Enfin, la difficulté relative des épreuves peut également dépendre des capacités intrinsèques des enfants : certains sont plus à l'aise que d'autres dans le domaine visuo-spatial, par exemple.

En ce qui concerne l'item 7, nous pouvons remarquer que quelle que soit l'épreuve, cet item est celui pour lequel la proportion d'enfants inclusifs est la plus faible. De nombreux enfants ne traitent pas le critère d'exclusivité « **seulement** 3 » de la consigne.

Bien que nous ayons pris la précaution de faire reformuler les consignes aux enfants avant de répondre, nous pouvons supposer que certains échecs aux items pourraient être imputables à un défaut de conceptualisation entravant l'accès à la consigne (et pas forcément à un problème de raisonnement logique). En effet, la notion d'inclusion est testée à travers le raisonnement mais également à travers le langage. L'enfant rentre dans une pensée logique lorsqu'il a également accès à une pensée conceptuelle. Ici, les consignes sont complexes et requièrent un niveau de conceptualisation élevé. Ainsi, nous pouvons penser qu'un problème d'accès aux concepts de « toutes », « quelques », « seulement » ou « ni…ni » pourrait parfois être à l'origine des échecs observés.

On observe également une différence de difficulté entre les items 7 des deux épreuves. A cet item, les enfants doivent considérer la relation d'ordre qu'entretiennent les éléments entre eux pour pouvoir faire le lien entre ordinal et cardinal, ainsi que nous l'avons décrit dans la dernière conduite : « implication et raisonnement déductif ». Cette relation entre le rang des éléments (fentes ou magasins) et la quantité d'éléments de la classe correspondante (nombre de baguettes ou de bonbons) semble plus simple à appréhender dans l'épreuve des fentes dans la mesure où, pour cette épreuve, l'enfant doit prendre en compte la sériation des éléments dans un ordre croissant afin d'établir le lien entre ordinal et cardinal. En revanche, à l'épreuve des magasins, l'enfant doit prendre en compte la série des magasins dans l'ordre décroissant, ce qui n'est pas forcément évident, surtout à partir d'un matériel numérique (ayant déjà un ordre et une cardinalité propre).

Pour les couples d'items 1, 2 et 7, du fait de la différence de niveau de difficulté selon l'épreuve, nous pourrions nous attendre à trouver moins d'enfants homogènes inclusifs. Il s'agit donc maintenant d'étudier notre population sur le critère « homogénéité ».

B. *Critère « homogénéité »*

Ces résultats tendent à démontrer que quelle que soit la difficulté du problème à résoudre, un enfant de CE1 – CE2 (inclusif ou non) a plus de 60% de chances d'adopter le même type de raisonnement pour un item donné d'une épreuve que pour l'item homologue de l'autre épreuve.

Nous pouvons maintenant nous demander ce qu'il en est de la proportion des enfants homogènes parmi les enfants accédant au raisonnement inclusif, c'est-à-dire parmi ceux ayant donné au moins une justification d'ordre inclusif pour un couple donné d'items.

C. *Enfants inclusifs ayant donné des réponses homogènes*

Nous avons voulu savoir si les proportions d'enfants homogènes parmi les inclusifs différaient significativement d'un item à l'autre. Nous avons constaté que ce n'était pas le cas pour les couples d'items 1, 3, 4, 5 et 6 (Calcul 10).

Les couples d'items 2 et 7, quant à eux, se détachent des autres. Il est intéressant de remarquer que, ainsi que l'on pouvait s'y attendre, plus l'écart entre la difficulté d'un item de l'épreuve des fentes est important par rapport à la difficulté de l'item correspondant de l'épreuve des magasins (soit aux couples d'items 1, 2 et 7), moins il y a d'enfants homogènes parmi les accédants au raisonnement inclusif. Dans ce cas, les enfants opèrent moins souvent de transfert horizontal de leurs compétences inclusives

Pour chacun d'entre eux, environ 50% des enfants de CE1 – CE2 ayant été inclusifs à l'une des deux épreuves seront aussi inclusifs à l'autre. Autrement dit, pour ces couples d'items, il y a transfert horizontal (d'une épreuve à l'autre) des compétences inclusives dans plus de la moitié des cas chez les enfants tout-venant de CE1 – CE2. Ce n'est pas le cas en ce qui concerne le couple d'items 7 : un enfant inclusif à l'un n'a que 25% de chances d'être inclusif aussi à l'autre. Nous pouvons supposer que la difficulté de cet item est pour beaucoup dans ce résultat. Le couple d'items 6, quant à lui, favorise le transfert horizontal des compétences inclusives dans la mesure où la proportion d'enfants homogènes parmi les inclusifs atteint 65%.

Nous allons par la suite nous attacher à préciser les caractéristiques du groupe des enfants homogènes de notre échantillon.

D. *Enfants ayant donné des réponses homogènes*

Par ailleurs, en ce qui concerne les différents degrés de complexité des couples d'items, les observations faites pour les enfants homogènes sont relativement comparables à celles réalisées sur l'ensemble de l'échantillon : le couple d'items 7 est le moins bien réussi et le couple d'items 3 semble le plus facile.

Quoi qu'il en soit, nous avons remarqué que pour tous les couples d'items sauf le 7, plus de la moitié des enfants homogènes de CE1 – CE2 sont inclusifs.
Les enfants homogènes de CE1 – CE2 sont peu nombreux à être inclusifs au couple d'items 7. Comme nous l'avons déjà montré pour l'ensemble de notre échantillon, ce couple d'items est donc le plus difficile.

E. *Enfants ayant donné des réponses hétérogènes*

Pour les enfants hétérogènes, les trois premiers items sont plus difficiles à l'épreuve des fentes et les quatre derniers sont plus difficiles à l'épreuve des magasins. Ce constat est relativement similaire à celui que nous avons pu faire pour notre échantillon total. Néanmoins, il est intéressant de noter que les proportions d'enfants inclusifs parmi les hétérogènes sont très différentes de celles relevées pour l'ensemble des enfants. En effet, pour la plupart des items, la majorité des enfants de CE1 – CE2 a tendance à adopter le même type de raisonnement, inclusif ou non, aux deux épreuves.

Par ailleurs, nous pouvons remarquer que les proportions d'enfants inclusifs ne sont pas significativement différentes aux trois premiers items : les enfants hétérogènes sont aussi nombreux à être inclusifs à l'item 1 qu'à l'item 2 qu'à l'item 3 de l'épreuve des magasins.

De même, nous pouvons remarquer que les proportions d'enfants inclusifs hétérogènes relevées à l'épreuve des fentes pour ces quatre items sont similaires.

II. Confrontation aux données de la littérature

A. *Liens avec la théorie de Piaget*

Nous avions choisi notre population de référence d'après la théorie piagétienne sur la construction de l'intelligence de l'enfant. On remarque qu'avec des enfants âgés de 7 – 8 ans, nous avons observé des comportements totalement différents, certains enfants ayant un mode de pensée de type figuratif, d'autres de type intuitif et d'autres enfin de type opératoire.

A l'occasion de notre expérimentation, nous avons pu repérer différentes caractéristiques du stade des opérations concrètes. En particulier, nous avons constaté que certains enfants avaient du mal à se détacher de la situation proposée. Nous avons également pu observer que la manipulation avait contribué à l'élaboration d'un raisonnement logique dans plusieurs cas.

Lorsque nous avons comparé les résultats des CE1 avec ceux des CE2 sur différents critères, il s'est avéré à chaque fois que ces résultats n'étaient pas significativement différents. Pour autant, il est difficile de dire que les enfants de CE1 ont strictement les mêmes caractéristiques que ceux de CE2. En effet, il existe tout de même des différences, bien qu'elles ne soient pas significatives, et les écarts observés vont très souvent dans le même sens, en faveur des CE2. En particulier, les proportions de CE1 inclusifs ou homogènes parmi les accédants au raisonnement inclusif sont presque toujours inférieures à celle des CE2. Il existe donc des tendances qui témoigneraient de l'existence d'un progrès entre les compétences des CE1 et celles des CE2 en matière d'inclusion.

B. *Remarques par rapport à l'inclusion empirique*

Markman (1976) a remis en question l'âge d'acquisition de la structure inclusive annoncé par Piaget et Inhelder (1972). D'après ces travaux sur l'inclusion, Bideaud (1988) a pu dégager deux niveaux dans l'acquisition de l'inclusion : un niveau empirique que l'enfant atteindrait vers 7 – 8 ans et un niveau logique auquel l'enfant parviendrait aux alentours de 11 ans.

Lors des passations, nous nous sommes non seulement intéressées aux réponses données par les enfants mais surtout aux arguments qui les accompagnaient dans la mesure où ce sont ces justifications qui nous ont permis d'étudier le raisonnement inclusif de notre échantillon. Grâce à ces arguments, nous avons pu classer les enfants dans différentes conduites-types.

Contrairement aux protocoles de Voelin et Berthoud (1959) et de « Cogi'act » (2006), nous avons demandé aux enfants de notre échantillon d'essayer de répondre aux questions dans un premier temps sans manipuler. Ainsi, nous avons pu faire la différence entre des enfants qui avaient acquis un raisonnement déductif et pouvaient raisonner à partir de la simple visualisation du matériel et ceux qui avaient encore besoin de le manipuler.

C. *Liens avec l'épreuve de Voelin et Berthoud (1959)*

Les étapes de développement logique que nous avons répertoriées ne peuvent pas être strictement identiques à celles que ces auteurs ont relevées et ce pour plusieurs raisons.

Tout d'abord en ce qui concerne le matériel d'examen : pour leur épreuve, il s'agit de découper une fente dans un couvercle en carton afin d'y faire entrer une ou plusieurs baguettes et non de choisir une fente de taille adaptée à cet usage. De plus, nous avons rajouté un item à leur épreuve.

En outre, pour notre expérimentation, les enfants ont dû faire correspondre ordinal et cardinal pour répondre à certaines des questions que nous leur avons posées, alors que tel n'était pas le cas pour les items de l'épreuve de Voelin et Berthoud.

Par ailleurs, les enfants que nous avons testés sont plus âgés que la plupart des enfants auxquels Voelin et Berthoud ont proposé leur épreuve. En effet, les âges des enfants testés par ces auteurs se répartissaient entre 3 ans ; 4mois et 7 ans ; 3 mois, alors que l'enfant le plus jeune de notre échantillon avait 6 ans ; 10 mois et l'enfant le plus âgé 8 ans ; 10 mois. Nous n'avons donc pas cherché à mettre en évidence d'étapes de développement de la structure inclusive mais plutôt des types de justifications pouvant témoigner d'un niveau de raisonnement logique plus ou moins élaboré.

Malgré tout, nous pouvons constater l'existence de nombreux points communs quant aux comportements des enfants testés par ces auteurs et par nous.

Par exemple, Voelin et Berthoud parlent d'une étape pour laquelle l'enfant ne tient pas compte des inégalités de longueurs entre les bâtons et découpe un trou de longueur quelconque pour y faire entrer tous les bâtons (étape 1 de la situation 1). Nous retrouvons aussi ce type de conduite lorsque les enfants choisissent une baguette ou une fente au hasard pour répondre à la question posée.

En outre, nous retrouvons effectivement chez nos sujets des conduites de bijection telles qu'elles ont pu être décrites par ces auteurs pour leurs situations 1 et 3. Les enfants adoptant de telles conduites ont été classés par nous dans la catégorie « arguments d'apparence logique ou défaut d'analyse des éléments ».

De même, un défaut de contiguïté dans le choix des éléments a pu être mis en évidence à plusieurs reprises chez les enfants que nous avons testés.

En particulier pour leur situation 3, Voelin et Berthoud relèvent différents comportements que nous avons considérés comme étant dus à l'omission de certaines parties de la consigne, montrant une absence de coordination des informations.

Comme ces auteurs, nous avons pu mettre en évidence des conduites de tâtonnements empiriques ainsi qu'un manque d'exhaustivité et d'anticipation dans les justifications données à certains items.

Nous pouvons aussi noter que la caractéristique de l'étape 4 de la situation 1 correspond à la mise en relation des éléments entre eux que nous avons considérée comme essentielle à un raisonnement de type logique. D'ailleurs pour deux de leurs trois situations, Voelin et Berthoud caractérisent la dernière étape de développement par l'existence de cette mise en relation des éléments.

D. *Liens avec l'étude menée par « Cogi'act » (2006)*

Nous nous sommes inspirées des conduites observées par « Cogi'act » (particulièrement celles concernant l'épreuve des fentes) pour analyser les corpus des enfants. Par rapport aux observations de cette étude, notre première conduite « choix au hasard ou abandon » n'apparaît pas ; on retrouve tous les autres types de conduites dans notre expérimentation.

Les enfants choisis pour leur étude semble légèrement plus âgés que les enfants de notre échantillon et sont tous des enfants pris en charge en orthophonie pour des troubles de logico-mathématiques. En ce qui concerne notre expérimentation, nous nous sommes intéressées à des enfants tout-venant. Cela peut expliquer pourquoi certains enfants de 7 – 8 ans faisant partie de notre échantillon adoptent un raisonnement aussi élaboré d'un point de vue logique que l'adolescente du film illustrant la dernière conduite intitulée : « Classe, série et nombre : tout est lié ! ».

Les résultats de notre étude nous permettent également de mettre en évidence l'imbrication des notions de sériation, de classification et de quantification. En effet, en testant la structure inclusive sur un support sériable (épreuve des fentes) et un support numérique (épreuve des magasins), nous avons pu nous apercevoir que les enfants pouvaient s'appuyer sur leurs connaissances des séries et du nombre pour résoudre le problème d'inclusion.

Les deux épreuves demandent à l'enfant de prendre en compte la relation d'ordre qu'entretiennent les éléments entre eux ainsi que d'être capable de quantifier les éléments d'une classe pour pouvoir mettre en lien ordinal et cardinal.

III. Validation de l'hypothèse

Rappelons que l'objet de notre étude a été de tester la structure inclusive à partir de deux supports différents, l'un sériable et l'autre numérique, dans le but de savoir si les enfants tout-venant de CE1 – CE2 pouvaient généraliser et adapter leurs compétences inclusives sur deux matériels différents.

Le recueil qualitatif des justifications des enfants nous a permis de relever huit conduites communes aux items des deux épreuves. Du fait de l'âge de notre population, toutes n'ont pas eu la même fréquence d'utilisation.

En référence à ce classement, nous avons pu étudier nos données sur leur versant quantitatif pour tenter de valider nos hypothèses.

Nous avons étudié ensemble les résultats des enfants de CE1 et ceux des CE2 car, bien qu'il existe des différences entre ces résultats, elles ne sont pas significatives.

Parmi les enfants de CE1 – CE2, les homogènes inclusifs et les hétérogènes sont les plus nombreux (sauf en ce qui concerne l'item le plus difficile). La grande majorité (plus de 65%) des enfants scolarisés dans ces classes a donc accès à ce type d'inclusion.

Nous avons pu montrer que, quelle que soit la difficulté de l'item, un enfant de CE1 – CE2 qu'il soit inclusif ou non, a plus de 60% de chances d'adopter le même type de raisonnement à l'item correspondant de l'autre épreuve.

Nous avons ensuite voulu comparer les résultats obtenus aux deux épreuves chez un même enfant et ainsi nous donner une chance d'observer une homogénéité des résultats qui irait en faveur d'un transfert horizontal des compétences inclusives.

L'analyse statistique nous a permis de classer les items selon leur niveau de difficulté au sein d'une même épreuve.

Nous avons également pu mettre en évidence que les items 1, 2 et 7 étaient plus complexes pour l'une ou l'autre des épreuves. Nous pouvions alors nous attendre à avoir plus d'enfants hétérogènes pour ces items que pour les autres et tel a d'ailleurs été le cas.

Pour les items 3, 4, 5 et 6, qui sont de difficulté relativement équivalente d'une épreuve à l'autre, la proportion d'enfants homogènes parmi ceux qui accèdent au raisonnement inclusif se situe aux alentours de 50% pour les enfants de CE1 – CE2. Un enfant inclusif pour un item d'une des épreuves ne l'est pas systématiquement pour l'item correspondant de l'autre. Lorsqu'ils ont été inclusifs à un item, environ la moitié des enfants tout-venant de CE1 – CE2 parviennent à généraliser leur raisonnement à l'item homologue.

IV. Les « limites » du protocole

Dans l'idéal, il aurait fallu disposer d'un grand nombre de sujets tirés au hasard dans des établissements eux-mêmes tirés au hasard ce qui aurait permis d'effectuer des tests statistiques avec des intervalles de confiance raisonnables.

Dans le cas présent, compte tenu d'une part de la durée conséquente de chaque passation individuelle et d'autre part, de la difficulté à intervenir dans les classes, nous avons dû nous limiter à une recherche de diversité de la population plutôt que de réelle représentativité comme c'est le cas habituellement dans ce genre de travail basé sur des passations individuelles avec une approche critico-clinique.

En ce qui concerne la contre-suggestion proposée aux enfants ayant fourni la réponse attendue, nous ne l'avons pas exploitée en tant que telle dans notre analyse. Elle a cependant constitué une source d'information qualitative supplémentaire quant à la nature du raisonnement de l'enfant pour nous permettre de situer le niveau d'inclusion de ce dernier. Nous n'avons pas créé de catégories d'enfants sur le critère « stabilité du raisonnement » qu'aurait pu nous fournir l'analyse des justifications données à la contre-suggestion car nous avons préféré restreindre les catégories d'enfants et nous en tenir à un critère plus général, celui de la logique du raisonnement, pour les classer. En effet, ce dernier critère est le plus essentiel pour nous permettre de répondre à notre problématique.

De même, nous aurions pu tirer des conclusions à propos de l'influence de la manipulation sur le niveau de raisonnement inclusif de notre population de référence.

D'un point de vue clinique, il aurait pu être intéressant de proposer une suggestion aux enfants qui n'avaient pas pu fournir la réponse attendue même à l'issue de la manipulation. Nous aurions ainsi pu voir si cela avait une influence sur la nature de leur raisonnement.

Durant toute notre expérimentation, nous avons conservé le même ordre de passation des épreuves : nous avons toujours fait passer l'épreuve des fentes avant celle des magasins aux enfants. Ce faisant, nous nous sommes exposées à un biais pour l'analyse de nos résultats. En effet, nous ne pouvons pas éliminer l'hypothèse de l'existence d'un éventuel transfert d'apprentissage entre la $1^{ère}$ et la $2^{ème}$ épreuve. Pour éviter cela, il aurait fallu que nous travaillions sur deux groupes séparés d'enfants auxquels nous aurions proposé un ordre de passation différent. Mais nos effectifs s'en seraient trouvés amoindris, ce qui aurait réduit la portée de nos conclusions. Nous avons donc préféré homogénéiser les conditions de passation pour l'ensemble des enfants.

Malgré nos précautions concernant la compréhension des consignes (nous avons exclu les enfants ayant d'importantes difficultés de compréhension et nous avons fait reformuler chaque consigne par l'enfant), nous ne pouvons pas être absolument certaines qu'un échec ne serait pas dû à un éventuel problème de compréhension.

En effet, même si nous nous sommes intéressées à la structure inclusive qui relève du domaine logico-mathématique, le langage a également joué un rôle très important dans la passation des épreuves. Nous l'avons d'ailleurs indirectement pris en compte dans la mesure où nous avons appuyé notre étude sur l'argumentation des enfants. C'est par le langage que l'enfant traduit l'état de son raisonnement : choix et précision du vocabulaire, organisation des idées…

Nous sommes intervenues dans des classes de CE1 – CE2 correspondant à un âge moyen de 7 – 8 ans. Il faut néanmoins noter une différence d'âge entre les enfants nés en début ou fin d'année qui peut s'étendre à un an au sein d'une même classe soit deux ans pour l'ensemble de notre population. Comme nous l'avons dit dans une partie antérieure, l'enfant le plus jeune était âgé de 6 ans ; 10 mois et le plus âgé de 8 ans ; 10 mois lors de la passation. Sachant qu'à cet âge là, l'intelligence de l'enfant évolue rapidement, ce décalage peut créer un biais à notre analyse. Sous certains aspects, il peut paraître difficile de considérer les enfants de CE1 (ou de CE2) comme un groupe homogène d'enfants. D'ailleurs, comme nous l'avons fait remarquer dans la partie « confrontation aux données de la littérature », il se dégage des tendances qui vont dans le sens d'un progrès des CE2 par rapport aux CE1 en ce qui concerne les compétences inclusives. Néanmoins, pour chaque critère, nous avons vérifié que les différences entre ces deux groupes d'enfants n'étaient pas significatives par l'utilisation de tests statistiques. Nous avons également décidé de ne tester que des enfants non redoublants pour ne pas introduire de biais supplémentaire quant à l'âge des enfants.

Nous n'avons étudié la possibilité de généraliser les compétences inclusives qu'à partir de deux supports, ce qui réduit la portée de nos conclusions. Un enfant homogène aux deux épreuves ne le sera pas forcément pour n'importe quelle autre épreuve testant elle aussi l'inclusion mais mettant en jeu un matériel différent ou encore la quantification.

CONCLUSION

Comme l'a décrit Piaget, l'intelligence de l'enfant se construit en suivant des étapes de développement dépendantes les unes des autres, c'est-à-dire en particulier que les opérations maîtrisables à un stade donné sont souvent conditionnées par la maîtrise de certaines autres opérations, acquises à un stade antérieur.

La plupart des travaux menés sur la structure inclusive se sont intéressés à préciser les caractéristiques de son évolution d'un point de vue longitudinal.

Quant à nous, à travers notre étude, nous nous sommes plutôt concentrées sur l'aspect transversal du développement de cette structure. En effet, notre objectif de départ était de savoir si l'on pouvait observer une homogénéité dans le raisonnement adopté par un enfant de CE1 – CE2 sur des supports différents permettant d'évaluer l'accès par l'enfant à la structure inclusive.

Dans un premier temps, nous avons montré que les enfants homogènes inclusifs et hétérogènes sont les plus nombreux pour tous les items (sauf le plus difficile) parmi les enfants de CE1 – CE2. En effet, plus de 65% des sujets scolarisés dans ces classes appartiennent à l'une de ces deux catégories.

Nous avons également pu mettre en évidence une homogénéité du raisonnement (inclusif ou non) dans les résultats obtenus aux deux épreuves dans plus de 60% des cas quel que soit l'item chez les enfants de CE1 – CE2.

Par ailleurs, les résultats de notre recherche montrent que lorsqu'un enfant a accès à l'inclusion sur au moins une des deux épreuves, il a en moyenne 50% de chances d'être homogène sur les deux donc d'adopter un raisonnement identique aux deux épreuves.

Ces résultats révèlent que pour une moitié des enfants de CE1 – CE2 qui s'est engagée sur le chemin de la maîtrise de l'opération d'inclusion, il est possible d'observer un transfert horizontal des compétences inclusives. Il reste que, pour un nombre important d'enfants, à l'inverse, un « décalage horizontal » se manifeste par le fait que l'acquisition de l'opération logique sur un matériel donné n'entraîne pas, ipso facto, sa maîtrise sur un matériel de nature différente. Ce fait, qui démontre l'incidence sur la performance finale, du contenu par rapport à la forme du raisonnement, confirme les résultats de certains travaux antérieurs comme ceux de Longeot (1969), qui font état d' « acquisitions régionales » venant perturber l'effet du « facteur général de développement ». Dans un tel cadre, en effet, une structure logique peut, à un moment donné du développement, être opérationnelle sur un certain contenu et pas sur un autre.

Lors d'un bilan, il faudrait peut-être relativiser les inférences qu'on peut faire à partir des résultats obtenus par un enfant à une épreuve. En effet, un enfant inclusif à une épreuve n'a pas forcément atteint la maîtrise complète de la compétence correspondante, notamment celle de la quantification.

Il serait intéressant d'observer chez des enfants plus âgés ce qu'il en est de ces différentes proportions. En particulier, on peut se demander si l'on observerait alors des taux d'hétérogénéité sensiblement moins élevés avec des enfants des tranches d'âge proches de celles de notre échantillon. Si tel était le cas, on pourrait conclure que les enfants examinés ici se situent bien au niveau de la phase « critique » de l'acquisition de la structure logique considérée. Cela nous permettrait aussi de collecter des informations supplémentaires quant aux conditions d'acquisition de la structure inclusive et d'en affiner le modèle développemental.

Nous pourrions également étudier ces variables dans le cas d'une population d'enfants présentant des troubles logico-mathématiques, donc relevant potentiellement d'un traitement de remédiation. Il serait alors possible qu'on aboutisse aux mêmes genres de profils « homogène », « homogène inclusif » et « hétérogène » mais dans des proportions différentes de celles observées chez les enfants tout-venant. On peut effectivement s'attendre à une proportion plus importante d'enfants hétérogènes qui montrerait qu'il est difficile pour cette population d'enfants de généraliser leurs compétences inclusives et de les adapter à un autre support.

BIBLIOGRAPHIE

BIDEAUD, J. (1976). L'acquisition de la notion de l'inclusion : rôle de certains facteurs perceptifs, verbaux et pratiques. Paris : éditions du CNRS.

BIDEAUD, J. (1988). *Logique et bricolage chez l'enfant.* Lille : Presses universitaires de Lille.

BIDEAUD, J., LEHALLE, H., & VILETTE, B. (2004). *La conquête du nombre et ses chemins chez l'enfant.* Villeneuve d'Asq : Presses universitaires du Septentrion.

BRIN, F., COURRIER, C., LEDERLE E., & MASY V. (1997). *Dictionnaire d'orthophonie*. Isbergues : Ortho édition.

CHALON-BLANC, A. (2005). *Inventer, compter, classer : de Piaget aux débats actuels* (p.9-137). Paris: Armand Colin.

DEHAENE, S. (1997). *La bosse des maths.* Paris : Odile Jacod.

DOLLE, J.M. (1991). *Pour comprendre Jean Piaget*. (2ème édition, réimpression 1ère éd. 1974) Toulouse : Privat.

DUCHAUSSOY, E., & DEBEAUMONT, C. (2002). *Evolution de l'inclusion hiérarchique chez des enfants de 7 à 9 ; 6 ans.* Mémoire pour le Certificat de capacités d'orthophonie non publié. Université François Rabelais, Tours.

FAYOL M., (1990). L'enfant et le nombre : du comptage à la résolution de problèmes. Neuchâtel : Delachaux et Niestlé.

GAGNE, D., & REYMOND, C. (1996). *Etude comparative entre l'épreuve piagétienne de « tous et quelques » et l'épreuve d'inclusion simple du GEPALM*. Mémoire pour le Certificat de capacités d'orthophonie non publié. Université Claude Bernard Lyon 1, Lyon.

GUEDJ, D. (1996). *L'empire des nombres*. Paris : Gallimard.

GUERITTE-HESS, B., CAUSSE-MERGUI, I., & ROMIER M.C. (2005). *Les maths à toutes les sauces*. Paris : Le Pommier.

HOUDE, O., & MIEVILLE, D. (1993). La référence logico-mathématique en psychologie. Entre méthode universelle et rationalité arrogante. In *Pensée logico-mathématique : nouveaux objets interdisciplinaires* (p.47-118). Paris : Presses universitaires de France.

JAULIN-MANNONI, F. (2001). *L'apprentissage des sériations*. Paris : E.S.F.

JAULIN-MANNONI, F. (1973). Pédagogie des structures logiques élémentaires. Paris : E.S.F.

JOSSE, P. (1984). Classes ou collections ? Etude de la résolution entre 5 et 11 ans du problème « dit d'inclusion » (p.12-41). Paris : éditions du CNRS.

LEGEAY, M.P., STROH, M., & VOYE, M. (2006). Classer, sérier…et le nombre ? In *6ème édition du festival audiovisuel en orthophonie de Nancy*. DVD.

LONGEOT, F. (1969). Psychologie différentielle et théorie opératoire de l'intelligence. Paris : Dunod.

METAIT, A. (1998). Schème de l'inclusion et organisation de la mémoire sémantique. Lyon : Mémoire d'orthophonie.

MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE, DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE, 2002, *BO cycle 2*. Retrieved 02, 14, 2002, from http://www.education.gouv.fr.

MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE, DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE, 2002, *BO cycle 3*. Retrieved 02, 14, 2002, from http://www.education.gouv.fr.

PIAGET, J., & INHELDER, B. (1972). La multiplication des relations asymétriques transitives in *La genèse des structures logiques élémentaires* (p.270-279). Neuchâtel : Delachaux et Niestlé.

PIAGET, J., & INHELDER, B. (1971). *La psychologie de l'enfant*. (4ème édition) Paris : Presses universitaires de France.

PIAGET, J., & SZEMINSKA, A. (1980). La composition additive des classes et les rapports de la classe et du nombre in *La genèse du nombre chez l'enfant* (p.206-236). (6ème édition) Lausanne : Delachaux et Niestlé.

RABUSSIER, G. (2002). *Comparaison de la construction du schème de l'inclusion de classe et du développement de l'inclusion numérique*. Mémoire pour le Certificat de capacités d'orthophonie non publié. Université Claude Bernard Lyon 1, Lyon.

ROBERT, P. (2007). *Le nouveau Petit Robert de la langue française 2007*. (1ère édition 1967). Texte remanié et amplifié sous la direction de REY-DEBOVE J. et REY A. Paris : Dictionnaires du Petit Robert.

ROUSSELLE, L. (2005). Le point sur la question des compétences numériques précoces in NOEL M.P., *La dyscalculie, trouble du développement numérique de l'enfant* (p.15-40). Marseille : Solal.

VOELIN-LIAMBEY, D., & BERTHOUD-PAPANDROPOULOU, I. (1959). Les correspondances In PIAGET, J., & GRECO, P. *Etudes d'épistémologie génétique*. Paris : Presses universitaires de France.

VOYE, M. (2002). *Psychopathologie des processus cognitifs chez l'enfant et l'adolescent.* Mémoire D.U. de « Psychopathologie des processus cognitifs chez l'enfant et l'adolescent ». Université Paris 4, Faculté de médecine Pitié-Salpêtrière, Paris.

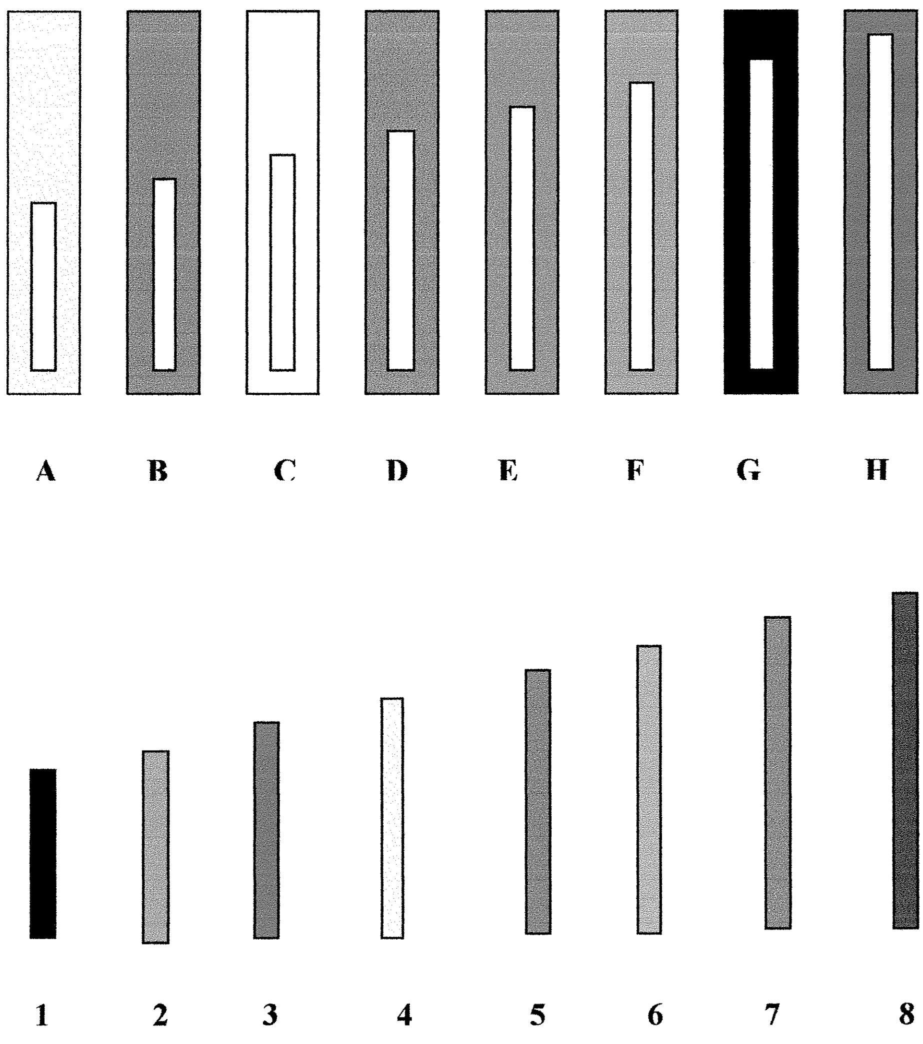
TABLE DES MATIERES

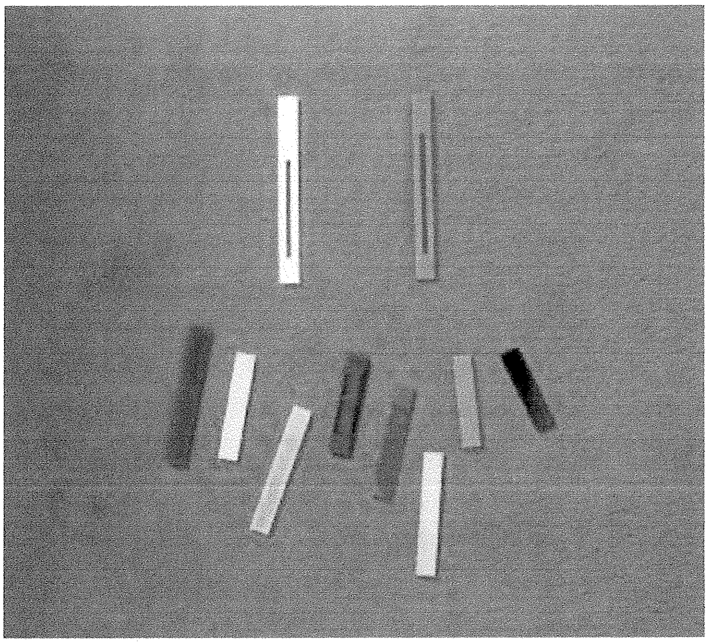
ANNEXES

Matériel nécessaire pour l'épreuve 1 – Inclusion sur du matériel sériable

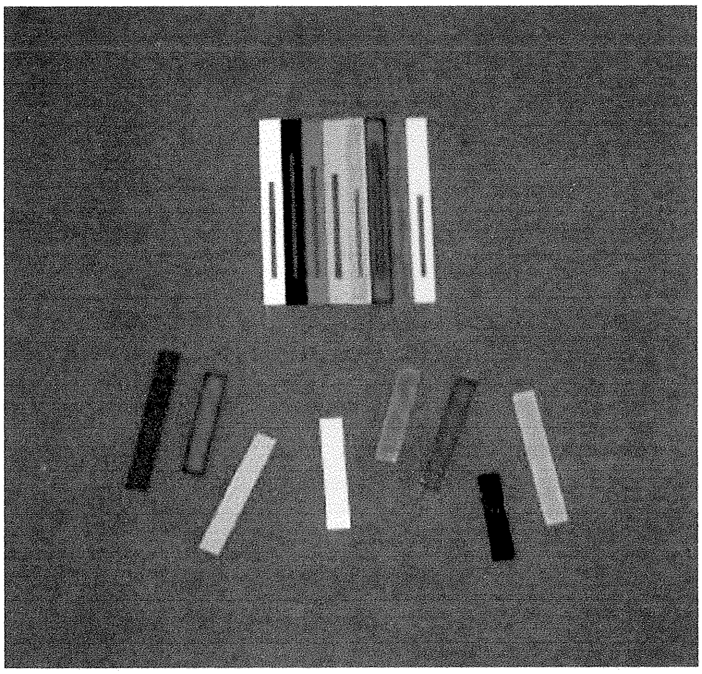
Annexe 1

8 baguettes sériables par leur taille et 8 fentes en appariement (de taille et non de couleur). On note une différence de 5 mm entre 2 fentes ou 2 baguettes consécutives.





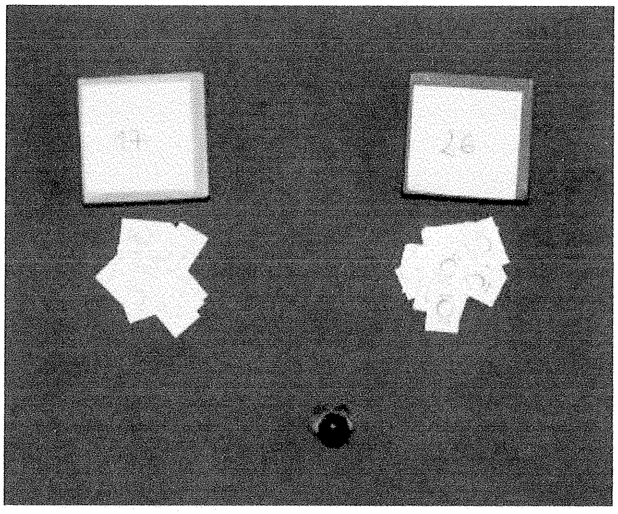
Annexe 2 Disposition du matériel pour les items 1 à 4 : on présente à l'enfant l'ensemble de baguettes ainsi que les fentes blanche (C) et bleu clair (F).



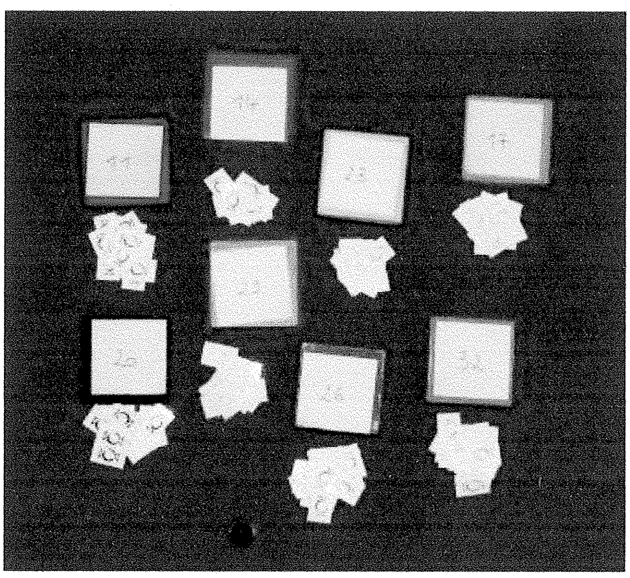
Annexe 3 Disposition du matériel pour les items 5 à 7 : on présente à l'enfant l'ensemble des baguettes ainsi que les fentes non sériées mais alignées.

Matériel nécessaire pour l'épreuve 2 – Inclusion sur du matériel numérique

8 boîtes (magasins), identiques de forme et de taille, contenant des bonbons (images). Sur chaque couvercle de boîte, on indique le nombre de bonbons qu'elle contient. Pour cette épreuve, on utilisera un personnage afin de permettre à l'enfant de se décentrer par rapport à la situation. Les boîtes contiennent respectivement 11 – 14 – 17 – 20 – 23 – 26 – 29 – 32 bonbons.

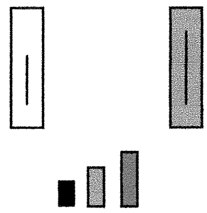
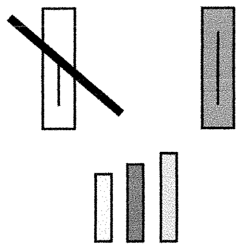
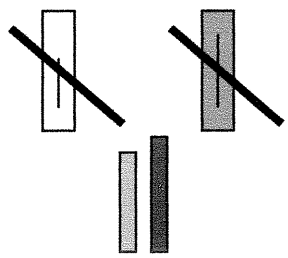
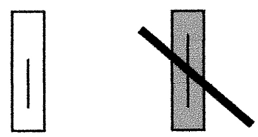
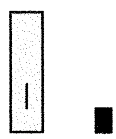
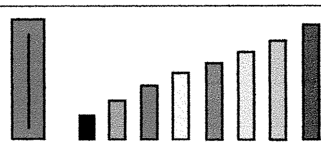
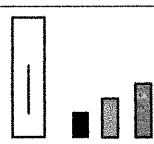


Annexe 4 Disposition du matériel pour les items 1 à 4 : on dispose devant l'enfant les magasins



Annexe 5 Disposition du matériel pour les items 5 à 7 : on dispose devant l'enfant l'ensemble des magasins ainsi que le personnage.

Annexe 6 - Récapitulatif des consignes de l'épreuve des fentes

Item 1 : « **Montre-moi une baguette qui peut passer par cette fente (C) et par cette fente (F) aussi** ». On attend de l'enfant qu'il montre les baguettes 1, 2, 3.	
Item 2 : « **Montre-moi une baguette qui peut passer par cette fente (F) mais pas par cette fente (C)** ». On attend de l'enfant qu'il nous montre les baguettes 4, 5, 6.	
Item 3 : « **Montre-moi une baguette qui ne peut passer ni par cette fente (C) ni par cette fente (F)** ». On attend de l'enfant qu'il montre les baguettes 7, 8.	
Item 4 : « **Montre-moi une baguette qui peut passer par cette fente (C) mais pas par cette fente (F)** ». On attend de l'enfant qu'il nous dise qu'il n'existe pas de réponse possible.	
Item 5 : « **Montre-moi quelle est la fente dans laquelle une seule baguette peut passer ?** ». On attend de l'enfant qu'il montre la fente A.	
Item 6 : « **Montre-moi quelle est la fente dans laquelle toutes les baguettes peuvent passer ?** ». On attend de l'enfant qu'il montre la fente H.	
Item 7 : « **Choisis la fente qui est bonne seulement pour 3 baguettes. Les autres ne peuvent pas passer dedans** ». On attend de l'enfant qu'il montre la fente C.	

Annexe 7 - **Récapitulatif des consignes de l'épreuve des magasins**

Item 1 : « **Trouve un nombre de bonbons que le personnage peut prendre dans ce magasin (17) et dans celui-là aussi (26)** ».
On attend de l'enfant qu'il nous donne un nombre inférieur ou égal à 17.

Item 2 : « **Trouve un nombre de bonbons que le personnage peut prendre dans ce magasin (26) mais pas dans celui-là (17)** ».
On attend de l'enfant qu'il nous donne un nombre compris entre 18 et 26 inclus.

Item 3 : « **Dis-moi combien de bonbons le personnage ne peut prendre ni dans ce magasin (17) ni dans celui-là (26)** ».
On attend de l'enfant qu'il nous donne un nombre supérieur à 26.

Item 4 « **Trouve un nombre de bonbons que le personnage peut prendre dans ce magasin (17) mais pas dans celui-là (26)** ».
On attend de l'enfant qu'il nous dise qu'il n'existe pas de réponse possible.

Item 5 : « **Sans rien toucher, trouve un nombre de bonbons que le personnage peut prendre dans tous (n'importe lequel de) ces magasins** ».
On attend de l'enfant qu'il nous donne un nombre inférieur ou égal à 11.

Item 6 : « **Sans rien toucher, trouve un nombre de bonbons que le personnage ne peut prendre que dans un seul magasin et pas dans les autres** ».
On attend de l'enfant qu'il nous donne un nombre compris entre 30 et 32 inclus.

Item 7 : « **Trouve un nombre de bonbons que le personnage peut prendre dans seulement 3 magasins et pas dans les autres** ».
On attend de l'enfant qu'il nous donne un nombre compris entre 24 et 26 inclus.

LISTE DES TABLEAUX

%	CE1	CE2
1	43	43
2	33	50
3	53	63
4	57	67
5	70	73
6	73	83
7	40	30

Tableau 1

Epreuve des fentes – pourcentages d'enfants inclusifs par classe et par item

%	CE1	CE2
1	77	73
2	60	60
3	70	73
4	43	47
5	57	60
6	60	63
7	17	13

Tableau 2

Epreuve des magasins – pourcentages d'enfants inclusifs par classe et par item

%	Fentes	Magasins
1	43	75
2	42	60
3	58	72
4	62	45
5	72	58
6	78	62
7	35	15

Tableau 3

Pourcentages d'enfants inclusifs par épreuve et par item pour l'ensemble de l'échantillon

%	CE1	CE2
1	60	70
2	60	63
3	70	63
4	73	80
5	67	73
6	67	73
7	63	77

Tableau 4

Pourcentages d'homogénéité par classe et par item

%	Homogènes	Hétérogènes
1	65	35
2	62	38
3	67	33
4	77	23
5	70	30
6	70	30
7	70	30

Tableau 5

Pourcentages d'homogénéité par item pour l'ensemble de l'échantillon

%	CE1	CE2
1	50	59
2	40	50
3	61	58
4	58	70
5	58	67
6	60	69
7	21	30

Tableau 6

Pourcentages d'enfants homogènes parmi les accédants au raisonnement inclusif par classe et par item

%	Homogènes	Hétérogènes
1	54	46
2	45	55
3	59	41
4	64	36
5	62,5	37,5
6	65	35
7	25	75

Tableau 7

Pourcentages d'enfants homogènes parmi les accédants au raisonnement inclusif par item

%	CE1	CE2
1	67	62
2	44	58
3	67	79
4	50	58
5	70	73
6	75	82
7	16	13

Tableau 8

Pourcentages d'enfants inclusifs parmi les homogènes par classe et par item

%	Inclusifs	Non
1	64	36
2	51	49
3	72,5	27,5
4	54	46
5	71	29
6	79	21
7	14	86

Tableau 9

Pourcentages d'enfants inclusifs et non inclusifs parmi les homogènes par item

%	CE1	CE2
1	8	0
2	17	36
3	22	36
4	75	100
5	70	75
6	70	87,5
7	82	86

Tableau 10

Epreuve des fentes – pourcentages d'enfants inclusifs parmi les hétérogènes par classe et par item

%	CE1	CE2
1	92	100
2	83	64
3	78	64
4	25	0
5	30	25
6	30	12,5
7	18	14

Tableau 11

Epreuve des magasins – pourcentages d'enfants inclusifs parmi les hétérogènes par classe et par item

%	Fentes	Magasins
1	5	95
2	26	74
3	30	70
4	86	14
5	72	28
6	78	22
7	83	17

Tableau 12

Pourcentages d'enfants inclusifs parmi les hétérogènes par épreuve et par item

	CE1		
%	homogènes non inclusifs	hétérogènes	homogènes inclusifs
Item 1	20	40	40
Item 2	33	40	27
Item 3	23	30	47
Item 4	37	27	37
Item 5	20	33	47
Item 6	17	33	50
Item 7	53	37	10

Tableau 13

Répartition des enfants de CE1 selon leur niveau de raisonnement inclusif par item

	CE2		
%	homogènes non inclusifs	hétérogènes	homogènes inclusifs
Item 1	27	30	43
Item 2	27	37	37
Item 3	13	37	50
Item 4	33	20	47
Item 5	20	27	53
Item 6	13	27	60
Item 7	67	23	10

Tableau 14

Répartition des enfants de CE2 selon leur niveau de raisonnement inclusif par item

%	homogènes non inclusifs	hétérogènes	homogènes inclusifs
Item 1	23	35	42
Item 2	30	38	32
Item 3	18	33	48
Item 4	35	23	42
Item 5	20	30	50
Item 6	15	30	55
Item 7	60	30	10

Tableau 15

Répartition des enfants de l'échantillon selon leur niveau de raisonnement inclusif par item

LISTE DES GRAPHIQUES

LISTE DES CALCULS

Calcul 1 : Comparaison des effectifs d'enfants inclusifs de CE1 et des effectifs d'enfants inclusifs de CE2 selon l'item et l'épreuve

Calcul 2 : Pour l'ensemble de l'échantillon - Comparaison des effectifs d'enfants inclusifs à l'épreuve des fentes et des effectifs d'enfants inclusifs à l'épreuve des magasins selon l'item

Calcul 3 : Pour l'ensemble de l'échantillon - Comparaison des effectifs d'enfants inclusifs aux différents items de l'épreuve des fentes

Calcul 4 : Pour l'ensemble de l'échantillon - Comparaison des effectifs d'enfants inclusifs aux différents items de l'épreuve des magasins

Calcul 5 : Comparaison des effectifs d'enfants homogènes de CE1 et des effectifs d'enfants homogènes de CE2 selon l'item

Calcul 6 : Pour l'ensemble de l'échantillon - Comparaison des effectifs d'enfants homogènes aux différents items

Calcul 7 : Pour l'ensemble de l'échantillon - Comparaison des effectifs d'enfants homogènes et des effectifs théoriques obtenus en cas d'équi-répartition des enfants dans les catégories « homogène » et « hétérogène » selon l'item

Calcul 8 : Parmi les enfants accédants au raisonnement inclusif – comparaison des effectifs d'enfants homogènes de CE1 et de CE2 selon l'item

Calcul 9 : Parmi les enfants accédants au raisonnement inclusif – comparaison des effectifs d'enfants homogènes avec les effectifs théoriques obtenus en cas d'équi-répartition des homogènes et des hétérogènes

Calcul 10 : Parmi les enfants accédants au raisonnement inclusif– comparaison des effectifs d'enfants homogènes selon les items

Calcul 11 : Parmi les enfants homogènes - Comparaison des effectifs d'enfants inclusifs de CE1 et d'enfants inclusifs de CE2 selon l'item

Calcul 12 : Parmi les enfants homogènes - Comparaison des effectifs d'enfants inclusifs avec des effectifs théoriques obtenus dans le cas d'une équi-répartition inclusifs/non inclusifs par item

Calcul 13 : Parmi les enfants hétérogènes - Comparaison des effectifs d'enfants inclusifs à l'épreuve des fentes en CE1 et des effectifs d'enfants inclusifs à l'épreuve des fentes en CE2 selon l'item

Calcul 14 : Parmi les enfants hétérogènes - Comparaison des effectifs d'enfants inclusifs à l'épreuve des fentes et des effectifs théoriques obtenus en cas d'équi-répartition des enfants dans les catégories « inclusif » et « non inclusif » à l'épreuve des fentes selon l'item

Dans les différents tableaux qui suivent, nous indiquerons « OUI » lorsque les résultats des calculs de Khi 2 révéleront l'existence d'une différence significative entre les deux variables que nous voulons comparer. Nous noterons « NON » si cette différence n'est pas significative.

Chaque fois que la mention « OUI » sera portée, nous préciserons la valeur du risque : « p ». Il s'agit du risque de se tromper que l'on prend en affirmant qu'il existe une différence significative entre les variables que l'on compare.

Nous détaillerons la signification de tels résultats dans la partie « Présentation des résultats ».

	Khi 2 calculé (fentes)	Khi 2 calculé (magasins)
Item 1	NON	NON
Item 2	NON	NON
Item 3	NON	NON
Item 4	NON	NON
Item 5	NON	NON
Item 6	NON	NON
Item 7	NON	NON

Calcul 1 (d'après tableaux 1 et 2)

Comparaison des effectifs d'enfants inclusifs de CE1 et des effectifs d'enfants inclusifs de CE2 selon l'item et l'épreuve.

	Khi 2 calculé
Item 1	OUI ($p<1\%$)
Item 2	OUI ($p<5\%$)
Item 3	NON
Item 4	NON
Item 5	NON
Item 6	NON
Item 7	OUI ($p<1\%$)

Calcul 2 (d'après tableau 3)

Pour l'ensemble de l'échantillon - Comparaison des effectifs d'enfants inclusifs à l'épreuve des fentes et des effectifs d'enfants inclusifs à l'épreuve des magasins selon l'item

Fentes	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6
Item 1						
Item 2	NON					
Item 3	OUI (p<5%)	OUI (p<5%)				
Item 4	OUI (p<1%)	OUI (p<1%)	NON			
Item 5	OUI (p<1%)	OUI (p<1%)	NON	NON		
Item 6	OUI (p<1%)	OUI (p<1%)	OUI (p<2%)	OUI (p<2%)	NON	
Item 7	NON	NON	OUI (p<1%)	OUI (p<1%)	OUI (p<1%)	OUI (p<1%)

Calcul 3 (d'après tableau 3)

Pour l'ensemble de l'échantillon - Comparaison des effectifs d'enfants inclusifs aux différents items de l'épreuve des fentes

Magasins	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6
Item 1						
Item 2	OUI (p<5%)					
Item 3	NON	OUI (p<5%)				
Item 4	OUI (p<1%)	OUI (p<5%)	OUI (p<1%)			
Item 5	OUI (p<2%)	NON	OUI (p<5%)	NON		
Item 6	NON	NON	NON	OUI (p<5%)	NON	
Item 7	OUI (p<1%)	OUI (p<1%)	OUI (p<1%)	OUI (p<1%)	OUI (p<1%)	OUI (p<1%)

Calcul 4 (d'après tableau 3)

Pour l'ensemble de l'échantillon - Comparaison des effectifs d'enfants inclusifs aux différents items de l'épreuve des magasins.

	Khi 2 calculé
Item 1	NON
Item 2	NON
Item 3	NON
Item 4	NON
Item 5	NON
Item 6	NON
Item 7	NON

Calcul 5 (d'après tableau 4)

Comparaison des effectifs d'enfants homogènes de CE1 et des effectifs d'enfants homogènes de CE2 selon l'item.

	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6
Item 1						
Item 2	NON					
Item 3	NON	NON				
Item 4	NON	NON	NON			
Item 5	NON	NON	NON	NON		
Item 6	NON	NON	NON	NON	NON	
Item 7	NON	NON	NON	NON	NON	NON

Calcul 6 (d'après tableau 5)

Pour l'ensemble de l'échantillon - Comparaison des effectifs d'enfants homogènes aux différents items

	Khi 2 calculé
Item 1	OUI ($p<5\%$)
Item 2	NON
Item 3	OUI ($p<1\%$)
Item 4	OUI ($p<1\%$)
Item 5	OUI ($p<1\%$)
Item 6	OUI ($p<1\%$)
Item 7	OUI ($p<1\%$)

Calcul 7 (d'après tableau 5)

Pour l'ensemble de l'échantillon - Comparaison des effectifs d'enfants homogènes et des effectifs théoriques obtenus en cas d'équi-répartition des enfants dans les catégories « homogène » et « hétérogène » selon l'item

	Khi 2 calculé
Item 1	NON
Item 2	NON
Item 3	NON
Item 4	NON
Item 5	NON
Item 6	NON
Item 7	NON

Calcul 8 (d'après tableau 6)

Parmi les enfants accédants au raisonnement inclusif – comparaison des effectifs d'enfants homogènes de CE1 et de CE2 selon l'item

	Khi 2 calculé
Item 1	NON
Item 2	NON
Item 3	NON
Item 4	NON
Item 5	NON
Item 6	OUI (p<5%)
Item 7	OUI (p<2%)

Calcul 9 (d'après tableau 7)

Parmi les enfants accédants au raisonnement inclusif – comparaison des effectifs d'enfants homogènes avec les effectifs théoriques obtenus en cas d'équi-répartition des homogènes et des hétérogènes.

	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6
Item 1						
Item 2	NON					
Item 3	NON	OUI (p<2%)				
Item 4	NON	NON	NON			
Item 5	NON	OUI (p<2%)	NON	NON		
Item 6	NON	OUI (p<1%)	NON	NON	NON	
Item 7	OUI (p<1%)	OUI (p<1%)	OUI (p<1%)	OUI (p<1%)	OUI (p<1%)	OUI (p<1%)

Calcul 10 (d'après tableau 7)

Parmi les enfants accédants au raisonnement inclusif– comparaison des effectifs d'enfants homogènes selon les items.

	Khi 2 calculé
Item 1	NON
Item 2	NON
Item 3	NON
Item 4	NON
Item 5	NON
Item 6	NON
Item 7	NON

Calcul 11 (d'après tableau 8)

Parmi les enfants homogènes - Comparaison des effectifs d'enfants inclusifs de CE1 et d'enfants inclusifs de CE2 selon l'item

	Khi 2 calculé
Item 1	NON
Item 2	NON
Item 3	OUI (p<1%)
Item 4	NON
Item 5	OUI (p<1%)
Item 6	OUI (p<1%)
Item 7	OUI (p<1%)

Calcul 12 (d'après tableau 9)

Parmi les enfants homogènes - Comparaison des effectifs d'enfants inclusifs avec des effectifs théoriques obtenus dans le cas d'une équi-répartition inclusifs/non inclusifs par item

	Khi 2 calculé
Item 1	NON
Item 2	NON
Item 3	NON
Item 4	NON
Item 5	NON
Item 6	NON
Item 7	NON

Calcul 13 (d'après tableau 10)

Parmi les enfants hétérogènes - Comparaison des effectifs d'enfants inclusifs à l'épreuve des fentes en CE1 et des effectifs d'enfants inclusifs à l'épreuve des fentes en CE2 selon l'item.

	Khi 2 calculé
Item 1	OUI (p<1%)
Item 2	OUI (p<5%)
Item 3	NON
Item 4	OUI (p<1%)
Item 5	NON
Item 6	OUI (p<2%)
Item 7	OUI (p<1%)

Calcul 14 (d'après tableau 12)

Parmi les enfants hétérogènes - Comparaison des effectifs d'enfants inclusifs à l'épreuve des fentes et des effectifs théoriques obtenus en cas d'équi-répartition des enfants dans les catégories « inclusif » et « non inclusif » à l'épreuve des fentes selon l'item.

Claire BONORA
Adeline LUFEAUX

ETUDE DES CONDUITES INCLUSIVES CHEZ DES ENFANTS TOUT VENANT SCOLARISES EN CE1 – CE2 A PARTIR DE DEUX SUPPORTS : SERIABLE ET NUMERIQUE.

65 pages

Mémoire d'orthophonie – Lyon 2007

RESUME

Nous avons cherché à savoir si la structure inclusive se développait de manière homogène chez l'enfant tout venant. Sur une population de 60 enfants de CE1 – CE2, nous avons voulu comparer le niveau de raisonnement logique d'un même enfant à deux épreuves testant la structure inclusive mais mettant en jeu deux supports différents : l'un sériable et l'autre numérique. Nous espérions ainsi pouvoir mettre en évidence une homogénéité des résultats qui irait en faveur d'un transfert horizontal des compétences inclusives.

Par un traitement à la fois qualitatif et quantitatif des données, nous avons pu montrer que quelle que soit la difficulté de l'item, les enfants de CE1 – CE2, qu'ils soient inclusifs ou non, ont plus de 60% de chances en moyenne d'adopter le même type de raisonnement à l'item correspondant de l'autre épreuve.

En revanche, lorsqu'ils parviennent à donner une réponse inclusive à un item d'une épreuve, ils ne sont pas encore tous capables d'adapter leur raisonnement pour fournir le même niveau de réponse à l'item correspondant de l'autre épreuve. Il existe donc des décalages horizontaux dans l'acquisition de la structure inclusive. Nous pouvons supposer que cette étape sera franchie plus tard dans le développement de cette structure.

MOTS-CLES
Enfants (CE1 – CE2) – Construction de l'intelligence – Logico-mathématiques – Inclusion – Support sériable – Support numérique – Conduites inclusives – Homogénéité du raisonnement.

MEMBRES DU JURY

Corine MERIC
Anne-Laure CHARLOIS
Emmanuelle METRAL

MAITRE DE MEMOIRE

Martine VOYE

DATE DE SOUTENANCE
Jeudi 5 juillet 2007