

Université de Nantes

Unité de Formation et de Recherche – “Médecine et Techniques Médicales”
Année Universitaire 2006/2007

Mémoire pour l'obtention du Diplôme de Capacité d'Orthophoniste

Présenté par **Maité DEBOUVRY** (née le 31/01/1984)
et **Olivia MERCERON** (née le 10/01/1984)

Le dénombrement d'éléments et d'événements chez les enfants de Maternelle

Président du Jury : Monsieur BERNOUSSI Mohammed, professeur
des universités et directeur de l'UFR de
psychologie

Directrice du Mémoire : Madame CALVARIN Suzanne, orthophoniste

Membre du Jury : Madame BORIE Sandrine, orthophoniste

« Par délibération du Conseil en date du 7 Mars 1962, la Faculté a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation. »

SOMMAIRE

I - Introduction théorique

A) Généralités

- 1- Définition.....3
- 2- Les modèles théoriques.....4
- 3- Les autres processus de quantification : l'estimation et le subitizing.....8
- 4- Comptage-numérotage et dénombrement.....10

B) La chaîne numérique verbale et son acquisition

- 1- Composition du système numérique verbale.....12
- 2- Elaboration de la chaîne numérique verbale.....14

C) Le pointage

- 1- Généralités.....16
- 2- Variabilité des performances de pointage selon certains paramètres.....20
- 3- Les stratégies de pointage.....25

D) La coordination de l'énumération de la chaîne numérique et du pointage

- 1- Charges cognitives dans le dénombrement.....27
- 2- Les stratégies de dénombrement.....30
- 3- Pathologies et dénombrement.....31
- 4- Les types d'erreurs rencontrées dans une activité de dénombrement.....32
- 5- L'enseignement du dénombrement à l'école maternelle.....33

E) Conclusion.....36

II - Démarche expérimentale

A) <u>Hypothèses et problématique</u>	39
B) <u>Descriptions des activités proposées</u>	
1- Le comptage.....	41
2- Le dénombrement spontané.....	43
3- Le dénombrement de collections.....	44
4- Le dénombrement d'événements visuels.....	46
5- Le dénombrement d'événements sonores.....	48
6- Le dénombrement d'événements temporels impliquant le corps.....	49
C) <u>Le matériel utilisé</u>	51
D) <u>Description de la population testée</u>	
1- Deux écoles, deux villes.....	52
2- Les paramètres spécifiques des populations testées.....	53
E) <u>Conclusion</u>	55

III- Résultats, analyses et discussion

A) <u>Analyse quantitative</u>	
1- La chaîne numérique :	
a) Analyse des seuils atteints en comptage dans chaque niveau.....	58
b) Influence de l'âge sur les performances en comptage.....	59
c) Influence du sexe sur les performances en comptage.....	61
2- Les seuils :	
a) Comparaison inter-niveaux.....	62
b) Comparaison inter-activités dans chaque niveau.....	64
c) Comparaison interindividuelle dans chaque niveau.....	72
3- Les stratégies :	
a) Stratégies utilisées en dénombrement d'éléments.....	75
b) Stratégies utilisées en dénombrement d'événements.....	78
4- Les types d'erreurs.....	83
5- Conclusion de l'analyse quantitative.....	91

B) <u>Analyse qualitative</u>	
1- Le dénombrement spontané : l'épreuve des croix.....	92
2- Réponses qualitatives à la problématique :	
a) L'habitude.....	95
b) La non-participation aux épreuves.....	95
c) Le paramètre attentionnel.....	96
d) Les stratégies adaptées à la situation.....	98
C) <u>Critiques</u>	
1- Du test.....	105
2- De la passation.....	106
IV- <u>Conclusion</u>	108
<u>Annexes</u>	111
<u>Bibliographie</u>	131

AVANT PROPOS

Dans notre vie courante, les nombres sont omniprésents : ils nous donnent l'heure, le prix de nos courses, la chaîne de la télévision... Les enfants les découvrent très tôt et apprennent à les utiliser avec les jeux (1, 2, 3 c'est parti !!), dans leurs comptines (123 nous irons aux bois...), dans leur quotidien (et 1 cuiller pour maman, j'ai 3 ans...). Mais très vite, ils apprennent à les manipuler à travers des activités de quantification. Parmi elles, la plus importante et la plus étudiée : le dénombrement.

Ce dernier constitue l'apprentissage numérique le plus élémentaire et se distingue du simple « comptage ». Même si dans la littérature, « comptage » et « dénombrement » sont généralement deux termes confondus, nous souhaitons bien faire la différence entre ces deux notions au sein de cette étude. De notre point de vue, le comptage se limite à l'énumération de la chaîne numérique verbale, alors que le dénombrement allie chaîne numérique au pointage et permet de déterminer le cardinal d'une collection.

Dans cette étude, nous tenterons de mettre en évidence le fonctionnement des enfants dans différentes tâches de dénombrement. A notre connaissance, peu de recherches ont été réalisées sur le dénombrement d'éléments de nature différente. Aborder le dénombrement sous plusieurs angles nous permettra de mieux comprendre son utilisation et son importance dans la construction du nombre. Notre recherche vise une population d'enfants de maternelle et se limitera à l'étude de petits échantillons.

Nous nous appuyerons sur la définition du dénombrement élaborée par Brissiaud : « *Compter (sous entendu « dénombrer »), c'est mettre en correspondance terme à terme les objets d'une collection avec la suite des mots-nombres, tout en respectant l'ordre conventionnel.* »

I - Introduction théorique

A - Généralités

1 – Définition

Le dénombrement, processus de quantification qui a fait l'objet de nombreuses recherches, est souvent considéré comme étant à la base de tous les autres apprentissages arithmétiques. Il permet de déterminer précisément combien d'éléments comporte un ensemble donné. Il s'agit d'une « *habileté cognitive précoce* » (Wilkinson, 1984)¹.

Dénombrer un ensemble d'objets exige de « *les considérer les uns après les autres et d'associer à chacun un nombre dans un ordre fixe* » (Potter et Levy, 1968).²

Le dénombrement nécessite :

- De considérer les éléments de la collection comme distincts les uns des autres.
- L'égalisation des différences de chaque élément de la collection qui deviennent alors simples unités reconnues comme comptables.
- L'énonciation de symboles (ici les mots-nombres)
- La correspondance terme à terme entre les mots-nombres et les éléments de la collection
- La compréhension que le mot-nombre assigné au dernier élément de la collection correspond également au cardinal de cette collection.

¹ « *L'enfant et le nombre* » M. Fayol, 1990

² « *Le dénombrement : une activité complexe à deux composantes* » Article de Valérie Camos dans Rééducation orthophonique, 1999

Le dénombrement apparaît donc « *comme une construction extrêmement complexe qui implique l'existence et l'utilisation d'un système symbolique et la compréhension, pour le moins implicite, des relations logiques d'inclusion et de transitivité.* »³

A partir de 10-12 mois, il existe déjà chez le bébé des processus de quantification qualitative (capacités d'estimation de la quantité basée sur l'extension spatiale).

Selon Fuson, il ne s'agit que d'une quantification perceptive et ne la relie pas explicitement au comptage. Selon elle, le dénombrement résulte d'un apprentissage culturel.⁴

Différents points de vue viennent rendre compte de l'existence d'une continuité ou d'une discontinuité entre la quantification du bébé et la quantification verbale, exacte et numérique.

2 – Modèles théoriques

Il existe trois modèles théoriques concernant l'acquisition du processus de dénombrement:

- **La théorie des « principes-en-premier »**⁵ évoque des principes innés, qui guideraient le développement des habiletés de comptage (Gelman et Gallistel, 1978). Ces cinq principes (la correspondance terme à terme, l'ordre stable, la cardinalité, l'abstraction et la non-pertinence de l'ordre) existeraient chez l'enfant avant même qu'il y ait une quelconque expérience du dénombrement. Très tôt, d'après ces auteurs, les enfants seraient capables de juger les performances d'une poupée dans des tâches de dénombrement. Or si les enfants détectent les violations de ces principes c'est qu'ils les comprennent. Ainsi, pour Gelman et Gallistel ces principes sont accessibles aux enfants très précocement. Les enfants disposeraient d'une capacité conceptuelle du comptage mais auraient des difficultés dans la mise en œuvre de la procédure de dénombrement.

³ « *La conquête du nombre et ses chemins chez l'enfant* » J. Bideaud, Lehalle H., Vilette B, 2004

⁴ « *La conquête du nombre et ses chemins chez l'enfant* » Bideaud J., Lehalle H., Vilette B., 2004, chapitre 5

⁵ « *La dyscalculie, trouble du développement numérique de l'enfant* » sous la direction de M.P. Noël, 2005

Les 5 principes fondamentaux du comptage d'après Gelman et Gallistel (1978)⁶ :

- Principe d'ordre stable : les mots-nombres doivent être engendrés dans le même ordre à chaque comptage.
 - Principe de stricte correspondance terme à terme : chaque élément d'une collection doit être désigné par un mot-nombre et un seul.
 - Principe cardinal : le mot-nombre qui désigne le dernier élément d'une collection représente le nombre total d'éléments.
 - Principe d'abstraction : seules sont abstraites, des éléments comptés, leurs caractéristiques d'entités distinctes.
 - Principe de non pertinence de l'ordre : l'ordre dans lequel les éléments d'une collection sont énumérés n'affecte pas le résultat du comptage.
- La théorie des « principes-après »⁷ s'oppose à la théorie précédente. Elle stipule que « *les principes sont appris progressivement par répétition des procédures de dénombrement, elles-mêmes acquises par imitation.* » (Briars et Siegler, 1984 ; Fuson et Hall, 1983) Pour autant, ce point de vue ne rejette pas l'idée d'une certaine sensibilité au nombre des nouveau-nés. L'enfant découvre par la manipulation et la pratique les liens entre le dénombrement et la cardinalité.
- La théorie Piagétienne :
- Piaget a été le précurseur dans les recherches sur le nombre. Ses travaux sont considérables et incontournables. En quête de la genèse des processus de connaissance, il a réuni deux grands domaines d'études : l'épistémologie des sciences et la psychologie de l'enfant. C'est au cœur de cette réunion que se trouve la genèse du nombre qui passionnera Piaget.

⁶ « Le développement de la quantification chez l'enfant » B. Vilette, 1996, chapitre 3

⁷ « La dyscalculie, trouble du développement numérique de l'enfant » sous la direction de M.P. Noël, 2005

Dans leur ouvrage⁸, Piaget et Szeminska décrivent les constituants logiques de la notion de nombre : la classification et la sériation. Mais ils consacrent aussi une grande partie de leur étude à la notion de conservation qui se développe en parallèle.

Pour ces auteurs, « *la conservation est une condition nécessaire à toute activité rationnelle* » car elle permet de se détacher progressivement du concret et d'élaborer une pensée réversible. Ce n'est qu'une fois la conservation établie que « *le nombre devient intelligible dans la mesure où il demeure identique à lui-même, quelle que soit la disposition des unités dont il est composé : c'est ce qu'on a appelé « l'invariance du nombre ».*

Piaget et Szeminska souhaitent montrer le lien important entre le développement de la conservation et celui des notions arithmétiques.

Pour observer la construction de la conservation chez les enfants, ils ont mis en place plusieurs expérimentations avec des quantités continues et des quantités discontinues. Mais ce sont les épreuves sur les quantités discontinues qui vont permettre l'étude de la correspondance terme à terme qui constitue selon Piaget « *l'une des sources du nombre lui-même* ». Ils ont dégagé 3 stades de développement qui montrent le lien entre la correspondance et la conservation :

1) Absence de correspondance terme à terme : les enfants de ce stade ne sont pas capables de construire une correspondance terme à terme qui les amèneraient à l'équivalence entre deux collections.

2) Correspondance terme à terme sans conservation : la correspondance est d'ordre intuitif ou perceptif. Une fois la correspondance terme à terme détruite entre deux collections, l'enfant ne croit plus en leur équivalence. Piaget fait des expériences où le contact entre les termes des collections est d'ordre visuel. Mais il ajoute qu'il pourrait être d'ordre acoustique, tactile, ou autre, sans réaliser d'études plus précises dans ces différentes situations (à notre connaissance).

⁸ « *La genèse du nombre chez l'enfant* » Piaget, Szeminska, 1980

3) Correspondance terme à terme et conservation durable. Ce troisième stade comprend les enfants qui ont la notion de conservation durable et justifiée (vers 5/6 ans) avec des arguments d'identité, de réversibilité et de compensation.

Piaget écartera de toutes ses recherches l'utilisation du langage. Ceci lui sera énormément reproché par les auteurs qui lui succéderont.

L'usage des noms de nombre fait partie intégrante de la vie quotidienne des enfants que ce soit à l'école ou à la maison. La suite numérique verbale et le dénombrement sont les premiers apprentissages numériques. De nos jours, les recherches tentent de prouver le rôle actif du langage dans la construction du nombre. A son époque, Piaget maintiendra ses positions fermes sur le sujet : « *En effet, la numération parlée que le milieu social impose parfois à l'enfant de ce niveau demeure toute verbale et sans signification opératoire.* » ou encore : « *la numération parlée ne joue guère de rôle dans le progrès même de la correspondance et de l'équivalence* ». Cependant il s'est attaché à démontrer ses affirmations et n'a pas complètement rejeté les apports du langage : « *quand la correspondance devient quantifiante et donc au moment des débuts de l'équivalence, la numération parlée peut accélérer le processus d'évolution mais les noms de nombre ne l'engendrent pas* ».

Nous ne pouvons passer à côté d'un disciple de Piaget qui s'est intéressé aux apports du langage dans ce domaine. En 1962, Gréco écrit sur le dénombrement malgré les réticences de Piaget : « *si le dénombrement, au lieu d'être un simple procédé verbal de dénomination des quantités ou des collections en devient le mesurant, et s'il est bien alors la somme des unités et non leur succession nominale, c'est la correspondance qui le prépare effectivement ; c'est par son intermédiaire que le nombre reçoit son statut opérationnel (sinon encore opératoire)* » Et encore : « *le dénombrement consiste essentiellement en une correspondance biunivoque entre les mots appris et les objets désignés, et une sommation implicite des unités indépendamment de l'ordre. Mais l'enfant ne le sait pas tout de suite. En apprenant à dénombrer (ce qu'il fait volontiers par jeu, spontanément), il ne saurait guère rencontrer de succès empirique capable de renforcer les notions cardinales et commutatives, mais il apprend à coordonner*

ses actions : écarter par exemple l'objet déjà compté pour ne pas le compter deux fois, épuiser la collection... C'est de cet ensemble de coordinations assimilées à celle qu'exige l'action de mise en correspondance, que sortira le nombre comme numérateur des ensembles (et non plus comme simple « dénominateur ») et comme instrument de l'équivalence numérique.» Contrairement à Piaget, Gréco s'est intéressé au dénombrement en donnant un rôle essentiel aux mots-nombres dans la compréhension de la cardinalité.

3 – Autres processus de quantification : l'estimation et le subitizing

L'estimation et le subitizing sont les deux processus de quantification qui se distinguent du dénombrement. Ce dernier est un processus extrêmement long puisque le sujet doit énoncer chaque mot-nombre, alors que le subitizing et l'estimation se démarquent par leur rapidité à évaluer le cardinal d'une collection.

a) L'estimation

C'est un processus de quantification qui aboutit à une évaluation globale mais imprécise.

Cependant, les littératures actuelles ne définissent pas toutes l'estimation de la même façon. En rassemblant les différents points de vue, l'estimation peut conduire à deux sortes de quantifications⁹ :

- une quantification approximative des grands nombres numériques ou non-numériques (plus, moins, beaucoup, etc.)
- une quantification exacte des petits nombres

Les études de Gelman, Gallistel et Whalen en 1999 et 2001 ont montré que l'estimation dépendait de deux effets :

- effet de distance : lorsque la distance numérique est plus importante la discrimination est plus facile

⁹ « La conquête du nombre et ses chemins chez l'enfant », Bideaud J., Lehalle H., Vilette B., 2004, chapitre 3

- effet de magnitude : plus la taille de la collection présentée est grande et plus l'estimation est imprécise

Quelques études (Frith et Frith, 1972 ; Ginsburg, 1976 ; Bevan et Turner, 1964)¹⁰ ont décrit certains paramètres qui déterminent la qualité de l'estimation :

- des points dispersés sont jugés plus nombreux que des points groupés
- un ensemble unique de points semble en contenir plus que plusieurs petits ensembles séparés
- un arrangement irrégulier de points est toujours sous-estimé, contrairement à un arrangement régulier qui sera toujours surestimé
- des points paraissent plus nombreux lorsqu'ils sont présentés à l'intérieur d'un cadre placé très près

Les recherches sur l'estimation sont peu nombreuses et ce phénomène reste encore mal connu. Le subitizing a lui été plus étudié.

b) Le subitizing

C'est un processus de quantification rapide et efficace¹¹, à condition que la taille des collections reste limitée (jusqu'à 4 éléments en moyenne chez l'adulte et de 2 à 3 éléments chez l'enfant de moins de 6 ans). Grâce au subitizing, on peut, sans compter, percevoir directement et rapidement sans erreur la cardinalité d'un ensemble.

Certaines études définissent le subitizing comme « *un processus de récupération directe en mémoire de la quantité d'une collection appréhendée par une seule focalisation attentionnelle.* » D'après Cowan (2001), le nombre d'éléments reconnu par subitizing reflète la taille du focus attentionnel.

Dans certaines populations pathologiques, présentant un retard mental par exemple, les possibilités en subitizing sont restreintes (sans doute à cause d'un focus attentionnel plus réduit). Dans d'autres cas, chez des sujets atteints de la maladie d'Alzheimer par exemple, on

¹⁰ « *Troubles du calcul et dyscalculies chez l'enfant* » Meljac C., Van Hout A., 2001

¹¹ « *La dyscalculie, trouble du développement numérique de l'enfant* » sous la direction de M.P. Noël, 2005

observe un ralentissement du subitizing dû à un ralentissement de la récupération en mémoire à long terme.

Cependant, certains auteurs ne font pas la distinction entre le processus de dénombrement et le subitizing. En effet, ils considèrent le subitizing comme un dénombrement très rapide. Selon le modèle de Gelman et Gallistel (1991), il n'y aurait pas de réelle rupture entre ces deux processus de quantification. Le subitizing serait un dénombrement très rapide et non verbal, capacité que l'on retrouve chez les animaux.

Il existe, par ailleurs, un autre modèle explicatif. Von Glasersfeld (1982) aborde le subitizing comme un processus perceptif : chaque nom de nombre serait associé à des patterns figuratifs. Il nous suffirait donc de reconnaître le pattern, auquel nous aurions été confronté plusieurs fois, pour définir la quantité de la collection présentée. Ces patterns pourraient être soit des configurations spatiales soit des séquences temporelles.

Les enfants de moins de 6 ans n'utilisent pas encore le subitizing comme les adultes. Une expérience de Lépine (2003) a montré que des enfants de 5 ans l'utilisaient seulement jusqu'à 2 objets. Ils ont donc vite recours au dénombrement.

Le fonctionnement de ces deux processus de quantification reste encore à éclaircir. La distinction entre les deux n'est pas toujours nette, et dans certaines expérimentations, un doute persiste sur la stratégie employée. S'agit-il d'un comptage très rapide, d'une estimation pure, d'un subitizing ou d'un autre procédé encore inconnu ?

4 – Comptage-numérotage et dénombrement

R. Brissiaud pense qu'il faut distinguer deux types de comptage chez l'enfant : le « comptage-numérotage » et le « dénombrement »¹².

« Tant que l'enfant ne fait pas du mot-nombre un usage cardinal, la numérosité signalée par le mot-nombre n'est pas quantifiante. Il s'agit d'un comptage numérotage imprécis. »

¹² « Comment les enfants apprennent à calculer » R. Brissiaud, 2005

Dans un premier temps, les enfants attribuent les mots-nombres comme des numéros et le dernier numéro n'a pas de statut différent des précédents.

C'est ainsi qu'à la question « combien ? » l'enfant peut donner comme réponse la procédure de comptage dans son ensemble et pas le dernier mot-nombre cité lors du dénombrement qui représente la valeur cardinale de la collection.

Le passage d'un comptage-numérotage au dénombrement a lieu quand l'enfant accède au principe de cardinalité. Il doit comprendre que « *le dernier mot-nombre prononcé est à la fois un numéro et la représentation de tous les objets comptés jusque là.* »

Mais attention ! Certains enfants peuvent répondre correctement à la question « combien » sans pour autant comprendre que le dernier mot-nombre représente la collection dans son ensemble. Il sait simplement que cette question attend pour réponse le dernier mot-nombre prononcé.

Fuson a tenté une expérience auprès de 20 enfants qui dénombraient correctement une collection de N soldats.

Elle leur a ensuite posé la question suivante : « ce sont bien là les N soldats ? » tout en désignant tous les soldats sauf le dernier puis uniquement le dernier soldat. Cinq enfants seulement donnaient la bonne réponse. Les autres considéraient le mot-nombre N comme un numéro, caractéristique du dernier soldat désigné et pas comme nombre représentant la quantité de cette collection de soldats.

Le comptage est une activité transmise socialement. Mais l'enfant doit découvrir que compter s'accompagne d'une signification cardinale essentielle. Sophian (1987) décrit les enfants comme des « *inventeurs de signification* ». Ils mettent du sens sur ce qu'ils réalisent même si au départ ils agissent sur imitation.

Afin de « *déstabiliser la signification du comptage-numérotage* », R. Brissiaud conseille l'utilisation des dominos. Le nombre n'est plus seulement un numéro étiqueté à un domino mais représente aussi sa valeur indiquée par le nombre de points.

Dénombrer nécessite :

- la maîtrise de la chaîne numérique verbale

- le pointage, visuel ou manuel, de chaque élément jusqu'à ce que tous aient été considérés une fois et une fois seulement
- la coordination des ces deux composantes

Ces deux composantes du dénombrement méritent donc qu'on y porte une attention particulière.

B - La chaîne numérique verbale et son acquisition

1 – Composition du système numérique verbal

L'apprentissage des mots-nombres commence dès l'âge de 2 ans. A 6 ans en moyenne, les enfants sont capables de compter jusqu'à 100. Mais la vitesse d'acquisition du système est variable d'un enfant à l'autre.

Dans un premier temps, ils doivent apprendre par cœur les mots-nombres de 1 à 16. Il s'agit selon Deloche et Seron des « *particuliers* ».

A partir de 17, des règles combinatoires apparaissent. Il faudra les comprendre et les mettre en œuvre pour former les mots-nombres suivants.

Les langues européennes présentent des irrégularités dans leur système des noms de nombre (les particuliers, les dizaines). L'apprentissage de la chaîne numérique verbale est par conséquent laborieux, contrairement aux langues asiatiques où la structure sous-jacente en base 10 est transparente¹³.

Par exemple : 13 s'énoncera « dix-trois » en langues asiatiques.

En Français, on emploiera un « particulier » qui est le mot « treize ».

Power et Longuet-Higgins¹⁴ (1978) n'ont pas eu l'ambition d'expliquer l'acquisition des systèmes numériques mais ils fournissent une lecture de l'organisation de ces systèmes, notamment du système numérique français :

¹³ « Rééducation orthophonique : les activités logico-mathématiques », n°199, 1999

¹⁴ « L'enfant et le nombre » M. Fayol, 1990, chapitre 2

Ils

Termes	Nombres	Rôles
un	1	n
deux	2	n
...		
seize	16	n
vingt	20	n, p, m
trente	30	n, p
...		
soixante	60	n, p
cent	100	n, p, m
mille	1000	n, p, m

définissent 3 termes utilisés dans la construction des mots-nombres :

- les termes dits mineurs (notés n) désignant le nombre seul
- les termes majeurs (notés p) entrant dans des compositions additives
- les termes majeurs (notés m) entrant dans des compositions multiplicatives

**Système numérique français pour les nombres jusqu'à 999999
(d'après Power et Longuet-higgins, 1978).**

Les recherches en neuropsychologie viennent ensuite confirmer les conclusions de Power et Longuet-Higgins.

Dans des tâches de « transcodage », Deloche et Seron¹⁵ mettent en évidence deux types d'erreurs :

- les erreurs lexicales (le stimulus entendu est « 20 » et l'individu écrit « 12 »)
- les erreurs syntaxiques (l'individu écrit « 2000 40 » quand il entend « 2040 »)

Ils en déduisent des règles d'organisation du système numérique verbal :

- Organisation du lexique de la numération orale en « piles » :
 1. les unités (de 1 à 9 en excluant le 0)
 2. les particuliers (de 11 à 16)
 3. les dizaines (10, 20, 30, 40, 50, 60)
 4. les multiplicateurs (cent, mille, million, milliard...)
- La syntaxe est propre au système numérique. Elle combine des règles additives (« 21 » correspond à « 20+1 ») et multiplicatives (« 80 » correspond à « 4×20 »)

L'acquisition de ce micro-système linguistique dépendra de l'automatisation de l'utilisation de ce lexique et de cette syntaxe.

2 – Elaboration de la chaîne numérique

Très tôt les enfants savent qu'il existe des mots bien précis pour compter. Gelman et Gallistel observent que les enfants de 2 à 5 ans utilisent rarement des mots autres que ceux pour compter. Mais il peut arriver qu'ils utilisent des noms de couleurs ou encore le nom des lettres de l'alphabet.

En cours d'apprentissage, les suites numériques verbales produites par les enfants peuvent se décomposer en trois parties¹⁶ :

- a) une première partie stable (que l'on retrouve à chaque essai) et conventionnelle
Sa taille croît en fonction de l'âge avec une forte augmentation vers 4 ans et demi (d'après Fuson, Richards et Briars, 1982) Toutefois on remarque des

¹⁵ « L'enfant et le nombre » M.Fayol, 1990, chapitre 2

¹⁶ « L'enfant et le nombre » M.Fayol, 1990, chapitre 2

différences inter et intra individuelles très marquées qui subsistent jusqu'en classe de CP.

L'acquisition de la suite numérique s'effectue sur deux niveaux : l'extension de la séquence conventionnelle et sa consolidation qui la rendra stable.

- b) une seconde partie relativement stable mais non conventionnelle (l'ordre des mots nombres n'est pas celui des adultes, ou il manque des items).

Cette partie reste stable dans 80 % des essais. Faute d'avoir intégré la suite conventionnelle, l'enfant produit une séquence partiellement mémorisée, partiellement inventée. Il n'a pas encore saisi et construit les règles syntaxiques du système numérique.

- c) une troisième partie ni stable ni conventionnelle

Après avoir épuisé leur stock de mots nombres (suite conventionnelle ou non), le plus souvent les enfants continuent de compter.

Ils inventent ainsi de nouveaux nombres en se basant sur les règles du système numérique qu'ils ont retenues (ils peuvent produire « dix-dix » après « dix-neuf ») ou ils empruntent des termes à d'autres ensembles comme les lettres de l'alphabet ou encore les couleurs.

Production d'un même enfant, d'après Fuson, Richards & Briars, 1982 :

Essai 1 :	1 2 3 4 5	6 8 9	14 16 13 5
Essai 2 :	1 2 3 4 5	6 8 9	12 15 16 13
Essai 3 :	1 2 3 4 5	6 8 9	14
	(partie stable et conventionnelle)	(partie stable mais non conventionnelle)	(partie ni stable ni conventionnelle)

Par ailleurs, Fuson (1982) distingue quatre niveaux d'élaboration de cette chaîne numérique¹⁷ :

¹⁷ « *L'enfant et le nombre* » M. Fayol, 1990, chapitre 2 et « *La conquête du nombre et ses chemins chez l'enfant* » Bideaud J., Lehalle H., Vilette B., 2004, chapitre 5

- le niveau « chapelet »
Les mots-nombres forment un « bloc », ils n'ont aucune individualité. La chaîne numérique constitue un tout compact du type « undeuxtroisquatre » dépourvu de signification arithmétique.
- la chaîne « insécable »
Les mots-nombres s'individualisent et l'enfant comprend peu à peu la signification ordinale et cardinale du comptage. Cependant la suite numérique ne peut se dérouler que si l'enfant commence l'énonciation de la chaîne numérique à 1. A la question : « qu'est-ce qui vient après 5 par exemple ? » l'enfant a besoin de réciter la totalité de la chaîne en partant de 1 (à haute voix ou en subvocalisant) pour découvrir le nombre qui suit. Cette phase peut durer très longtemps, au-delà de 5 ans parfois. Durant cette période se mettent en place les premières conduites de dénombrement.
- La chaîne « sécable »
L'enfant est capable de compter à partir d'un nombre x donné et de n'importe quel nombre à un autre. Le comptage à rebours commence à se développer.
- La chaîne « terminale »
Les mots-nombres sont totalement individualisés : il devient même possible de les dénombrer. L'enfant peut ainsi compter n à partir de x ou compter de x à y pour trouver n . Il manipule la chaîne numérique de manière bidirectionnelle. La résolution d'addition et de soustraction devient donc possible.

C - Le pointage

1 - Généralités

a) Définition, fonctions

Le pointage est la deuxième composante nécessaire au dénombrement. La première étant l'acquisition de la chaîne numérique verbale que nous venons d'étudier.

Mais, le pointage est avant tout une activité motrice qui peut être effectuée de deux façons :

- avec le doigt : l'enfant fixe les éléments du regard et les pointe avec son doigt. La coordination visuo-manuelle est nécessaire dans ce cas pour réussir le pointage.
- avec le regard : l'enfant se sert uniquement de son regard et alors seule la motricité oculaire intervient.

Le pointage est « *une activité référentielle à partir de laquelle s'élaborera la capacité de donner des noms aux choses* ». Cette définition, proposée par le dictionnaire d'orthophonie, concerne l'entrée dans le langage des jeunes enfants. Cependant, dans l'activité de dénombrement, le pointage est aussi une activité référentielle.

L'adulte montre à l'enfant qu'à chaque objet de la collection correspond un nom de nombre. C'est ainsi que l'enfant peut faire le lien entre la chaîne numérique verbale et les objets.

Le pointage n'est pas une simple activité motrice. En effet, pour que le dénombrement soit correct, il faut que le sujet pointe chaque élément de la collection l'un après l'autre jusqu'à ce que tous aient été considérés exactement une fois. Pesenti (2001) a mis en évidence les deux fonctions importantes du pointage¹⁸:

- 1) il aide à garder une trace des éléments qui ont été dénombrés
- 2) il aide l'enfant à faire la correspondance entre les étiquettes verbales et les éléments dénombrés

- La première fonction sera primordiale pour la réussite du dénombrement. Le pointage fait la distinction entre deux ensembles d'une collection : l'ensemble des objets « déjà-comptés » et l'ensemble des objets « encore à compter ». C'est donc, plus précisément, un repérage spatial et/ou temporel du « déjà

¹⁸ « *Troubles du calcul et dyscalculies chez l'enfant* » C. Meljac et A. Van Hout, 2001

compté » par rapport au « encore à compter ». Baroody et al (1983) parlent d'une « *barrière virtuelle* » entre ces deux ensembles qui serait fonctionnelle à 3 ans chez les enfants normaux.¹⁹

- La deuxième fonction permet à l'enfant d'appliquer sa connaissance du principe de correspondance terme à terme. A chaque élément pointé, il apprend à y attribuer un nom de nombre. Par conséquent, le pointage n'interviendrait-il pas dans l'évolution de la chaîne numérique verbale ? La désignation de chaque élément aiderait-elle l'enfant à isoler chaque mot-nombre ? Ce qui lui permettrait de passer du niveau « chapelet » au niveau « insécable » (Fuson, 1982). Ainsi l'aspect visuel du pointage guiderait l'enfant vers une segmentation de la chaîne numérique verbale.

Nous n'avons pas d'études décrivant le développement de la tâche de pointage en elle-même. Mais de nombreux auteurs se sont attachés à observer l'utilisation du pointage dans des épreuves de dénombrement (Alibali et Di Russo, 1999 ; Fuson et Hall, 1983 ; Gelman et Meck, 1983 ; Shaeffer, Eggleston et Scott, 1974). Au cours de son développement, l'enfant se sert ou non du pointage gestuel quand il doit dénombrer des collections.

Les auteurs expliquent que les enfants se servent du pointage que lorsqu'ils en ont un apport bénéfique²⁰ :

- Ce n'est pas le cas pour les enfants de moins de 3 ans qui maîtrisent encore mal cette activité motrice. D'après Saxe et Kaplan (1981), ils commettent trop d'erreurs pour être aidés par le pointage.
- Les enfants de plus de 6 ans, quant à eux, abandonnent le pointage gestuel au profit du pointage visuel.
- Les enfants entre 3 et 6 améliorent nettement leur performance en dénombrement lorsqu'ils utilisent le pointage. Beaucoup d'auteurs (Fuson, 1988 ; Saxe et Kaplan,

¹⁹ « *Troubles du calcul et dyscalculies chez l'enfant* » C. Meljac et A. Van Hout, 2001

²⁰ « *Troubles du calcul et dyscalculies chez l'enfant* » C. Meljac et A. Van Hout, 2001

1981 ; Alibali et DiRusso, 1999) s'accordent pour dire que le pointage est un réel support pour l'enfant et qu'il lui permet de faire moins d'erreurs.

b) Dans les théories actuelles

En théorie, le pointage est un aspect peu étudié. Il est très rarement abordé comme une activité indépendante de celle du dénombrement.

Gelman et Gallistel sont les piliers de la théorie innéiste. Selon ces auteurs, les principes de comptage sont très précocement disponibles chez l'enfant. Ils pensent que les enfants savent très tôt pointer les éléments d'une collection : d'après leur étude de 1978, 98% des enfants d'âge préscolaire (2ans½) utilisent leur doigt quand ils doivent compter une collection. Cependant, ces résultats n'ont pas été prouvés. Ce sont simplement des observations faites chez la majorité des enfants.

D'autres auteurs²¹ (Beckwith et Restle 1966 ; Wagner et Walters, 1982) sont venus confirmer ces conclusions en testant l'activité de pointage de façon individuelle. Ils ont observé que les enfants semblaient maîtriser le pointage d'objets un à un, avant d'apprendre à coordonner cette habileté avec l'énonciation de la suite des mots-nombres.

Hypothèse réévaluée par Graham en 1999 qui remarque que les enfants développent d'abord la capacité à effectuer la correspondance entre l'objet et le geste, puis après la correspondance entre la parole et l'objet. Ce qui amène M.-P. Noël (2005) a pensé que « *le geste semble être la première étape nécessaire à l'acquisition du principe de correspondance terme à terme* »²².

Dans leur théorie, Gelman et Gallistel parlent aussi de compétence et de performance. Ils pensent que les compétences des enfants sont précoces. Donc, les erreurs commises par les enfants dans les tâches de dénombrement seraient dues à des difficultés de performances. Ces dernières peuvent être limitées dans les activités de pointage des objets, de maîtrise de la chaîne numérique et dans leur coordination. Pour le pointage c'est le coût cognitif qui entre en jeu et limite les performances de l'enfant. En effet, plus la collection est importante (à partir

²¹ « *Les chemins du nombre* », A. J. Baroody, 1991, chapitre 1

²² « *La dyscalculie : trouble du développement numérique de l'enfant.* » M.-P. Noël, 2005

de 5 éléments) et plus il s'avère compliqué, nécessitant à la fois une organisation spatiale de l'ensemble des éléments et une mémorisation de la séquence. Gelman et Gallistel ont d'ailleurs observé que la performance de pointage était moins bonne lorsque les objets ne pouvaient pas être touchés directement, mais aussi lorsque la disposition des éléments était aléatoire et de ce fait n'aidait pas l'enfant à organiser son pointage de façon séquentielle.

A l'opposé, la théorie de Fuson postule l'idée que l'activité de comptage des objets est purement culturelle et que l'enfant apprend à compter en imitant son entourage.

Fuson décrit le pointage comme « *une activité de désignation qui relie les mots prononcés dans le temps aux éléments organisés dans l'espace. [...] Le pointage isole un point particulier de l'espace et un moment particulier dans le temps. Cela crée des unités « espace-temps » qui permettent la correspondance terme à terme dans le temps entre les pointages et les noms de nombres énoncés, et, dans l'espace entre les emplacements désignés et les éléments* »²³.

Ainsi, le pointage nécessite une bonne structuration du temps et de l'espace. Avant l'âge de trois ans, les enfants maîtrisent encore mal ces notions et utiliseraient donc peu le pointage.

Fuson s'attache à décrire les deux versants du pointage : il serait à la fois d'ordre temporel et d'ordre spatial. Plus précisément, elle fait l'hypothèse que le pointage induirait deux types de correspondances : « *une correspondance temporelle entre l'énonciation d'un nom de nombre et le pointage d'un objet et une correspondance spatiale entre le pointage de l'objet et sa position dans la collection.* »²⁴ Seule une bonne coordination entre ces deux correspondances permettrait une réussite du dénombrement.

De plus, elle évoque l'élaboration d'une stratégie de la part de l'enfant pour réussir son pointage. Elle parle de « *correspondance globale entre tous les objets* »²⁵ pour que l'enfant se retrouve dans son pointage et se souvienne des éléments déjà comptés et des éléments qu'il reste à compter. Elle ajoute aussi la possibilité pour l'enfant de former des regroupements comme des piles d'objets pour soutenir la mémoire.

²³ « *Les chemins du nombre* », Fuson, 1991, chapitre 1

²⁴ « *Rééducation orthophonique : les activités logico-mathématiques* », n°199, 1999

²⁵ « *Les chemins du nombre* », Fuson, 1991, chapitre 1

En ce qui concerne les collections en elles-mêmes, Fuson a également observé que les réussites en comptage étaient variables selon le nombre d'éléments, leur couleur, leur homogénéité et leur arrangement.

D'après ces théories, les performances de pointage des enfants seraient variables. Nous allons donc étudier plus en détail quelles situations facilitent cette activité et quelles sont les stratégies utilisées par les enfants.

2 - Variabilité des performances de pointage selon certains paramètres

Dans toutes les nombreuses expériences qui ont été faites sur les trois procédures de quantification à savoir le subitizing, l'estimation et le dénombrement, toutes se recoupent pour dire que les aspects perceptifs jouent un rôle primordial.

Abordons le pointage par ces différents aspects :

a) La taille de la collection

Potter et Lévy (1986)²⁶ ont été les premiers à réaliser une étude sur les capacités de pointage des enfants de niveau préscolaire soit de 2 à 4 ans. Ils voulaient mettre en évidence les possibilités des enfants à considérer un par un et sans répétition tous les éléments d'une collection. Leur expérience proposait donc une tâche de pointage spatial avec des collections de 3, 4, 5, 6 ou 9 jetons. Dans cette épreuve, les enfants devaient juste toucher chaque objet de la collection sans y associer un nom de nombre. Les erreurs enregistrées sont : les omissions et le double pointage. Ils obtiennent alors les résultats suivants :

<p style="text-align: center;">Pourcentages d'items présentant au moins une erreur en fonction de la taille des collections (D'après Potter et Levy, 1986)</p>

²⁶ « L'enfant et le nombre » M. Fayol, 1990, chapitre 3

Taille des collections	Moyenne des erreurs obtenues
3	.06
4	.07
5	.20
6	.30
9	.59

En toute logique, ils en ont conclu que plus la taille de la collection est importante et plus l'enfant commet d'erreurs.

b) La couleur et la forme des éléments

De nombreux auteurs (Frick, 1987 ; Fuson, 1988 ; Schaeffer, Eggleston et Scott, 1974 ; Towse et Hitch, 1996 ; Trick et Pylyshyn, 1994)²⁷ ont conclu que le pointage était facilité lorsque les objets étaient de couleurs ou/et de formes différentes.

En effet, les expériences ont montré que, lorsque les éléments à dénombrer avaient des caractéristiques très distinctes, les performances des enfants étaient meilleures. Les différences entre les objets aidaient les enfants à se souvenir quels éléments ils ont pointés et quels éléments ils leur restent à pointer.

c) La disposition spatiale des éléments

L'aspect spatial est celui qui a été le plus étudié. Les objets à dénombrer peuvent être présentés de deux façons :

- dans des configurations spatiales non organisées : disposition aléatoire
- dans des configurations spatiales organisées (formes géométriques) : disposition linéaire, circulaire, rectangulaire...

Potter et Lévy (1986)²⁸ ont proposé une tâche de pointage spatial dans différentes situations (collections organisées spatialement en ligne, en rangées, en colonnes ou de façon

²⁷ « Rééducation orthophonique : les activités logico-mathématiques », n°199, 1999

aléatoire). Ils ont ensuite relevé le nombre d'erreurs de pointage chez les enfants et ont obtenu les résultats suivants :

Pourcentages d'items présentant au moins un erreur en fonction de la configuration spatiale des collections (D'après Potter et Lévy, 1986)			
Configurations spatiales			
Tailles des collections	Lignes	Rangées et colonnes	Aléatoires
3	.05	-	.07
4	.12	.05	.03
5	.14	.22	.24
6	.20	.45	.26
9	.52	.67	.59

On observe que selon la disposition des éléments les pourcentages de réussite sont différents. D'abord, nous remarquons que pour les petites collections, la disposition spatiale n'a pas réellement d'influence sur les performances. Par contre, à partir de 5 éléments, la disposition est ligne est celle qui engendre le moins d'erreurs.

D'un point de vue qualitatif, Potter et Levy ont noté que les erreurs les plus fréquentes étaient des erreurs de double pointage.

Mc Shane (1991) a confirmé ces résultats par une nouvelle expérience. Il a présenté aux enfants des collections disposées de manière linéaire et de manière aléatoire. Il a également conclu que les dispositions aléatoires augmentaient le nombre d'erreurs de correspondance pointage-objet.

En 1966, Beckwith et Restle avait déjà mis en évidence l'importance du paramètre spatial pour le pointage. Et ils ont même expliqué les raisons : « *Le pointage sera simplifié lorsque la collection sera présentée en ligne. D'abord parce que le déplacement s'effectue linéairement, le plus souvent de gauche à droite. Puis parce que la limite entre les objets déjà comptés et les encore à compter est facilement repérable par la position du doigt ou du*

²⁸ « L'enfant et le nombre » M. Fayol, 1990, chapitre 3

regard. Pour les dispositions aléatoires la tâche de pointage devient plus complexe. Effectivement, le sujet doit concevoir et planifier le déplacement qu'il veut effectuer à travers la collection. Si rien ne permet au sujet de distinguer l'ensemble des déjà-comptés avec celui des encore à compter alors celui-ci devra se construire une représentation de la collection et des indices permettant de ne pas confondre les deux ensembles. »²⁹

Shannon parle aussi de l'importance du contrôle pour un pointage réussi. Il a montré dans ces expérimentations (1978)³⁰ que plus la disposition spatiale facilitait le contrôle (en l'occurrence dans une collection de jetons alignés) et plus la mise en œuvre du pointage était aisée.

Une des explications à la facilitation de la disposition en ligne se situe à un niveau cognitif. Le rôle de la mémoire est primordial car elle permet d'organiser la progression du pointage dans le temps. Or, les capacités de mémorisation des jeunes enfants s'élaborent progressivement entre 2 et 5 ans.

D'autres auteurs ont avancé une hypothèse visuelle pour expliquer cette différence : Newman, Friedman et Gockley (1987) pensent « *que les dispositions spatiales régulières permettraient un scanning visuel systématique de la collection et diminueraient le risque d'erreurs.* »³¹

Pour aller au-delà du pointage, Beckwith et Restle (1966) ont montré aussi que le temps de dénombrement était augmenté en fonction de la disposition spatiale des objets. Plus précisément, ils ont remarqué que les temps de dénombrement étaient plus longs dans les dispositions aléatoires que dans les dispositions en configurations géométriques chez les enfants de 7 à 10 ans. Mais aussi que le nombre d'erreurs était plus important pour les dispositions aléatoires.

D'autres études ont évalué les performances des adultes dans de telles situations et les conclusions ont été similaires : ce sont toujours les dispositions aléatoires qui allongent la durée du dénombrement.

²⁹ « Rééducation orthophonique : les activités logico-mathématiques », n°199, 1999

³⁰ « Rééducation orthophonique : les activités logico-mathématiques », n°199, 1999

³¹ « Rééducation orthophonique : les activités logico-mathématiques », n°199, 1999

d) La possibilité de toucher les éléments

Le dernier aspect perceptif étudié concerne le toucher mis en avant par Gelman et Meck (1983)³². Ces derniers ont fait l'hypothèse que les performances en pointage devaient diminuer si les enfants ne pouvaient pas toucher les objets et donc sous-entendu qu'ils ne pouvaient pas faire nettement la distinction entre les éléments comptés et ceux qui n'ont pas encore été comptés. Après expérience, ils concluent que l'impossibilité de toucher les éléments s'accompagne d'une baisse des résultats en dénombrement pour des enfants de 3 et 4 ans.

Tous ces facteurs (taille, disposition, formes, couleurs, toucher), qui influent sur les performances en pointage, auront certainement des conséquences sur le dénombrement.

3 – Les stratégies de pointage

Les stratégies de pointage seront également très variables. Elles vont dépendre de l'âge du sujet bien évidemment mais aussi des différents paramètres de présentation des éléments vus précédemment.

Shannon (1978)³³ a identifié trois stratégies de pointage :

- proximale : de proche en proche
- périphérique : éléments du pourtour traités en premier
- linéaire : tâche d'organisation en fonction des rangées et colonnes

Il précise que les stratégies utilisées seront variables selon l'âge de l'enfant et la taille de la collection. C'est-à-dire que pour un même enfant la stratégie pourra être différente en fonction du nombre d'éléments à dénombrer.

³² « *L'enfant et le nombre* » M. Fayol, 1990, chapitre 3

³³ « *L'enfant et le nombre* » M. Fayol, 1990, chapitre 3

L'activité de pointage poserait plus de problème aux jeunes enfants car elle impliquerait une importante charge en mémoire de travail étant donné qu'ils n'ont pas encore développé de stratégies permettant de soutenir leur mémoire.

Deux stratégies ont été décrites chez les enfants (Beckwith et Restle, 1966)³⁴ :

La première consiste à considérer la collection comme un ensemble unique et à adopter un plan global permettant de prendre en compte tous les objets. Le sujet se donne alors un point de départ et planifie son trajet de façon à déterminer le dernier objet qu'il doit compter (la « stop rule » de Gelman et Gallistel, 1978).

Dans des configurations géométriques, cette stratégie sera facile à mettre en place. Par exemple, pour une disposition en cercle, le sujet commence par l'objet en haut à gauche et se déplace dans le sens des aiguilles d'une montre. Ou pour une disposition en rectangle, le sujet peut compter une ligne après l'autre, ou une colonne après l'autre, toujours en planifiant son trajet par exemple de haut en bas et de gauche à droite.

La seconde stratégie est nettement plus coûteuse car le sujet ne prend plus en compte l'ensemble de la collection mais chaque objet indépendamment. Il mémorise alors chaque objet pointé grâce à une caractéristique distinctive comme sa position, sa forme ou sa couleur. Dans cette stratégie, le sujet n'a pas besoin de planifier son trajet et peut choisir alors un objet au hasard, le pointer s'il est nouveau et s'arrêter lorsqu'il n'y a plus d'objets nouveaux. Cette stratégie devient compliquée à mettre en place quand les objets de la collection sont homogènes. Le sujet ne pourra alors utiliser que la position pour distinguer les objets entre eux.

Beckwith et Restle (1966) disent que « *le pointage nécessite un contrôle perceptif et une discrimination en continu des objets comptés par rapport à ceux qui ne l'ont pas encore été.* »

³⁴ « Rééducation orthophonique : les activités logico-mathématiques », n°199, 1999

Potter et Levy (1968) ont montré aussi que la disposition des objets avait une influence sur la précision du pointage. Cependant, ils ont trouvé des résultats qui s'opposaient à ceux de Beckwith et Restle dans leur étude de 1966.

En effet, les enfants de 3-4 ans réussissaient mieux à dénombrer les collections avec une disposition aléatoire qu'avec une disposition rectangulaire. Ceci s'explique par la stratégie utilisée par l'enfant. Il est plus facile d'utiliser la stratégie de planification d'un trajet dans les collections à disposition géométrique (comme ici le rectangle) et, au contraire, plus facile d'utiliser la stratégie de distinction dans une disposition aléatoire.

Nous pouvons en conclure que les jeunes enfants n'ont pas encore développé des stratégies spatiales qui leur permettraient de mieux traiter les dispositions ordonnées. Effectivement, Potter et Levy ont remarqué que le seul principe spatial qu'ils utilisaient était de débiter par l'objet se trouvant dans l'angle le plus proche de leur main.

En conclusion, les stratégies de pointage utilisées diffèrent selon les paramètres des éléments de la collection et de l'âge du sujet ou plus précisément du développement de ses fonctions cognitives, car le pointage fait intervenir la mémoire de travail, l'attention, et la planification.

D - Coordination de l'énumération et du pointage : le dénombrement

Après avoir détaillé les deux grandes composantes du dénombrement, nous pouvons à présent analyser ce processus de quantification, sujet de notre étude.

Nous savons que la mise en œuvre du dénombrement nécessite la coordination fine entre une activité verbale (l'énonciation de la suite numérique) et une activité motrice (le pointage) qui vise à assurer, par une planification et/ou un contrôle, que tous les éléments de l'ensemble à dénombrer ont été pointés, chacun une fois et une seule.

Le dénombrement représente donc une tâche complexe qui combine deux activités réalisables indépendamment l'une de l'autre.

Claire Meljac traduit cette difficulté de la manière suivante : « *Débiter une comptine ne demande que la fixation d'une suite de sons organisés dans un certain ordre temporel, tâche purement figurative dont l'enfant est vite capable en période féconde d'organisation du langage. Dès qu'il s'agit d'effectuer, ne serait-ce qu'un simple dénombrement exigeant synchronisation et bijection, le savoir purement imitatif ne suffit plus : l'organisation très complexe de l'action en jeu dans le dénombrement (récitation et en même temps ordre du trajet parcouru, vicariance des éléments, simultanéité du geste et de l'énonciation) se situe bien au-delà des possibilités du jeune enfant.* »³⁵

Cette activité de dénombrement engage donc une certaine charge cognitive que nous tenterons de définir.

1 – Charge cognitive du dénombrement

Selon Fayol (1990), le dénombrement est une habilité cognitive précoce. Il s'agit d'une habilité car il nécessite la coordination d'activités visuelles (contrôle oculaire), d'activités manuelles (le pointage) et verbales (énumération de la chaîne numérique verbale).

a) La mémoire

D'après le modèle de mémoire de travail de Baddeley, la boucle phonologique et le calepin visuo-spatial seraient activés au cours du dénombrement pour manipuler les informations phonologiques et spatiales. La coordination serait prise en charge par le processeur central, ce qui entraînerait un coût cognitif supplémentaire s'ajoutant à celui du pointage et de l'énonciation.

Par conséquent, si cette dernière hypothèse se vérifie, alors :

1. Le temps de dénombrement devrait être supérieur au temps de mise en œuvre de la plus lente des deux habiletés qui compose le dénombrement (le pointage et l'énonciation).

³⁵ « *Décrire, agir, compter* » C. Meljac, 1979

2. Le nombre d'erreurs en dénombrement devrait être supérieur au nombre que l'on pourrait attendre compte tenu du nombre d'erreurs commises en pointage et lors de l'énonciation.

Cette hypothèse n'est jamais vérifiée chez des enfants âgés de 6, 8 et 10 ans ainsi que chez des adultes.³⁶

Camos, Barouillet et Fayol (2001) ont étudié le coût cognitif de l'activité de dénombrement. Contrairement à ce qu'on pourrait attendre, le temps de dénombrement est plus rapide que la plus lente de ses 2 composantes (énonciation des nombres et pointage). Le dénombrement ne serait donc pas composé de deux activités autonomes. Le pointage influencerait sur le comptage, et réciproquement.

D'après les travaux de Ashcraft³⁷ sur les compétences en arithmétique, l'administrateur central serait impliqué dans la récupération des connaissances, des procédures et des stratégies ainsi que dans le maintien d'une trace mnésique des étapes. La boucle phonologique maintiendrait les valeurs intermédiaires (lors d'un calcul) et le calepin visuo-spatial maintiendrait les informations spatiales (position des chiffres...)

On pourrait imaginer appliquer cette conception à l'activité de dénombrement : l'administrateur central irait récupérer la chaîne numérique connue (il existerait une représentation phonologique de la chaîne numérique verbal en mémoire à long terme³⁸) et les stratégies à mettre en place pour effectuer cette quantification précise. Le calepin visuo-spatial aurait pour fonction de considérer les indices spatiaux dans certaines situations (dénombrement d'objets, d'images). Enfin, la boucle phonologique permettrait le maintien temporaire du dernier mot-nombre prononcé. Les individus utiliseraient cette représentation à court-terme du dernier mot-nombre produit pour générer le mot-nombre suivant.

Par ailleurs, l'activité motrice facilite l'activité verbale puisque la production simultanée du pointage améliore les performances en récitation de la chaîne numérique. Alibali et DiRusso (1999)³⁹ expliquent que « *le geste permet d'alléger la mémoire de travail et par*

³⁶ « *La dyscalculie, trouble du développement numérique de l'enfant.* » sous la direction de M.P. Noël., 2005

³⁷ « *Le développement des activités numériques chez l'enfant* » sous la direction de Bideaud J., Lehalle H, chapitre 7

³⁸ « *Rééducation orthophonique : les activités logico-mathématiques* », n°199, 1999

³⁹ « *La dyscalculie, trouble du développement numérique de l'enfant.* » sous la direction de M.P. Noël., 2005

conséquent de libérer des ressources cognitives en les rendant disponible pour d'autres traitements tels que la récitation de la chaîne numérique ou la coordination entre les mots-nombres et les cibles ».

Par ailleurs, selon Camos, les différences de performances en dénombrement entre les enfants et les adultes ne s'expliquent pas par une diminution du coût de l'activité au fur et à mesure du développement. Le processus de coordination aurait un coût cognitif négligeable.

En revanche, l'utilisation de stratégies de plus en plus complexes témoigne du rôle majeur des « ressources cognitives » (augmentation ou meilleur fonctionnement de la mémoire de travail, inhibition d'information non-pertinente, une meilleure gestion des ressources entre le traitement des informations et le stockage en mémoire de travail...) ⁴⁰ sur le développement du dénombrement.

Un jeune enfant de 5 ans utilisera uniquement la stratégie primitive du dénombrement « un par un ». En effet, ses capacités cognitives ne lui permettent pas de mettre en œuvre une stratégie plus élaborée comme le dénombrement « n par n » ou encore par « addition » ou par « multiplication ».

Selon Lépine (2003), l'empan de mémoire de travail serait corrélé aux performances en dénombrement. Ainsi un enfant ayant une forte capacité de mémoire de travail serait plus rapide pour dénombrer qu'un enfant ayant une faible capacité de mémoire de travail.

b) Les fonctions exécutives

D'autres fonctions exécutives doivent également jouer un rôle dans l'activité de dénombrement. La composante attentionnelle, notamment, n'est pas à négliger : l'enfant doit en effet faire preuve d'une attention soutenue et continue, du premier élément pointé au dernier, pour obtenir le cardinal exact de la collection.

Par ailleurs, ce type d'activité nécessite souvent une planification. Cette organisation dépendra de la nature des éléments à dénombrer ainsi que de leur présentation.

⁴⁰ « *Le développement des activités numériques chez l'enfant* » sous la direction de Bideaud J., Lehalle H., chapitre 7

La disposition linéaire d'objets facilitera l'organisation du pointage alors qu'une disposition aléatoire demandera une anticipation et une réflexion de la part de l'enfant pour être sûr de pointer tous les éléments une fois et une seule fois seulement.

Les caractéristiques des éléments à dénombrer peuvent également avoir une incidence sur les moyens mis en œuvre par l'enfant. En effet, on n'utilisera pas les mêmes procédés pour trouver le cardinal d'une collection d'objets ou d'un ensemble d'événements.

Dans les collections, les éléments à dénombrer restent visibles du début à la fin (l'organisation sera d'ordre spatial). En revanche, face à un ensemble d'événements, les éléments sont détectables à un instant T puis disparaissent pour laisser place à un nouvel élément (l'enfant associe un mot nombre à chaque élément perçu. Les mots nombres produits constituent ainsi des traces qui rappellent chaque événement temporel).

2 – Les stratégies de dénombrement

L'enfant développe progressivement différentes stratégies de dénombrement dans le but d'aller de plus en plus vite.

Quatre stratégies ont été développées par Camos⁴¹ :

- « un par un » : le sujet compte normalement en respectant la suite numérique de un en un
- « n par n » : le sujet ne compte plus de un en un mais par exemple de 2 en 2 ou de 5 en 5.
- La stratégie d'addition : le sujet dénombre des petits groupes et il additionne ensuite le cardinal de chaque groupe.
- La stratégie de multiplication : le sujet forme aussi des petits groupes mais de même taille et ensuite multiplie leur taille par le nombre de groupes

80 à 90% des jeunes enfants de 5 à 9 ans utilisent la stratégie du « un par un ». Puis progressivement, ils découvrent les autres stratégies plus efficaces et plus rapides. A partir de 11 ans, c'est la stratégie « n par n » qui domine les autres et ceci jusqu'à l'âge adulte.

⁴¹ « *La dyscalculie, trouble du développement numérique de l'enfant* » sous la direction de M.P. Noël, 2005

3 – Pathologies et dénombrement

a) Troubles du langage

D'après une étude de Camos⁴² (1998), les troubles dysphasiques n'affecteraient pas les connaissances conceptuelles relatives au dénombrement.

Face à une épreuve de jugement de l'activité de dénombrement d'une poupée, les enfants dysphasiques testés n'étaient pas en difficulté malgré une énonciation de la suite numérique verbale plus restreinte.

De la même manière, Fazio (1994) conclut que des enfants présentant des troubles spécifiques du langage possèdent par ailleurs des représentations conceptuelles du dénombrement de bonne qualité.

Par conséquent, un trouble langagier ne semble pas affecter l'activité de dénombrement. Tout au plus, on relève un retard transitoire dans sa maîtrise.

b) Troubles moteurs

Malgré des performances inférieures en dénombrement, les enfants dyspraxiques (qui ont des difficultés à exécuter un geste orienté vers un but) ou IMC (qui ont une motricité affectée) connaissent les principes sous-tendant le dénombrement.

Par conséquent, la mise en place des compétences en dénombrement n'est pas influencée par le geste « pointage », perturbé chez ces enfants⁴³.

Par ailleurs, le retard observé dans l'élaboration des stratégies d'exploration (utilisation prolongée de la stratégie proximale) et des stratégies de dénombrement (utilisation prolongée de la stratégie de base un par un) peut s'expliquer par les troubles oculomoteurs et les difficultés d'exploration spatiale fréquents chez ces enfants.

⁴² « *La dyscalculie, trouble du développement numérique de l'enfant.* » sous la direction de M.P. Noël, 2005

⁴³ « *La dyscalculie, trouble du développement numérique de l'enfant* » sous la direction de M.P. Noël, 2005

L'étude menée par Sandrine ARP et Jacqueline Fagard a montré que les enfants IMC utilisaient massivement le pointage malgré leur difficulté. Elles ont même remarqué qu'ils avaient plus tendance à l'utiliser que les enfants normaux. D'après elles, « *ce pointage semble être une tentative, malheureusement vaine de pallier leurs troubles visuo-spatiaux et oculomoteurs qui les empêchent d'accéder au pointage visuel* ».

4 – Les types d'erreurs rencontrées dans une activité de dénombrement

Pour Gelman et Gallistel⁴⁴ (1978), la difficulté principale consiste à faire correspondre exactement l'étiquetage des objets (un mot-nombre à chaque objet) et leur séparation (distinguer ceux qui ont été comptés et ceux qui restent à compter).

D'après Fuson⁴⁵ (1988) il s'agirait d'une difficulté de mise en place d'une « correspondance spatio-temporelle ». Le dénombrement serait une procédure où le déroulement de la chaîne numérique contraint temporellement le déroulement du pointage (activité spatiale).

Parmi les erreurs relevées chez les enfants en situation de dénombrement, on distingue :

- Des erreurs dans l'énumération de la suite numérique verbale (erreurs dans l'énonciation des noms de nombre)
- Des erreurs dans le pointage des éléments (oubli d'un ou plusieurs éléments ou éléments comptés plus d'une fois). La difficulté consiste à garder une trace mentale du parcours utilisé lors du pointage et ainsi distinguer les éléments déjà comptés des éléments restant à dénombrer.
- Une mauvaise coordination entre le pointage des éléments et l'énumération de la chaîne numérique (énonciation d'un mot-nombre sans pointage d'objet associé)

⁴⁴ « Rééducation orthophonique : les activités logico-mathématiques », n°199, 1999

⁴⁵ « La dyscalculie, trouble du développement numérique de l'enfant » sous la direction de M.P. Noël, 2005

5 – L’enseignement du dénombrement à l’école maternelle

L’éducation nationale a depuis longtemps mis en place des programmes précis concernant l’enseignement des mathématiques dans les classes de maternelle. En s’appuyant sur les recherches effectuées dans les sciences cognitives, les compétences des enfants de maternelle ont été répertoriées en établissant les notions à acquérir dans chaque section. Les enfants apprennent petit à petit à manipuler les nombres et à comprendre leur utilité dans des situations de jeux, sous forme de saynètes, dans des rituels de la vie de classe (compter les absents, le goûter, faire de la cuisine...) ou dans des activités plus scolaires. Au total, huit compétences⁴⁶ doivent être acquises à la fin de l’école maternelle :

- 1) Comparer des quantités en utilisant des procédures non numériques ou numériques
- 2) Réaliser une collection qui comporte la même quantité d’objets qu’une autre collection (visible ou non, proche ou éloignée) en utilisant des procédures non numériques ou numériques, oralement ou avec l’aide de l’écrit
- 3) Résoudre des problèmes portant sur les quantités en utilisant les nombres connus
- 4) Reconnaître globalement et exprimer de très petites quantités
- 5) Reconnaître globalement et exprimer des petites quantités organisées en configurations connues (doigts de la main et constellations du dé)
- 6) Connaître la comptine numérique orale au moins jusqu’à trente
- 7) Dénombrer une quantité en utilisant la suite orale des nombres connus
- 8) Associer le nom des nombres connus avec leur écriture chiffrée en se référant à une bande numérique

Intéressons-nous maintenant à la progression de l’enseignement des mathématiques à travers les trois années de classe de maternelle. Nous ne décrirons pas toutes les notions abordées mais seulement celles qui nous concerne à savoir le comptage et le dénombrement.

⁴⁶ « *Qu’apprend-on à l’école maternelle ?* » les programmes 2003-2004 de l’Education Nationale

a) Compétences visées en petite section

En petite section, les enfants doivent savoir compter jusqu'à environ 10 en fin d'année. L'enseignant répète tout au long de l'année cette comptine à travers des activités comme le comptage des enfants présents, des comptines ou l'utilisation de livres à compter. Progressivement, il sollicite les enfants pour qu'ils comptent seuls.

Les programmes proposent les constellations comme première représentation des nombres : les points des dominos et les doigts de la main. L'utilisation des doigts est très vite encouragée.

La construction du sens de la correspondance terme à terme est travaillée dès cette première année de maternelle. Les activités sont nombreuses: distribution, appariement d'objets, comparaison de quantités, prendre autant d'objets que de doigts ou que de points sur le dé...

Le dénombrement n'est pas encore véritablement abordé, mais la notion de quantité commence à être travaillée à partir de petites collections. Il s'agira soit de comptage un à un soit de reconnaissance perceptive directe. La conception de quantité est également évoquée dans des activités langagières de pareil/pas pareil et de beaucoup/pas beaucoup.

b) Compétences visées en moyenne section

En moyenne section, l'apprentissage de la chaîne numérique verbale s'étend jusqu'à 19. Les comptines et les livres à compter permettent de renforcer la mémorisation. Les programmes mettent en avant la construction du dénombrement.

Les activités deviennent plus abstraites : on ne dénombre plus les enfants mais on dénombre les étiquettes avec les prénoms. L'enseignant propose des situations de dénombrement avec la possibilité de déplacer les objets ou d'effectuer un marquage entre les « déjà comptés » et les « encore à comptés ». L'enfant apprend ainsi à organiser son dénombrement. Les collections proposées sont de plus en plus importantes. Par ailleurs, l'enfant doit pouvoir construire une collection semblable à une autre, située à distance de la première. Les constellations accompagnent toujours l'ensemble des activités de quantification.

c) Compétences visées en grande section

Enfin en grande section, la suite doit être maîtrisée jusqu'à environ 30 sachant que certains enfants iront bien plus loin. L'enseignant doit favoriser des situations pour que l'enfant ait recours spontanément au dénombrement. Les activités de dénombrement se multiplient et se diversifient. L'évolution s'effectue au niveau des collections à dénombrer : tout d'abord des collections mobiles, puis des collections fixes où un pointage est possible et enfin des collections représentées.

Ces objectifs visent les apprentissages du cours préparatoire. L'enfant commence à utiliser le surcomptage, qui introduit le statut cardinal du nombre. De plus, ces activités mettent en place une première approche des situations additives.

En conclusion, l'enseignement des mathématiques en maternelle est progressif sur les trois années. Les programmes préconisent dans un premier temps un apprentissage de la comptine numérique par des répétitions à l'aide de plusieurs outils (comptines, livres...), puis dans un deuxième temps de s'appuyer sur cet apprentissage pour aborder l'activité de dénombrement.

La majorité des enseignants suivent cette évolution du comptage-numérotage vers le dénombrement. D'autres ne partagent pas ce point de vue et préfèrent adopter l'apprentissage prôné par Rémi Brissiaud, qui conseille d'aborder rapidement la notion de quantité à l'aide des collections-témoins de doigts et seulement ensuite de développer les compétences en comptage.

E – Conclusion

Dans la littérature, les processus de quantification sont largement étudiés mais les recherches se limitent essentiellement au dénombrement de collections d'objets

Nous relevons tout de même un ensemble d'expériences, réalisées par Descoeurde en 1921, qui tentent de proposer aux enfants des situations de dénombrement d'objets mais aussi de dénombrement d'événements auditifs.

Tableau 1.2 : Nombres maîtrisés par 75% des enfants en fonction des âges et des types de tâches (d'après Descoedre, ibid.)

TYPES DE TACHES	AGES							
	2½	3	3½	4	4½	5	5½	6
-Reproduire un nombre donné d'objets	1	-	3	-	-	4	-	-
-Montrer autant de doigts que d'objets	-	1-2	-	3	-	4	-	-
-Montrer autant d'objets que de doigts	-	1-2	-	-	3	4	-	-
-Imiter un nombre de coups frappés	-	-	1	-	2	-	3	-
-Dire combien on a entendu de coups	-	-	-	-	1-2	3	-	4
-Donner un certain nombre d'objets à 1,2, 3 personnes	1	2	-	-	3	-	-	4 à 10
-Dénombrer avec les doigts	-	-	-	-	2 à 6	7 à 10	-	-

Ce dernier type de dénombrement nous semble peu approfondi et pourtant très intéressant. En effet, nous observons dans le tableau que les performances des enfants varient en fonction de la nature des éléments à dénombrer. On constate notamment une différence entre « coups frappés » et « objets ».

Précédemment, nous avons détaillé les notions théoriques concernant d'une part la chaîne numérique verbale et d'autre part le pointage. Puis, nous avons évoqué l'implication de la charge cognitive dans la coordination de ces deux activités.

Nous nous demandons alors si certaines situations favoriseraient l'activité de dénombrement. De plus, analyser le dénombrement sous des angles nouveaux permettra peut-être de mieux comprendre l'évolution de ce processus de quantification et d'enrichir les connaissances sur ses deux composantes.

Aussi nous souhaitons poursuivre cette recherche du fonctionnement des enfants dans différentes activités de dénombrement.

II - Démarche expérimentale

A - Hypothèses et problématique

Compter 5 jetons, 5 éléphants dessinés sur un bout de papier, dénombrer 5 chaussures dans une vitrine, sauter 5 fois dans un cerceau ou encore frapper 5 fois sur un tambour.....autant de situations qui impliquent une seule et même activité : le dénombrement !

Mais la performance des enfants en dénombrement est-elle équivalente dans toutes ces situations ?

Pour tenter de répondre à cette question, nous avançons les hypothèses suivantes :

- **La performance des enfants varie en fonction de la tâche proposée.**

- D'après Fuson, les erreurs commises par les enfants sont dues à une mauvaise coordination spatio-temporelle. La difficulté résiderait dans la correspondance entre l'énonciation de la chaîne numérique et le pointage des objets d'une collection. **Dénombrer des événements, activité purement temporelle, serait alors plus simple que de dénombrer des éléments d'une collection d'objets**, où le paramètre spatial viendrait compliquer la situation.
- **Cette sensibilité au type de tâches s'accompagne d'une grande variabilité intra et interindividuelle.**

Est-ce qu'il existe des conditions plus favorables à l'activité de dénombrement ? Est-ce valable pour tous les enfants observés ou peut-on observer des disparités entre eux et comment les expliquer ?

Nous avons vu dans la partie théorique que le pointage déchargeait l'enfant sur le plan cognitif. L'enfant est-t-il donc plus performant dans les situations de dénombrement où il peut utiliser le pointage ? Quelles stratégies utilise-t-il dans les situations où le pointage est impossible ? Les stratégies sont-elles identiques à chaque niveau d'âge ?

L'enfant change-t-il de stratégies en grandissant ? Existe-t-il un lien entre les performances et les stratégies utilisées ?

Ces nombreuses questions nous guideront dans l'élaboration des épreuves. Nous tenterons d'y apporter un maximum de réponses lors de l'interprétation des résultats.

B - Description des activités proposées

Nous avons élaboré des activités qui placent les enfants en situation de dénombrement. Ces activités diffèrent par la nature des choses à dénombrer. L'enfant doit déterminer le cardinal d'une collection d'objets mais aussi d'un ensemble d'événements (sonores, kinesthésiques, ou encore visuels).

Les épreuves choisies font appel à des situations familières pour l'enfant. Il a pu y être confronté dans la vie de tous les jours ou avoir observé un adulte dans une situation similaire. Pour proposer des activités différentes de dénombrement, nous constituons deux groupes d'épreuves.

D'une part, les épreuves de dénombrements d'objets, d'autre part les épreuves de dénombrements d'éléments temporels. Puis, à l'intérieur de chaque groupe, nous faisons varier la nature des éléments à dénombrer. Ainsi, nous pouvons étudier les stratégies déployées dans chaque type d'activité et éventuellement constater des différences de performances.

Pour comparer les résultats de chaque épreuve, nous égalisons au maximum les paramètres entre toutes les activités pour ne faire varier que la nature des éléments à dénombrer et le mode de présentation. En faisant varier plus de paramètres, les épreuves seraient en effet trop différentes les unes des autres et l'analyse quantitative des résultats en serait faussée.

1 - Le comptage

Dans cette première épreuve, nous demandons à l'enfant de réciter la chaîne numérique verbale à deux reprises.

Le but de cette épreuve est de connaître la partie stable et conventionnelle de la chaîne numérique (cf. les niveaux élaborés par Fuson) qui déterminera le seuil maximal atteint. Avec l'ensemble des résultats, nous pourrons alors établir la moyenne des enfants de maternelle des classes testées et ainsi situer chaque enfant.

Cette épreuve nous permet également d'observer la différence entre les capacités de comptage et les compétences en dénombrement, et d'évaluer l'importance de cet écart. Le dénombrement étant une activité plus coûteuse au niveau cognitif, des erreurs dans la chaîne

peuvent survenir lors des épreuves de dénombrement alors que le niveau d'élaboration de la chaîne sera bien plus élevé en simple récitation.

Pour la première récitation, l'examineur demande à l'enfant : « *Tu peux compter le plus loin possible que tu peux.* » Puis lors de la deuxième récitation, l'examineur, tout en félicitant l'enfant de son premier essai, dit : « *Ohlala c'est bien ! Tu veux bien recommencer encore une fois ?* » .

Dans la grille d'évaluation, toutes les productions de l'enfant sont notées. Nous pourrions ensuite déterminer le seuil à partir des deux essais. Le seuil étant le plus grand nombre atteint par l'enfant dans la partie conventionnelle et stable de sa suite numérique verbale. C'est-à-dire, toute la partie acceptée socialement et reproduite lors des deux récitations. L'ordre conventionnel et la stabilité sont les deux critères importants à prendre en compte pour situer le niveau d'élaboration de la chaîne numérique de l'enfant.

Les types d'erreurs rencontrées sont donc de deux ordres :

- Erreurs conventionnelles :

- Des productions autres que des noms de nombre. Celles-ci sont intéressantes à noter pour savoir si l'enfant distingue bien les noms de nombres des autres mots.
- Un nom de nombre est omis, ajouté ou substitué.

- Erreurs de stabilité :

Aux deux essais, l'enfant peut produire deux chaînes numériques conventionnelles mais différentes. C'est-à-dire qu'au premier essai il peut aller plus loin qu'au deuxième essai ou inversement. Prenons un exemple :

Premier essai : 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-17-23-19-16

Deuxième essai : 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-17-15-14-22

Dans cet exemple, l'enfant obtient pour le premier essai une chaîne conventionnelle de 1 à 14 et pour le deuxième essai : 1 à 11 seulement. Nous pouvons donc dire que la partie du premier essai « 12-13-14 », pourtant conventionnelle, n'est pas stable puisque l'enfant ne la reproduit pas lors du deuxième essai. Par conséquent, on exclura cette partie conventionnelle et instable pour établir le niveau d'élaboration de la chaîne numérique de chaque enfant. D'où l'importance de demander deux récitations à l'enfant.

Nous ne tenons bien entendu pas compte des troubles d'articulation et de parole éventuels. Si le nom de nombre est reconnaissable malgré la déformation phonétique, nous considérons qu'il est connu par l'enfant. En revanche, si le nom de nombre n'est vraiment pas identifiable, nous pensons que l'enfant ne connaît pas encore ce nom de nombre. Du point de vue de la notation, ce mot nombre devient alors non conventionnel.

Dans le cas où l'enfant, par intimidation ou refus ne veut pas compter, une aide lui sera fournie. L'examineur commence à réciter la comptine en marquant entre chaque nombre un temps de latence pour inciter l'enfant à reprendre derrière lui. Si l'enfant se met à réciter, l'examineur le laisse continuer seul. L'observateur ne fournit qu'une aide verbale à l'enfant et pas d'aide visuelle comme par exemple compter sur les doigts.

L'aide se limitera aux trois premiers chiffres. Si l'enfant n'est toujours pas coopérant, l'examineur peut interrompre l'épreuve et la reprendre ultérieurement.

Cette aide n'est valable que pour le premier essai. Lors du second essai, l'enfant doit être capable d'initier seul la récitation. Au niveau de l'évaluation, l'aide fournie à l'enfant est indiquée.

Dans tous les autres cas, l'examineur ne peut pas aider l'enfant même sur demande. L'intérêt de cette épreuve étant d'évaluer les capacités de l'enfant sans intervention de l'adulte.

2 – Le dénombrement spontané

La deuxième situation a pour but de savoir si les enfants entrent spontanément, sans sollicitation extérieure, dans une activité de dénombrement.

Pour cela, l'observateur utilise une feuille et un crayon qu'il installe sur la table en présence de l'enfant. Tout en lui expliquant qu'ils vont faire quelque chose ensemble, l'observateur dessine des croix de manière aléatoire sur la feuille sans donner d'explications à l'enfant.

Le nombre de croix varie en fonction de l'âge de l'enfant :

- 5 croix pour les enfants de petite section

- 9 croix pour les enfants de moyenne section
- 17 croix pour les enfants de grande section

L'exactitude du dénombrement n'est que secondaire dans cette activité mais l'observateur relèvera quand même les productions de l'enfant.

L'observateur doit donc dans un premier temps inviter l'enfant à faire quelque chose avec lui mais sans l'amener explicitement à compter les croix dessinées devant ses yeux.

Puis, si l'enfant n'entre pas de lui-même dans une activité de dénombrement, l'adulte peut alors lui poser la question suivante: « tu sais combien il y a de croix sur la feuille? »

L'observateur devra essentiellement noter le comportement de l'enfant :

- Compte-t-il spontanément les croix dessinées sous ses yeux ?
- Une sollicitation de l'adulte est-elle nécessaire pour qu'il se mette à les compter ?
- Peut-il répondre directement à la question posée ? Ceci induirait un dénombrement « invisible » pendant le tracé des croix.
- Quelle réaction montre l'enfant dans une telle situation ?

3 – Le dénombrement de collections

L'observateur propose ensuite à l'enfant de dénombrer des éléments identiques au sein d'une collection d'objets ou d'images.

- Dans un premier temps, l'observateur présente à l'enfant des jetons tous identiques et alignés. L'enfant ne découvre ces objets qu'une fois installés en ligne et ne voit pas l'observateur en train de les placer. La manipulation de ces objets par l'enfant est possible.
- L'observateur propose ensuite à l'enfant des planches d'images à dénombrer. Les images représentent des animaux. Sur chaque planche, l'enfant découvre un

animal dupliqué un certain nombre de fois. Les éléments à dénombrer sont disposés linéairement sur chaque planche. Les enfants peuvent utiliser le pointage manuel pour dénombrer ces images car les planches sont posées sur la table devant eux.

- Enfin, à partir du même type de planches, l'enfant tente de dénombrer les animaux dessinés mais cette fois uniquement à l'aide d'un pointage visuel. Les planches sont donc tenues à distance des enfants par l'observateur.

En tenant compte des études déjà réalisées, nous choisissons de toujours proposer aux enfants des éléments disposés en ligne car cette configuration spatiale donne les meilleures performances en dénombrement. Nous ne faisons donc pas varier le paramètre « disposition spatiale ».

De la même manière, pour comparer les résultats des différentes activités, nous choisissons de ne pas faire intervenir les caractéristiques physiques des éléments. C'est pourquoi ces derniers sont tous semblables au sein d'une collection.

Il en est de même pour les éléments visuels, kinesthésiques ou sonores que l'enfant aura à dénombrer dans les situations suivantes. Ainsi le paramètre « perception » n'entrera pas en compte dans notre future analyse des résultats obtenus dans chaque situation.

En revanche, nous faisons varier les paramètres « taille de la collection » et « type de pointage » :

- L'observateur présente plusieurs quantités de jetons (puis de dessins) à chaque enfant de manière à déterminer son seuil de réussite mais surtout il tâche de relever les stratégies mises en place et les types d'erreurs rencontrées (erreur au niveau de la chaîne numérique ? Erreur au niveau du pointage ? Erreur au niveau de la coordination « chaîne numérique et pointage » ?)

La première quantité proposée aux enfants de petite section sera : 3

La première quantité proposée aux enfants de moyenne section sera : 6

La première quantité proposée aux enfants de grande section sera : 9

Nous avons choisi ces quantités car elles correspondent aux moyennes de chaque tranche d'âge dans la littérature. Cependant si les capacités de l'enfant se révèlent nettement supérieures ou inférieures aux épreuves de comptage et à l'épreuve des croix, l'expérimentateur peut adapter les quantités proposées.

Puis en fonction des productions de l'enfant, l'observateur présente une quantité supérieure (en cas de dénombrement correct) ou une quantité inférieure (si le dénombrement est incorrect).

- Dans ces trois activités proposées aux enfants, l'observateur peut mettre en évidence l'utilisation spontanée d'un certain type de pointage. Mais aussi la possibilité ou non de chaque enfant à utiliser un pointage différent quand celui-ci est contraint par la situation.

En effet, en présence des jetons, l'enfant est libre de manipuler les objets, de les pointer manuellement ou visuellement. Il s'organise comme il le souhaite. Avec les planches d'images à portée de main, l'enfant ne peut plus manipuler d'objets mais il peut toujours pointer manuellement les dessins, contrairement à la troisième situation où il est alors obligé d'utiliser un pointage visuel.

Pour amener l'enfant à dénombrer la collection qui lui est proposée, l'observateur pose toujours la même question :

« Tu peux me dire combien il y a de ? ».

Les erreurs rencontrées dans cette épreuve sont de trois types :

- les erreurs de pointage : omission ou double pointage
- les erreurs d'énonciation de chaîne numérique verbale (voir les erreurs dans le comptage)
- les erreurs de coordination : erreur de correspondance entre le nom de nombre et l'objet pointé. L'enfant peut énoncer un nom de nombre entre deux objets ou encore pointer un objet sans donner de nom de nombre, ou énoncer la chaîne numérique sans qu'aucun lien ne soit fait avec les objets.

Par souci pratique, nous choisissons le nombre « 20 » comme seuil maximal. C'est-à-dire que l'examineur ne présente pas plus de 20 jetons à dénombrer et il n'y a pas plus de 20 animaux sur les planches d'images. Nous considérons alors que les enfants qui sont capables de dénombrer cette quantité maximale réalisent une bonne performance dans cette activité et nous ne doutons pas de leur capacité à pouvoir dénombrer beaucoup plus d'éléments. Par ailleurs, nous n'affirmons pas que les erreurs ne sont pas possibles au-delà.

4 - Le dénombrement d'événements visuels

L'épreuve consiste à dénombrer les sauts d'un petit cheval manipulé par l'examineur.

Nous souhaitons avec cette épreuve évaluer la capacité de l'enfant à dénombrer des événements temporels sur un mode purement visuel.

Le cheval exécute donc une série de sauts successifs sans verbalisations ni bruits de l'examineur. Celui-ci fait sauter le cheval de manière aléatoire, ne garde pas de rythme précis pour éviter que l'enfant ne parte dans une activité d'énonciation pure de la chaîne numérique. L'enfant doit garder à l'esprit l'objectif de cette épreuve : dénombrer les sauts du cheval. S'il ne tient pas compte de ce qu'il voit et se contente d'énoncer la chaîne numérique, il n'est pas dans une activité de dénombrement.

A chaque saut doit correspondre un nom de nombre ! Par conséquent, l'examineur doit absolument être rigoureux sur la passation. Il doit faire sauter le cheval à un rythme irrégulier et ne pas s'adapter au rythme d'énonciation de la chaîne numérique de l'enfant. Cependant, il doit impulser un rythme assez lent pour que l'enfant ait la possibilité de suivre.

Nous essayons de proposer les mêmes conditions de passation pour chaque épreuve. C'est pourquoi, nous choisissons une consigne qui se rapproche au maximum de celle de l'épreuve de dénombrement d'objets : « *Regarde j'ai apporté un petit cheval. Il va sauter et toi tu vas compter combien de sauts il fait, d'accord ?* »

Dans cette épreuve, nous cherchons également à déterminer un seuil. Nous proposons donc à l'enfant plusieurs séquences en faisant varier à chaque fois le nombre de sauts du

cheval. Cependant, ce type de passation s'avère impossible pour les enfants qui parviennent à compter très loin. Dans ce cas précis, l'examineur continue à faire sauter le cheval jusqu'à ce que l'enfant commette une erreur. Il détermine ainsi le seuil sans proposer à plusieurs reprises des quantités importantes.

Les erreurs qui peuvent être commises par l'enfant diffèrent de l'épreuve précédente puisque le pointage n'est plus possible :

- Erreur dans l'énonciation de la chaîne numérique verbale
- Mauvaise synchronisation entre l'énonciation de la chaîne numérique et les sauts du cheval. Dans toutes les épreuves de dénombrement d'événements, nous parlerons de « synchronisation » et non de « coordination ». En effet dans ce type d'épreuve, le pointage n'intervient pas. Confronté à des collections d'objets, l'enfant est obligé de coordonner son geste à sa récitation. Mais nous ne retrouvons pas cette coordination dans le dénombrement d'événements.

L'examineur pourra aider de deux manières l'enfant dans cette épreuve. En premier lieu, si l'enfant ne comprend pas la consigne et ne dénombre pas les sauts du cheval, il pourra prendre son temps pour reprendre la consigne.

En deuxième lieu, il pourra lui donner un modèle en comptant le premier saut du cheval et jusqu'à trois sauts maximum. Si l'enfant ne rentre pas dans une activité de dénombrement l'épreuve sera abandonnée.

Enfin, tous les comportements et toutes les stratégies de l'enfant sont relevés dans la grille de passation :

- il réalise comme « un pointage » (avec un doigt, la main, la tête)
- il fait une correspondance terme à terme
- il récite à voix haute ou à voix basse

Bien entendu, nous pourrions rencontrer d'autres stratégies non répertoriées dans cette liste.

5 – Le dénombrement d'événements sonores

Cette nouvelle activité place l'enfant dans un dénombrement d'événements auditifs.

En effet, l'observateur propose à l'enfant de compter des coups de sifflet. L'enfant ne peut s'appuyer que sur l'aspect sonore du coup de sifflet car l'observateur dissimule sa bouche lors de l'émission des sons. Ce dernier tâche également de produire des sons sensiblement identiques entre eux et à intervalles irréguliers, en faisant attention de ne pas se baser sur le rythme d'énonciation de la chaîne numérique de l'enfant.

Avant de commencer l'activité, l'observateur explique à l'enfant qu'il va entendre des coups de sifflet et qu'il doit dire combien il en entend. De la manière suivante:

« Attention, maintenant je vais souffler dans ce sifflet (lui montrer le sifflet). Comme ceci (donner un exemple de coup de sifflet). Je vais me cacher la bouche avec une feuille et je vais encore souffler dans le sifflet, mais plusieurs fois. Tu essaieras de me dire combien de coups de sifflet tu entends, d'accord ? »

L'observateur tiendra compte des performances de l'enfant obtenues dans les activités précédentes et proposera des quantités de coups de sifflet adaptées à ses possibilités, jusqu'à trouver le seuil de réussite de l'enfant.

Les erreurs sont identiques à l'épreuve précédente :

- erreur dans la suite numérique verbale
- erreur de synchronisation : omission, double comptage ou aucune synchronisation possible

Par ailleurs, il devra relever le comportement de l'enfant :

- Sa stratégie de dénombrement est-elle visible ?
- Compte-il à l'aide de ses doigts ?
- A-t-il recours à un geste de la main ? A un mouvement de tête ?
- Dénombre-t-il à voix haute les éléments sonores ?
- Peut-il expliquer sa démarche lorsque celle-ci n'est pas visible ?

6 – Le dénombrement d'événements temporels impliquant le corps

Nous choisissons de faire passer cette épreuve en dernier car elle mobilise tout le corps. Ceci pouvant créer une certaine excitation chez l'enfant, il sera trop difficile de faire rasseoir l'enfant par la suite.

Il s'agit de mettre l'enfant dans une situation de dénombrement d'événements temporels avec implication du corps : l'enfant doit sauter à pieds joints un certain nombre de fois. Cette épreuve est différente des autres : l'enfant est engagé corporellement dans le dénombrement. Tout son corps entre en action. Nous souhaitons observer si cette situation favorise ou non le dénombrement. Ici, l'enfant peut gérer son dénombrement comme il le souhaite. Il peut aller au rythme qu'il veut, il peut s'arrêter et reprendre au bout d'un certain temps. Il n'y a pas de contraintes externes de temps ou de rythme comme dans les épreuves de dénombrement des sauts du cheval ou des coups de sifflets. L'objectif étant d'observer quelle stratégie choisit l'enfant et si la liberté d'organisation facilite le dénombrement.

L'observateur détermine le nombre de sauts que l'enfant doit exécuter. Le premier nombre donné à l'enfant est choisi en fonction des résultats obtenus aux épreuves de dénombrement de collection d'objets. Nous lui proposons ensuite des quantités plus ou moins importantes en fonction de ses réussites, jusqu'à déterminer un seuil.

Cette forme de passation n'est pas toujours réalisable, notamment avec les enfants de grande section qui ont de bonnes performances et qui sont capables de dénombrer en sautant assez loin. Rappelons qu'il s'agit de la dernière activité proposée à l'enfant et qu'elle lui demande un effort physique. Par conséquent, pour ces enfants, nous choisissons de leur demander de sauter en comptant le plus loin qu'ils le peuvent. Nous obtenons ainsi immédiatement le seuil.

La consigne changera donc en fonction de l'enfant. Soit l'examineur demande : « *Tu vas sauter à pieds joints (faire une démonstration si nécessaire) jusqu'à x* » soit « *tu sautes en comptant le plus loin que tu peux !* »

Les erreurs qui peuvent être commises dans ce type d'épreuve sont les suivantes :

- Une mauvaise énonciation de la chaîne numérique verbale
- Des difficultés de synchronisation entre les mouvements et la récitation de la chaîne numérique provoquant des omissions ou des doubles comptages
- Une erreur de mémorisation : poursuite au-delà du nombre demandé ou arrêt du dénombrement avant le nombre demandé.

L'observateur peut aider l'enfant, comme dans l'épreuve de dénombrement des sauts du cheval, en initiant le dénombrement sur les trois premiers chiffres.

Les comportements qui seront intéressants à observer sont :

- Est-ce qu'il compte puis saute ? Est-ce qu'il saute puis compte ? Ou enfin arrive-t-il à coordonner le saut à l'énonciation de la chaîne ?
- Est-ce qu'il choisit de dénombrer à voix haute ou pas ?
- Est-ce qu'il donne un certain rythme à ces sauts ou est-ce que le temps entre chaque saut varie d'un saut à l'autre ?
- Est-ce qu'il fait une correspondance terme à terme en guise de mémoire externe ?

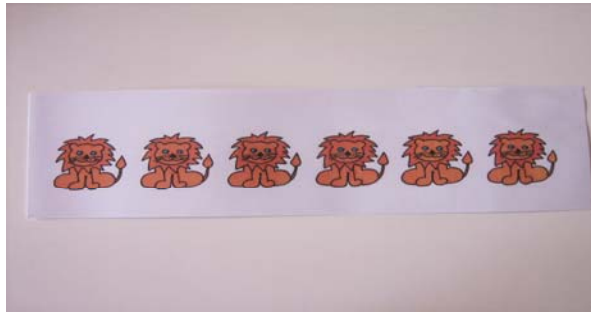
C - Le matériel utilisé

L'ensemble de ces activités proposées aux enfants nécessite donc un certain matériel :

- Du papier et un crayon pour dessiner des croix devant l'enfant.
- 20 jetons tous identiques :



- Deux séries de planches d'animaux (les quantités allant de 1 à 20, exemple Annexe 1)



- Un petit cheval en plastique



- Un sifflet



- Une grille de passation permet à l'observateur de relever rapidement les productions de chaque enfant, ses stratégies, son comportement, ses erreurs... (Annexe 2 et 3)

D - Description de la population testée

1 – Deux écoles, deux villes :

Pour réaliser cette étude, nous nous sommes rendues dans deux écoles maternelles situées dans deux villes différentes. Dans un premier temps, nous décrirons ces écoles en

distinguant leurs deux populations respectives, puis dans un deuxième temps, nous associerons ces deux populations pour ne constituer qu'un seul échantillon.

a) Ville et école de Longjumeau :

Longjumeau se trouve dans la banlieue sud de Paris soit dans la région Ile de France Elle fait partie du département de l'Essonne (91). C'est une ville moyenne constituée de 20158 habitants. Il existe 8 écoles maternelles à Longjumeau dont une seule relève du privé : l'école Sainte-Anne dans laquelle se déroulera l'étude.

b) Ville et école de la Rochelle :

La Rochelle, préfecture du département de la Charente-Maritime, comptait 80 055 habitants en 2004 pour une superficie de 28,43 km². Cette commune française, dotée d'un riche patrimoine, est devenue aujourd'hui une ville administrative et tertiaire. Elle regroupe vingt-sept écoles maternelles, dont l'école maternelle du groupe scolaire Marcelin Berthelot qui nous a accueillies.

2 – Les paramètres spécifiques des populations testées

a) Age des enfants :

Notre étude vise une population d'enfants tout venants qui ont entre 3 et 6 ans, en excluant les enfants au profil particulier (« avec un retard global de développement » ou « trop en avance, ayant sauté une classe »). Elle intéresse donc chaque niveau de l'école maternelle : petite section, moyenne section et grande section. Pendant ces trois années de maternelle, les enfants développent leurs compétences numériques dans des activités de comptage et de dénombrement (ces activités étant à la base de tout autre apprentissage arithmétique). C'est pourquoi nous ciblons cette population. En rassemblant les enfants testés dans les deux écoles, nous obtenons les effectifs suivants :

- En petite section : 27 enfants (dont 4 de toute petite section)
- En moyenne section : 26 enfants
- En grande section : 28 enfants

Au sein d'une même section, les écarts d'âge peuvent être très importants. Dans cette étude, nous tiendrons compte de l'âge exact des enfants lors de l'analyse des résultats.

ECOLE DE LONGJUMEAU :

	Date de naissance des PS	Date de naissance des MS	Date de naissance des GS
Sujet 1	15/01/2003	17/01/2002	07/01/2002
Sujet 2	12/03/2003	02/04/2002	21/01/2001
Sujet 3	07/04/2003	17/04/2002	20/02/2001
Sujet 4	15/04/2003	19/05/2002	21/02/2001
Sujet 5	15/04/2003	04/06/2002	24/02/2001
Sujet 6	27/05/2003	14/06/2002	16/03/2001
Sujet 7	13/07/2003	17/06/2002	12/06/2001
Sujet 8	06/08/2003	12/07/2002	16/06/2001
Sujet 9	30/08/2003	25/07/2002	28/06/2001
Sujet 10	18/10/2003	30/09/2002	26/09/2001
Sujet 11	07/11/2003	18/12/2002	26/10/2001
Sujet 12	10/11/2003	20/12/2002	18/11/2001
Sujet 13	06/01/2004		23/11/2001
Sujet 14	26/01/2004		04/12/2001
Sujet 15	31/01/2004		12/12/2001

ECOLE DE LA ROCHELLE :

	Date de naissance des PS	Date de naissance des MS	Date de naissance des GS
Sujet 1	18/01/2003	27/01/2002	03/01/2001
Sujet 2	03/03/2003	18/02/2002	19/01/2001
Sujet 3	02/04/2003	03/03/2002	16/03/2001
Sujet 4	25/04/2003	18/03/2002	20/03/2001
Sujet 5	10/05/2003	27/03/2002	31/03/2001
Sujet 6	19/05/2003	01/08/2002	12/04/2001
Sujet 7	15/06/2003	04/08/2002	23/06/2001
Sujet 8	06/09/2003	09/09/2002	12/07/2001
Sujet 9	26/10/2003	16/09/2002	10/08/2001
Sujet 10	07/11/2003	19/10/2002	04/09/2001

Sujet 11	23/11/2003	18/11/2002	27/10/2001
Sujet 12	03/01/2004	24/12/2002	07/11/2001
Sujet 13		24/12/2002	18/12/2001
Sujet 14		30/12/2002	

b) Sexe des enfants :

Des contraintes externes (telles que la coopération des enfants, le nombre d'enfants par classe ainsi que le nombre limité d'enfants ayant une autorisation parentale), ont empêché la répartition égale du nombre de filles et du nombre de garçons au sein de l'échantillon.

Pour chaque section nous avons donc :

- Pour les petites sections : 13 garçons et 14 filles
- Pour les moyennes sections : 13 garçons et 13 filles
- Pour les grandes sections : 16 garçons et 12 filles

L'analyse des résultats de chaque épreuve permettra de dire si ce facteur « sexe » exerce une influence sur les performances des enfants en dénombrement.

E - Conclusion

La passation de l'ensemble de ces épreuves dure environ 15 minutes par enfant. Elle a lieu pendant les heures de classe uniquement. Aucun enfant ne participe à cette étude sur le temps de récréation, ce temps libre à l'extérieur jugé nécessaire aux enfants. Nous tiendrons compte de l'heure exacte de passation dans l'analyse des résultats. En effet, en fonction du moment de la journée, l'attention et la disponibilité des enfants peuvent être en partie limitées par la fatigue.

De plus, un mois a été nécessaire pour effectuer l'ensemble des passations. Très exactement, elles s'étendent du 25 janvier au 8 février. Cette assez courte période permet d'éviter des écarts trop importants des niveaux de scolarisation et n'empêchera pas les

comparaisons interindividuelles au sein d'un même niveau. Seuls les enfants de petite section de l'école de Longjumeau ont été testés deux mois plus tard (précisément la semaine du 24 au 30 avril).

Par ailleurs, l'observateur ne voit que les enfants dont les parents ont signé l'autorisation parentale (jointe en Annexe 4). De plus, il n'insiste pas quand un enfant ne semble pas disposé à participer aux activités proposées, malgré l'autorisation parentale. Il essaiera un autre jour de revoir cet enfant ou l'exclura de l'étude.

La sélection des enfants est dite « naturelle » dans la mesure où elle dépend de contraintes externes (autorisation parentale, présence et absence, coopération et disponibilité des enfants...). L'attitude des parents, qui ont pris en compte notre demande et qui ont accepté la passation des épreuves, témoigne d'une certaine implication dans la vie scolaire de leur enfant. Nous pouvons ainsi penser que les enfants testés sont plutôt encouragés dans leurs apprentissages par leur entourage.

La passation de l'ensemble des épreuves a lieu dans les salles disponibles de l'école (salle de type « gymnase », salle de bibliothèque ou dortoir). Les conditions ne sont pas toujours optimales du fait du passage fréquent d'enfants ou d'adultes à proximité.

Mais ces perturbations sonores sont prises en compte par l'examineur qui peut suspendre les activités en cours et en tenir compte dans l'évaluation.

Au cours de toutes les activités de dénombrement proposées aux enfants, l'observateur a pour objectif de relever les productions et les stratégies de ces enfants. C'est pourquoi il peut demander une explication à l'enfant quand le fonctionnement n'est pas apparent (pointage visuel ou énumération « interne » de la chaîne numérique). Que peut dire l'enfant sur sa démarche ? Est-il capable de nous montrer comment il fait ? Dans ce cas précis, l'examineur doit préciser cette demande et la réponse de l'enfant dans la grille d'observation.

III - RESULTATS ET ANALYSE

A) ANALYSE QUANTITATIVE

Dans cette partie, nous analyserons les résultats de chaque épreuve d'un point de vue quantitatif à l'aide de tests statistiques. Nous souhaitons ainsi vérifier ou réfuter nos hypothèses de départ et répondre à la problématique posée

1 - La chaîne numérique

Cette épreuve nous indique la partie stable et conventionnelle de la chaîne numérique de chaque enfant. Cette première approche du « dénombrement » par un exercice de comptage pur permet ensuite de proposer aux enfants des quantités adaptées à leurs possibilités. Nous

considérons en effet qu'un enfant qui compte jusqu'à 10 ne pourra pas, à priori, dénombrer une quantité d'objets supérieure à ce nombre.

Cependant, nous avons constaté à plusieurs reprises, que certains enfants dépassent leur seuil de chaîne numérique stable et conventionnelle quand ils sont en activité de dénombrement. Cet acte de quantification semble faciliter la production de la suite des mots-nombres chez certains enfants.

a) Analyse des seuils atteints en comptage dans chaque niveau :

Après avoir analysé les deux essais de comptage de chaque enfant, voici les seuils moyens atteints dans chaque section de maternelle :

	Petite section	Moyenne section	Grande section
Seuils moyens atteints au comptage	6,22	19,73	35,68

On constate une grande hétérogénéité des résultats au sein de chaque niveau, qui fera l'objet du b) et du c) :

En Grande Section, les valeurs des seuils s'étendent de 15 à 59.

En Moyenne Section, ils s'étendent de 3 à 59.

En Petite Section, ils s'étendent de 0 à 14.

Par ailleurs, une analyse statistique des seuils moyens atteints dans chaque niveau révèle une différence significative entre chaque moyenne (au seuil de 5%).

Les distributions sont considérées normales, les petits échantillons comme indépendants et les variances estimées égales. On utilise le test de « comparaison de moyennes » en se référant à la loi de Student.

Chaque comparaison aboutit à la même conclusion : le paramètre « niveau scolaire » influe sur les résultats en comptage. Les enfants de Grande Section sont plus performants que les enfants de Moyenne Section, eux-mêmes plus performants que les enfants de Petite Section. Les capacités des enfants en comptage seraient déterminées en partie par la pédagogie appliquée au sein des classes, par l'âge de développement des enfants, mais aussi par les stimulations de l'entourage variables d'un enfant à l'autre.

b) Influence de l'âge sur les performances en comptage :

Analysons plus finement, dans chaque classe, les résultats des enfants par tranches d'âge de trois mois (nous nous basons sur les dates de naissance des enfants). Les tableaux suivants indiquent les nouvelles moyennes calculées pour chaque groupe d'enfants constitué.

- En Grande Section, les enfants sont nés en 2001.

Date de Naissance	De janvier à mars inclus	D'avril à juin inclus	De juillet à septembre inclus	D'octobre à décembre inclus
Nombre d'enfants	11	5	4	8
Seuil moyen obtenu au comptage	40,3	29,6	26,5	35,25

- En Moyenne Section, les enfants sont de 2002.

Date de Naissance	De janvier à mars inclus	D'avril à juin inclus	De juillet à septembre inclus	D'octobre à décembre inclus
Nombre d'enfants	6	6	7	7
Seuil moyen obtenu au comptage	25,3	19,5	21	13,9

- En Petite Section, les enfants sont de 2003.

Date de Naissance	De janvier à mars inclus	D'avril à juin inclus	De juillet à septembre inclus	D'octobre à décembre inclus
Nombre d'enfants	4	9	4	6
Seuil moyen obtenu au comptage	5,5	7,77	7,25	3,66

On considère que les distributions sont normales, les petits échantillons indépendants et les variances estimées égales. Au sein de chaque niveau, nous souhaitons comparer les moyennes de chaque tranche d'âge obtenues entre elles pour déterminer l'influence de l'âge sur les performances en comptage.

En utilisant le test statistique de « comparaison de moyennes », et en se référant à la loi de Student, nous constatons qu'il n'y a pas de différence significative (au seuil de 5%) entre les quatre moyennes calculées. Cette observation est valable pour les trois classes de maternelle. Même en comparant la moyenne des enfants nés de janvier à juin (tranche d'âge de six mois) avec la moyenne des enfants nés de juillet à décembre, on ne relève aucune différence significative.

Ainsi, l'âge précis des enfants n'influe pas sur les performances en comptage.

c) Influence du paramètre « sexe » sur les performances en comptage :

Voici les moyennes obtenues dans chaque niveau en fonction du sexe (voir Annexe 5):

La moyenne des filles de Grande Section au comptage est de : **36,17**

La moyenne des garçons de Grande Section au comptage est de : **35,31**

La moyenne des filles de Moyenne Section au comptage est de : **16,15**

La moyenne des garçons de Moyenne Section au comptage est de : **22,46**

La moyenne des filles de Petite Section au comptage est de : **7,27**

La moyenne des garçons de Petite Section au comptage est de : **5,25**

Il n'y a pas de différence significative entre la moyenne des filles et des garçons au sein de chaque section (d'après le test statistique de « comparaison de moyennes »).

Conclusion :

Les disparités interindividuelles au sein d'un même niveau peuvent paraître marquées à la première lecture des résultats de cette activité d'énonciation de la chaîne numérique. Pourtant, aucune corrélation entre le seuil atteint en comptage et l'âge précis des enfants, au sein d'un même niveau, n'est vérifiée. De la même manière, le sexe des enfants n'est pas un facteur qui influence les résultats. Seul le niveau scolaire semble nettement déterminer les performances des enfants à ce type d'épreuve.

2 - Les seuils

Tout d'abord, définissons les critères de succès aux épreuves. Un dénombrement correct aux épreuves de dénombrement d'objets et d'images implique :

- un pointage (manuel ou visuel) de chaque élément une fois et une seule fois
- une énumération sans erreur de la chaîne numérique verbale
- une bonne coordination entre le pointage et l'énumération des mots-nombres

Un dénombrement correct aux épreuves de dénombrement d'événements (visuels, auditifs et kinesthésiques) nécessite :

- une énumération sans erreur de la chaîne numérique verbale
- une bonne synchronisation entre l'énonciation des mots-nombres et les événements

Si l'un de ces critères n'est pas respecté, nous ne pouvons considérer le dénombrement effectué comme correct. On détermine ainsi un seuil de réussite (voir Annexe 5). Il

correspond à la dernière quantité proposée qui aboutit à une quantification exacte. Au-delà de ce seuil, l'enfant commet soit une erreur de chaîne numérique, soit une erreur de pointage, soit une erreur de coordination entre ces deux composantes.

a) Comparaison inter-niveaux

Nous rappelons que par souci pratique, nous avons fixé un plafond à « 20 » pour les épreuves de dénombrement d'objets et d'images. Pour les trois autres activités, nous nous appuyons également sur les seuils moyens obtenus avec plafond, qui semblent plus révélateurs des possibilités de chaque enfant.

- Activité de dénombrement d'objets :

Niveau scolaire	PS	MS	GS
Seuil moyen atteint	4,58	12,52	17,93

- Activité de dénombrement d'images avec pointage manuel possible :

Niveau scolaire	PS	MS	GS
Seuil moyen atteint	5	12,64	18,04

- Activité de dénombrement d'images avec pointage visuel imposé :

Niveau scolaire	PS	MS	GS
Seuil moyen atteint	3,7	9,8	14,82

- Activité de dénombrement d'événements visuels :

Niveau scolaire	PS	MS	GS
Seuil moyen atteint	4,57	12,15	18,21

- Activité de dénombrement d'événements auditifs :

Niveau scolaire	PS	MS	GS
Seuil moyen atteint	3,5	10,65	14,5

- Activité de dénombrement d'événements kinesthésiques :

Niveau scolaire	PS	MS	GS
Seuil moyen atteint	3,14	9,46	17,19

Cette comparaison inter-niveaux dévoile une augmentation des seuils moyens atteints dans chaque activité au fil des années. Quelle que soit l'activité, les enfants de Grande Section se révèlent plus performants que les enfants de Moyenne Section. De la même manière, dans toutes les activités, les résultats des enfants de Moyenne Section sont toujours supérieurs aux résultats des enfants de Petite Section.

Cette constatation se vérifie statistiquement en appliquant le test de « comparaison de moyennes » selon la loi de Student au seuil 5%. On en déduit que le paramètre « niveau scolaire » influence le niveau de réussite à chaque épreuve.

Le niveau scolaire détermine en partie la performance des enfants dans chacune des activités de dénombrement.

b) Comparaison inter-activités dans chaque niveau

- Résultats des enfants de Grande Section dans chaque activité proposée :

➤ **Activités de dénombrement d'objets et d'images :**

Les seuils moyens à chacune de ces épreuves (en tenant compte du plafond préétabli) sont répartis dans le tableau suivant :

JETONS	IMAGES 1	IMAGES 2
17,93	18,04	14,82

Les seuils moyens obtenus à l'épreuve des jetons et à l'épreuve des images 1 (avec pointage manuel possible) semblent sensiblement identiques. A première vue, le paramètre « préhension » qui différencie ces deux activités, n'influerait pas sur les performances des enfants. Ainsi, la possibilité de déplacer les objets à dénombrer n'aurait pas un effet facilitateur chez les enfants de Grande Section. Cette constatation se vérifie en comparant statistiquement les deux seuils moyens calculés. En effet, le test de « comparaison de moyennes » ne dévoile pas de différence significative (au seuil 5 %). Cette variable « préhension » n'a aucun impact sur les performances des enfants de Grande Section.

En revanche, imposer aux enfants un pointage visuel fait baisser le seuil moyen atteint de trois éléments. La comparaison statistique des moyennes souligne une influence notable de ce paramètre sur les performances en dénombrement d'images. Nous tiendrons compte de cette baisse non négligeable des performances avec pointage visuel imposé et nous verrons par la suite quelles sont les erreurs commises par les enfants confrontés à cette difficulté supplémentaire.

➤ **Activités de dénombrement d'événements :**

Afin de comparer les seuils moyens atteints en dénombrement d'éléments avec les seuils moyens atteints en dénombrement d'événements, nous saturons également à « 20 » les trois dernières épreuves.

On obtient alors les seuils moyens suivants :

CHEVAL	SIFFLET	SAUTS
18,21	14,5	17,19

Sans tenir compte de ce plafond, les moyennes obtenues correspondent à :

CHEVAL	SIFFLET	SAUTS
31,14	21,86	20,26

Le seuil moyen obtenu (sans tenir compte du plafond) à la dernière activité impliquant le corps ne révèle pas les performances réelles des enfants dans ce type de dénombrement. Le

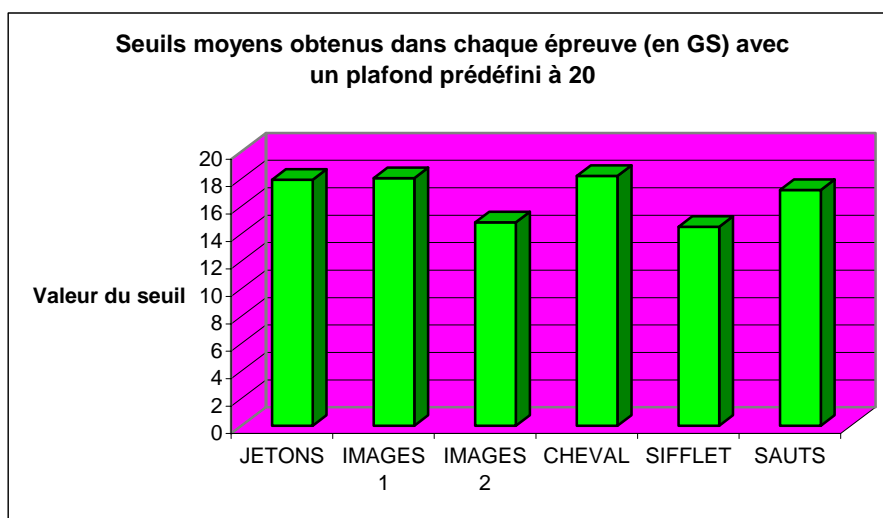
facteur « fatigue », qui causait parfois un arrêt prématuré du dénombrement des sauts, est à prendre en compte.

Ainsi, nous jugeons plus parlants les résultats obtenus avec plafond. Nous considérons la moyenne « 20,26 », obtenue sans plafond, trop basse et donc faussée. On peut penser que la moyenne réelle des enfants dans ce type de situation est en réalité nettement supérieure et équivaldrait, voire dépasserait, le seuil atteint en dénombrement d'événements auditifs. Certains enfants n'ont pas atteint leur seuil maximal à l'épreuve des « sauts ».

Compte tenu de cette rectification, l'activité « sifflet » semble la plus difficile pour les enfants de Grande Section.

Dénombrer des événements auditifs impliquerait donc une charge cognitive supérieure ou simplement différente aux autres activités de dénombrement d'événements (visuels et kinesthésiques). Cette observation se vérifie statistiquement : en comparant les seuils moyens atteints dans chaque activité de dénombrement d'événements, on met en évidence une différence significative entre la moyenne obtenue à l'épreuve « sifflet » et les deux autres moyennes (statistiquement équivalentes).

➤ **Activités réunies :**



Les résultats des enfants de Grande Section à chaque épreuve révèlent une égalisation des performances en dénombrement d'éléments et des performances en dénombrement d'événements visuels et kinesthésiques. D'après la loi de Student et les résultats au test de « comparaison de moyennes », on ne note pas de différence significative entre les moyennes de ces différentes activités. La nature des éléments à dénombrer n'influence pas les performances des enfants de Grande Section (qu'ils soient des objets, des images, des événements visuels ou des événements kinesthésiques).

Seules l'activité de dénombrement d'événements auditifs et l'activité de dénombrement d'images 2 (avec pointage visuel imposé) représentent une difficulté notable pour ce groupe d'enfants.

L'aspect « sonore » des événements à l'épreuve du « sifflet » limite la performance des enfants. Ce type de dénombrement demande de pouvoir distinguer des éléments sonores, d'associer à chaque « son » un mot nombre, et surtout de maintenir son attention durant toute la production des « sons » à dénombrer. La difficulté de ce type de dénombrement résiderait donc dans cette discrimination auditive, dans le maintien d'une attention soutenue et divisée (portant à la fois sur l'énonciation de la chaîne numérique verbale et sur le pseudo pointage des sons) et dans la synchronisation de chaque mot-nombre avec chaque coup de sifflet.

Par conséquent, la discrimination auditive serait-elle plus coûteuse (ou moins opérante) chez ces enfants de Grande Section que la discrimination visuelle ou kinesthésique? La synchronisation « mots-nombres / coups de sifflet » est-elle moins évidente que les autres types de synchronisation ? L'épreuve du « sifflet » solliciterait-elle plus la mémoire de travail que les autres épreuves ? La présentation sur un mode auditif requiert-elle plus d'attention ?

- Résultats des enfants de Moyenne Section dans chaque activité proposée :

- **Activités de dénombrement d'objets et d'images :**

JETONS	IMAGES 1	IMAGES 2
12,52	12,64	9,8

Comme pour les enfants de Grande Section, les seuils moyens obtenus à l'épreuve des jetons et à l'épreuve des images 1 (avec pointage manuel possible) sont sensiblement identiques. D'après les résultats au test statistique de « comparaison de moyennes », le paramètre « préhension » n'influe pas sur les performances des enfants.

Par ailleurs, le pointage visuel imposé fait baisser le seuil moyen atteint en dénombrement d'images de trois éléments environ.

➤ **Activités de dénombrement d'événements :**

En tenant compte du plafond prédéfini à 20, on obtient les seuils moyens suivants :

CHEVAL	SIFFLET	SAUTS
12,15	10,65	9,46

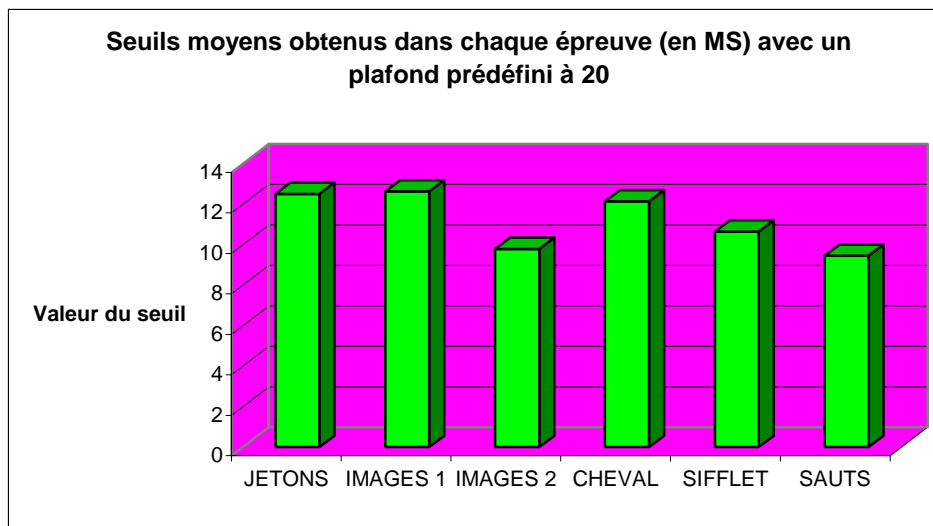
Sans tenir compte de ce plafond, les résultats sont les suivants :

CHEVAL	SIFFLET	SAUTS
14,23	12,88	9,81

Dans les deux cas, tout comme en Grande Section, le seuil moyen obtenu à l'épreuve de dénombrement d'événements visuels est plus élevé que les seuils moyens atteints dans les deux autres activités.

Mais contrairement aux résultats de Grande Section, les enfants de Moyenne Section montrent plus de difficultés à dénombrer leurs propres sauts que les coups de sifflet.

➤ **Activités réunies :**



Les performances des enfants de Moyenne Section varient en fonction de l'activité proposée. Les seuils moyens atteints en dénombrement d'objets ou d'Images 1 correspondent aux seuils atteints en dénombrement d'événements visuels (cheval) et en dénombrement d'événements auditifs. Il n'y a pas de différence significative (au seuil 5%) entre ces quatre moyennes (test de comparaison de moyennes, d'après la loi de Student).

En revanche, le seuil baisse en situation de dénombrement d'événements kinesthésiques et en situation de dénombrement d'Images 2 (avec pointage visuel imposé). Nous développerons plus loin les erreurs commises au-dessus de ces seuils pour tenter de comprendre l'infériorité de ces résultats.

La difficulté de l'épreuve des sauts réside sans doute dans l'absence de traces physiques des éléments à dénombrer, dans le maintien d'une attention soutenue et divisée, dans la simultanéité d'un acte physique complexe et d'un acte verbal.

• Résultats des enfants de Petite Section dans chaque activité proposée :

➤ **Activités de dénombrement d'objets et d'images :**

JETONS	IMAGES 1	IMAGES 2
4,58	5	3,7

En comparant statistiquement ces trois seuils moyens, on ne relève aucune différence significative au seuil 5%. Par conséquent, les enfants réussissent aussi bien les trois épreuves de dénombrement d'éléments. Le paramètre « préhension » et le paramètre « pointage visuel imposé » n'influencent pas la performance des enfants. Ils ne représentent ni aide ni difficulté pour ces enfants de Petite Section.

➤ **Activités de dénombrement d'événements :**

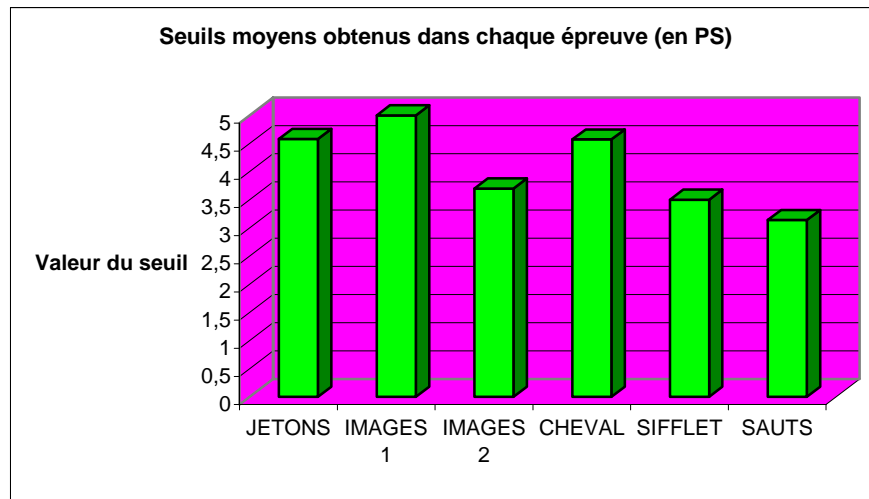
Dans ce niveau, aucun enfant ne dénombre correctement jusqu'à vingt. Par conséquent, le plafond que nous fixons à 20 dans les autres niveaux n'a pas lieu d'être dans l'analyse des résultats des enfants de Petite Section. Nous obtenons les seuils moyens suivants :

CHEVAL	SIFFLET	SAUTS
4,57	3,5	3,14

Les enfants de Petite Section réalisent les mêmes performances dans chacune de ces trois épreuves de dénombrement d'événements. Les seuils moyens atteints sont semblables d'un point de vue statistique (d'après la loi de Student).

➤ **Activités réunies :**

Après avoir comparé statistiquement les moyennes de toutes les activités, nous constatons que contrairement aux enfants des niveaux supérieurs, les enfants de Petite Section obtiennent les mêmes résultats dans toutes les épreuves. Ils se révèlent donc tout aussi performants en dénombrement d'objets qu'en dénombrement d'événements.



Conclusion :

L'ensemble de ces résultats nous indique une variation des performances en fonction des situations de dénombrement proposées et du niveau scolaire de l'enfant. Il existe des inégalités de performances en fonction de l'âge de l'enfant :

- Un enfant de Petite Section obtient des résultats semblables dans toutes les épreuves.
- Un enfant de Moyenne Section parvient aussi bien à dénombrer une collection d'objets ou d'images qu'un ensemble d'événements visuels ou auditifs. En revanche, il rencontre plus de difficultés à dénombrer des ensembles d'événements kinesthésiques.
- Un enfant de Grande Section réalise les mêmes performances dans chaque situation de dénombrement proposée, à l'exception du dénombrement d'événements auditifs.

Cette évolution des performances permet de souligner une maîtrise plus rapide du dénombrement d'éléments (objets et images) et d'événements visuels.

Dans un premier temps, les enfants réalisent les mêmes performances dans l'ensemble des activités mais les seuils atteints ne dépassent pas cinq éléments ou événements. Puis, en Moyenne Section, les performances augmentent dans toutes les situations mais on note de moins bons résultats à l'épreuve des sauts.

Enfin, en Grande Section, les performances dans chaque activité augmentent encore. Les enfants ne rencontrent plus de difficultés pour dénombrer leurs sauts mais obtiennent en revanche de moins bons résultats à l'épreuve du sifflet. Les compétences numériques plus importantes des enfants de Grande Section, qui augmentent la durée des épreuves de dénombrement d'événements, induiraient une sollicitation plus grande de l'attention. Les scores obtenus chez les grands dans les différentes épreuves montrent un maintien plus difficile de l'attention lorsqu'il s'agit d'appréhender un matériel auditif.

Par ailleurs, le pointage visuel imposé dans la troisième activité (Images 2) représente une difficulté notable pour les enfants de Moyenne et Grande Section. Le pointage manuel déchargerait donc les enfants de ces deux niveaux sur le plan cognitif. En Petite Section, ce paramètre « pointage visuel imposé » ne contraint pas l'enfant au point de faire chuter son seuil. Le pointage manuel semble n'être bénéfique qu'aux enfants de Moyenne et de Grande Section. Les petits, qui dénombrent de petites quantités, ne maîtrisent pas encore assez bien le pointage manuel pour en tirer profit.

L'évolution des seuils moyens atteints dans chaque activité entre la Petite Section et la Moyenne Section peut s'expliquer par :

- une augmentation de la longueur de la chaîne numérique stable et conventionnelle
- une augmentation ou un meilleur fonctionnement de la mémoire de travail
- une meilleure représentation phonologique de la chaîne numérique verbale en mémoire à long terme
- une meilleure représentation conceptuelle du dénombrement
- des stratégies de pointage mieux contrôlées
- des capacités attentionnelles plus importantes

L'évolution des seuils moyens atteints dans chaque activité entre la Moyenne Section et la Grande Section peut s'expliquer par :

- les mêmes hypothèses émises pour comprendre l'évolution de la Petite à la Moyenne Section
- l'apparition de nouvelles compétences sur le plan psychomoteur qui déchargeraient

l'enfant sur le plan cognitif et qui permettraient un alignement des performances à l'épreuve des « sauts » sur les performances en dénombrement d'éléments.

c) Comparaison interindividuelle dans chaque niveau

Maintenant, voyons s'il existe des disparités entre les enfants au sein de chaque niveau. Pour cela, nous faisons varier deux paramètres qui, selon nous, peuvent avoir une influence sur les résultats: l'âge précis de l'enfant et le sexe.

- **Influence du paramètre âge sur les performances en dénombrement**

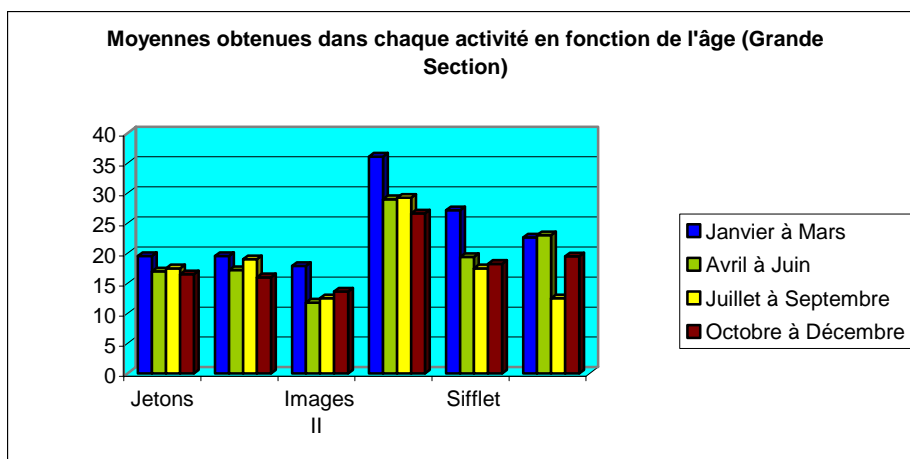
Dans chaque niveau, nous avons pu constater des écarts de performance importants entre les enfants. Ces résultats nous interrogent sur l'influence de l'âge précis des enfants, sachant que dans une même classe un enfant peut avoir jusqu'à un an d'écart avec un autre enfant.

➤ **Pour les enfants de Grande Section :**

Comme pour le comptage, nous formons quatre groupes d'âge en fonction des dates de naissance des enfants, et ceci dans chaque section de maternelle :

- 1) de janvier à mars
- 2) d'avril à juin
- 3) de juillet à septembre
- 4) d'octobre à décembre

Pour chaque tranche d'âge, nous obtenons ainsi des moyennes que nous comparons ensuite entre elles statistiquement (voir Annexe 6).



Nous nous plaçons dans un intervalle de confiance à 95%. Nous sommes en présence de petits échantillons dont les populations sont considérées normales avec des variances à estimer. Selon la loi de Student, dans presque toutes les activités, les différences entre les moyennes de chaque tranche d'âge ne sont pas significatives.

En conclusion, l'âge précis des enfants de Grande Section n'a donc pas d'influence sur leurs performances dans la plupart des épreuves de dénombrement.

Cependant, nous obtenons une différence significative à l'épreuve de dénombrement de collections avec pointage visuel contraint (« Images 2 »). Les moyennes pour chaque tranche d'âge sont les suivantes :

	Janvier/Mars	Avril/Juin	Juillet/Septembre	Octobre/Décembre
Moyennes pour l'épreuve Image 2	17,9	11,8	12,5	13,6

En réunissant les trois derniers groupes d'enfants (d'avril à décembre) et en comparant la moyenne globale obtenue avec la moyenne des enfants du premier groupe (de janvier à mars), nous remarquons une différence significative. Par conséquent, les enfants nés en début d'année sont meilleurs en pointage visuel que les autres enfants de Grande Section. Cette stratégie plus élaborée semble mieux maîtrisée par les enfants plus âgés.

➤ **Pour les enfants de Moyenne Section et de Petite Section :**

De la même façon que précédemment, nous avons calculé les moyennes des enfants de Moyenne Section et de Petite Section dans chaque activité, en partageant le groupe en quatre niveaux d'âge.

Nous appliquons la loi de Student sur ces petits échantillons. L'intervalle de confiance est à 95%. Les comparaisons de moyennes s'avèrent statistiquement non significatives pour toutes les épreuves dans ces deux niveaux.

En conclusion, l'âge précis des enfants de Moyenne Section et de Petite Section n'a pas d'influence sur les performances en dénombrement.

- Influence du paramètre sexe sur les performances en dénombrement

Le sexe est le deuxième paramètre que nous abordons dans ce chapitre. Nous nous demandons si les filles obtiennent de meilleurs résultats que les garçons ou inversement (voir Annexe 7):

En effectuant des comparaisons de moyennes, les différences de résultats ne sont pas significatives d'un point de vue statistique. Ainsi, pour les trois niveaux de classe, le sexe n'est pas un paramètre influent dans les épreuves de dénombrement.

Conclusion :

L'âge semble déterminer un certain niveau de maîtrise du pointage visuel chez les Grands. Pourtant, les résultats statistiques nous permettent de conclure que globalement ni le paramètre âge ni celui du sexe n'ont d'influence sur les performances des enfants dans les activités de dénombrement.

Ces résultats indiquent la part importante jouée par l'enseignement des activités numériques à l'école maternelle. L'école permettrait d'égaliser les performances des enfants au sein de chaque niveau. Par ailleurs, n'oublions pas l'âge de développement qui limite les compétences des enfants.

Pour expliquer les disparités interindividuelles, il faudrait alors faire varier d'autres paramètres, en orientant les recherches sur les fonctions cognitives comme la mémoire et l'attention. Toutefois, nous pensons que ces différences dépendent aussi des stimulations extérieures variables d'un foyer à l'autre.

Analysons les différentes stratégies et les erreurs commises par les enfants pour tenter de comprendre leur fonctionnement.

3 - Les stratégies

a) Stratégies utilisées en dénombrement d'éléments

Nous évoquerons dans un premier temps les pourcentages d'utilisation de telle ou telle stratégie. Pour cela, nous relevons la stratégie la plus employée par chaque enfant dans chaque activité. Ensuite, nous essaierons d'analyser ces résultats, en les confrontant aux seuils atteints, précédemment évoqués. Une des stratégies donne-t-elle de meilleures performances dans ces activités de dénombrement d'objets et d'images ?

- Trois stratégies sont visibles à l'épreuve des « JETONS ». Le tableau suivant réunit les pourcentages d'utilisation de chacune d'elles dans chaque niveau scolaire :

	Petite Section	Moyenne Section	Grande Section
Pointage manuel	66,66%	88 %	71,4 %
Pointage visuel	29,17%	12 %	25 %
Déplacement	4,17%	0 %	3,6 %

- On ne relève que deux stratégies possibles à l'épreuve des « IMAGES 1 ». Le tableau suivant réunit les pourcentages d'utilisation de chacune d'elles dans chaque niveau scolaire :

	Petite Section	Moyenne Section	Grande Section
Pointage manuel	79,17%	88 %	78,6 %
Pointage visuel	20,83%	12 %	21,4 %

- L'activité « IMAGES 2 » impose à l'enfant un pointage visuel ou un pointage manuel de loin. Le tableau suivant traduit la fréquence d'utilisation de ces deux stratégies dans chaque niveau scolaire :

	Petite Section	Moyenne Section	Grande Section
Pointage visuel	58,33%	16,66 %	53,6 %
Pointage manuel de loin	41,67%	83,33 %	46,4 %

Nous relevons par ailleurs une utilisation importante de la correspondance terme à terme avec les doigts exclusivement en Petite Section. Ce comportement ayant des formes très variables, nous préférons réaliser une analyse plus approfondie de cette stratégie dans le chapitre « qualitatif » de cette étude.

➤ **Evolution de l'utilisation des stratégies :**

Au sein de chaque niveau, la fréquence d'utilisation des différentes stratégies ne varie pas entre l'épreuve des « JETONS » et celle des « IMAGES 1 ».

A l'épreuve de dénombrement d'objets (« JETONS »), la stratégie de « Déplacement » est très rarement employée par les enfants de maternelle. Seul un enfant de Petite Section et un enfant de Grande Section auront déployé cette stratégie.

Par ailleurs, en se basant sur l'épreuve « JETONS » et sur l'épreuve « IMAGES 1 », on relève une utilisation beaucoup plus massive du pointage manuel que du pointage visuel. Quatre enfants sur cinq en moyenne choisiront le soutien du geste pour effectuer un dénombrement d'éléments.

L'épreuve « IMAGES 2 » dévoile une progression dans l'utilisation du pointage visuel lorsque celui-ci est imposé par la situation. En Petite Section, trois enfants sur cinq en moyenne se contentent de pointer visuellement les images sans rechercher l'aide du geste. En Moyenne Section, les enfants, plus conscients du bénéfice qu'apporte un pointage manuel, essaieront de reproduire ce type de pointage mais de loin (quatre enfants sur cinq). Enfin, en Grande Section, un enfant sur deux se passera du geste de loin et réalisera un simple pointage visuel.

On en déduit donc une certaine évolution dans l'utilisation des stratégies :

- Le « déplacement » des éléments à dénombrer, stratégie qui facilite la distinction entre l'ensemble des objets « déjà comptés » et l'ensemble des objets « encore à comptés », serait délaissée par presque tous les enfants de maternelle au profit d'un pointage manuel.
- La fréquence d'utilisation du pointage visuel varie avec le niveau scolaire des enfants, notamment dans les situations où le pointage manuel est inapplicable. Une grande partie des enfants de Petite Section et de Grande Section se passent facilement du soutien que représente le geste. En revanche, les enfants de Moyenne Section semblent le plus souvent avoir besoin de ce pointage manuel de loin.

Bien entendu nous tenons compte du caractère particulier des épreuves, et notamment de la présentation des éléments à dénombrer. En serait-il de même avec une disposition différente des éléments ?

➤ **Stratégies et performances :**

En globalisant les résultats obtenus en Moyenne et en Grande Section dans les deux premières épreuves (« JETONS » et « IMAGES 1 »), on constate que l'utilisation d'un pointage manuel détermine un niveau de réussite plus élevé que l'emploi d'un pointage visuel. Dans ces deux niveaux, le seuil moyen atteint par les enfants utilisant un pointage manuel est nettement supérieur au seuil moyen atteint par les enfants utilisant spontanément un pointage visuel.

Ce constat se vérifie statistiquement par comparaison de moyennes et permet de confirmer l'aide fournie par le geste manuel dans la coordination des mots-nombres avec les éléments à dénombrer.

En revanche, en Petite Section il n'y a pas de différence significative entre les résultats obtenus avec pointage manuel et les résultats obtenus avec pointage visuel. Par conséquent, le geste n'apporte pas encore le soutien qu'il représente dans les classes supérieures.

Dans la troisième épreuve « IMAGES 2 », le pointage manuel de loin n'a pas d'influence favorable sur les performances en dénombrement. Aucune différence significative n'est observée entre ces scores et les résultats obtenus en pointage visuel. Les enfants, conscients de l'aide fournie par le pointage manuel, tentent souvent de l'utiliser, à distance des éléments. Cependant, le pointage manuel de loin n'offre pas le même soutien qu'un pointage manuel classique.

Par ailleurs, les enfants qui utilisent spontanément le pointage visuel dans les deux premières épreuves (« JETONS » et « IMAGES 1 »), ne sont pas plus performants que les autres enfants dans la troisième activité qui impose cette stratégie (« IMAGES 2 »).

b) Stratégies utilisées en dénombrement d'événements

Nous allons à présent étudier les stratégies utilisées dans les trois dernières épreuves qui diffèrent par la nature des éléments à dénombrer :

➤ Voix haute/comptage interne :

Les deux stratégies les plus évidentes à coter et que l'on retrouve dans les trois épreuves sont :

- le dénombrement à voix haute
- le dénombrement sans énonciation de la chaîne numérique (comptage interne)

Les pourcentages d'enfants de chaque section dénombrant à voix haute sont exposés dans le tableau ci-dessous :

	Epreuve du cheval	Epreuve du sifflet	Epreuve des sauts
Petite section	91,3%	59,1%	39,1%
Moyenne section	100%	87,5%	90,5%
Grande section	100%	92,9%	100%

Les pourcentages d'enfants de Moyenne et de Grande Section qui utilisent cette stratégie avoisinent les 100% dans chaque épreuve. Ils assimilent directement la demande de l'examinateur « tu vas compter X » à une demande explicite de dénombrement à voix haute. Ce qui n'est pas le cas pour les petits qui sont moins nombreux à se servir d'un comptage à voix haute.

Les enfants qui choisissent un comptage interne (tous niveaux confondus), obtiennent des résultats n'atteignant jamais dix événements dénombrés. L'utilisation d'un comptage à haute voix permettrait aux enfants d'aller beaucoup plus loin dans l'énonciation de la chaîne et ainsi d'obtenir de meilleurs scores.

Ceci nous amène à conclure que la majorité des enfants dénombre à haute voix, notamment dans une situation de test face à un observateur.

Toutefois, nous notons que huit enfants chez les grands et un chez les moyens ont dénombré les collections d'éléments en comptant dans leur tête (« JETONS », « IMAGES 1 » et « IMAGES 2 »). Ces mêmes enfants comptent spontanément à voix haute dans les épreuves de dénombrement d'événements. Nous pouvons penser que ces enfants font la distinction entre ces deux types d'épreuves et adaptent leur stratégie à la situation. L'absence de traces matérielles des événements à dénombrer dans les trois dernières épreuves semble constituer une difficulté supplémentaire. Ces enfants accrocheraient donc un mot-nombre à chaque événement perçu pour le garder en mémoire. Ce maintien serait facilité quand le sujet produit oralement les mots-nombres. Cette énonciation à voix haute correspond au processus actif de la boucle phonologique (récapitulation articulatoire).

➤ **Mouvement du doigt, de la main ou de la tête :**

Les enfants opèrent là encore une distinction entre les deux types d'épreuves (collections d'éléments et d'événements). Nous pensions que certains enfants seraient amenés à se servir de leur doigt, de leur main, ou de leur tête en guise de pointage pour dénombrer des événements. Or ce n'est pas du tout le cas. Seul un moyen pointe les sauts du cheval avec son doigt, un enfant de Petite Section bouge la tête et un autre reproduit les sauts du cheval avec sa main.

Ce constat prouve que le pointage gestuel est réservé aux situations impliquant du spatial. On peut en conclure que la plupart des enfants n'emploient pas ce type de stratégies quand il s'agit de dénombrer des événements.

➤ **Coordination entre les sauts et la chaîne numérique :**

A l'épreuve des sauts, l'examineur n'impose pas lui-même le rythme des événements qui se succèdent et qui constituent la collection à dénombrer. Par conséquent, les enfants sont libres de s'organiser comme ils le souhaitent, et nous constatons que la grande majorité d'entre eux synchronisent parfaitement l'énonciation de leur chaîne aux sauts qu'ils effectuent (« je saute en même temps que je prononce un mot nombre »).

Une minorité seulement choisit de sauter d'abord pour ensuite produire le mot nombre correspondant à ce saut, ou inversement.

En maternelle, cette correspondance terme à terme, entre chaque événement kinesthésique et la production d'un nom de nombre, suppose donc une « simultanéité temporelle », phénomène qui ne se retrouve pas dans les autres activités de dénombrement d'événements, où l'enfant est contraint d'attendre l'apparition de l'événement pour ensuite y associer un mot nombre. Cette stratégie est donc spécifique à ce type d'épreuve et permet sans doute aux enfants une coordination plus facile entre la « discrimination » d'un saut et le mot nombre qu'on y associe.

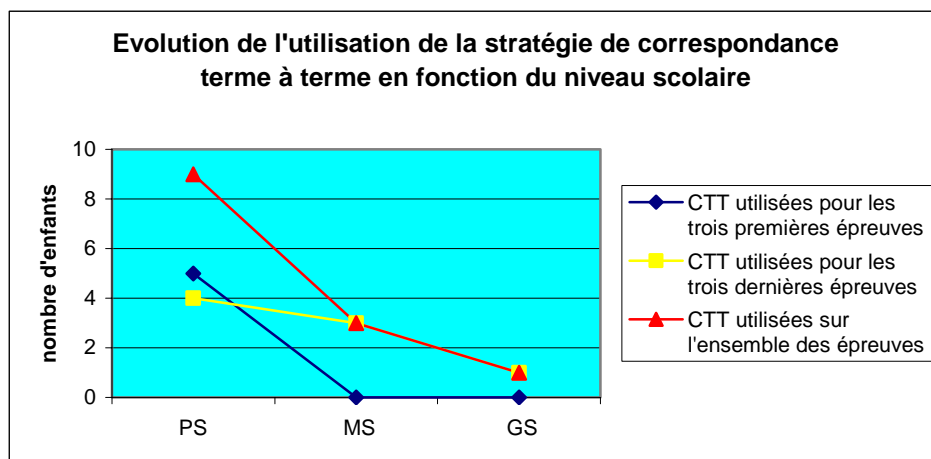
Cependant, les enfants finissent très souvent par ne plus respecter cette correspondance en cours d'épreuve. Ils se mettent alors à sauter très vite et/ou à énumérer la chaîne numérique, sans se préoccuper de leurs sauts.

Cette coordination semble demander une attention soutenue et surtout prolongée de la part des enfants. On peut penser que cette composante reste encore fragile chez les enfants de maternelle.

➤ **Correspondance terme à terme :**

Très peu d'enfants ont choisi la correspondance terme à terme dans ces épreuves. Nous entendons par correspondance terme à terme l'association entre les doigts et les éléments ou les événements à dénombrer (mais pas toujours de façon correcte).

Dans le graphique ci-dessous, nous pouvons observer l'évolution de la fréquence d'utilisation de cette stratégie. Dans l'ensemble elle est très utilisée par les petits et la courbe décroît avec l'âge.



Dans les trois premières épreuves, elle n'est pas du tout employée chez les grands et les moyens. Alors que dans les trois dernières épreuves, quatre enfants de ces mêmes classes y ont quand même recours. Les situations de dénombrement d'événements déstabilisent peut-être ces quatre enfants qui s'appuieraient sur cette stratégie archaïque, qu'ils ont par ailleurs abandonnée dans les situations qu'ils maîtrisent mieux (dénombrement d'objets et d'images). Parmi ces enfants qui se retrouvent démunis face aux trois dernières épreuves, trois d'entre eux abandonnent cette correspondance terme à terme en cours d'épreuve. Cette stratégie ne les empêche pas d'être performants. Leurs seuils se situent dans la moyenne des enfants de leur niveau scolaire, voire au-dessus.

Les petits ont plus recours à cette stratégie. En tout, cinq enfants établissent une correspondance terme à terme avec les doigts dans les trois premières épreuves (deux d'entre eux reproduisent cette stratégie sur plusieurs épreuves). Et quatre enfants, différents de ceux précédemment cités, emploient cette stratégie lors des trois dernières épreuves.

Les enfants, qui l'utilisent dans les dénombrements de collection, ont de faibles résultats en dénombrement d'événements voire sont dans l'incapacité de réaliser les épreuves. Cette stratégie semble être mise en place par les enfants moins performants

En revanche les enfants, qui s'appuient sur cette stratégie en dénombrement d'événements, ont relativement réussi les trois premières épreuves. Face à la nouvelle difficulté que représentent les dénombrements d'événements, ils réemploient cette stratégie comme les enfants plus âgés.

Conclusion :

Le pointage manuel, grandement utilisé dans les trois premières épreuves, constitue une aide réelle, un soutien indispensable dont les enfants ont bien conscience. Combien d'enfants ont-ils montré leur désarroi lors de l'épreuve avec pointage visuel imposé ?

C'est pourquoi, nous constatons avec étonnement l'absence de ce pointage manuel dans les dénombrements d'événements. La majorité des enfants n'utilise même pas de pointage gestuel (mouvement de tête ou main), qui pourrait se substituer au pointage manuel (avec le doigt) que l'on retrouve massivement dans les trois premières épreuves.

La synchronisation demandée entre les événements et les mots-nombres s'effectue le plus souvent à haute voix et n'active pas de stratégie visible particulière. L'enfant prend juste en compte l'événement (qu'il distingue du précédent et du suivant) et y accroche un mot nombre (trace du passage de chaque événement).

4 - Les types d'erreurs

Dans ce chapitre, nous nous intéressons aux types d'erreurs réalisées par les enfants juste au-dessus de leur seuil maximal. Il convient donc de relever, pour chaque enfant et dans chaque activité proposée, le type d'erreur induit par la quantité (juste supérieure au seuil) qui aboutit à une quantification inexacte.

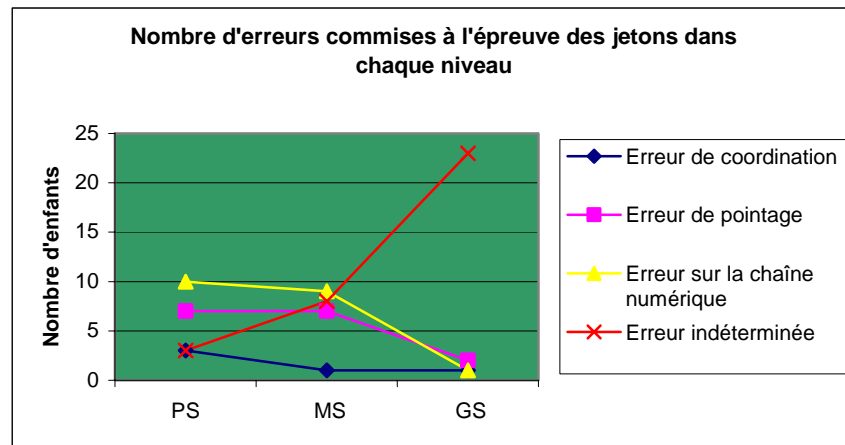
Nous choisissons de ne pas réaliser d'analyse statistique à partir de ces résultats car les échantillons ne sont pas suffisamment importants. En effet, beaucoup de situations, exposées ci-dessous, ne nous permettent pas de relever un type d'erreur précis :

- Les enfants qui saturent les épreuves, surtout chez les grands, et qui donc ne commettent jamais d'erreurs
- Les enfants qui ne récitent pas à voix haute la chaîne numérique et qui utilisent un pointage visuel
- Les enfants qui refusent de participer à une épreuve
- A l'épreuve des sauts, beaucoup d'enfants s'arrêtent d'eux-mêmes parce qu'ils sont fatigués
- Certains enfants utilisent une correspondance terme à terme avec les doigts pour répondre sans dénombrer réellement

Nous appelons « erreur indéterminée » toute erreur non visible, ou non reconnaissable, compte tenu de la situation et du comportement de l'enfant.

Décrivons, pour chaque activité, la fréquence des erreurs rencontrées. Observons ainsi les différences entre chaque niveau scolaire et comparons les épreuves entre elles.

Epreuve des jetons :



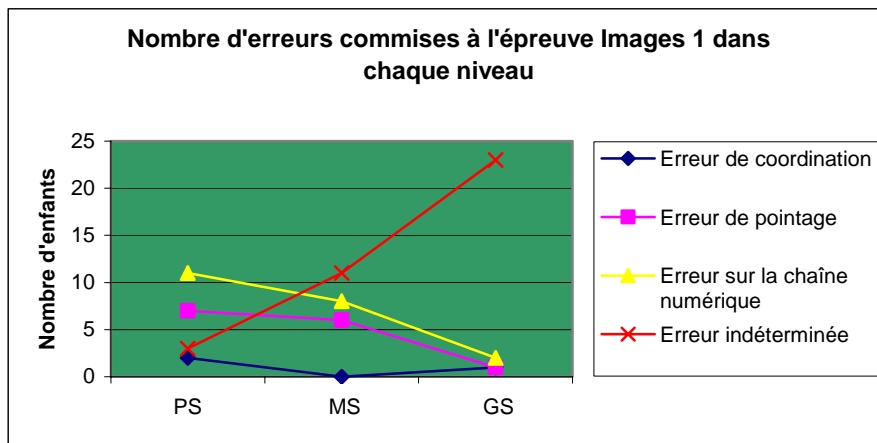
Ce graphique nous renseigne sur les erreurs des enfants commises à l'épreuve des jetons. On relève majoritairement deux types d'erreurs (erreurs de pointage et erreur sur la chaîne numérique), dans les mêmes proportions chez les moyens et chez les petits. Les erreurs de coordination sont presque inexistantes chez les moyens et chez les grands mais un peu plus fréquentes chez les petits. On peut donc en conclure que le principe de correspondance terme à terme (énoncé par Gelman) semble compris par les enfants dès l'âge de trois ans et appliqué sans grande difficulté dans ce genre d'activité.

Les grands saturent pratiquement tous cette épreuve. On obtient 85,2 % des enfants qui réussissent à dénombrer correctement 20 jetons. Nous n'avons donc relevé que peu d'erreurs dans ce niveau.

Dans la classe des moyens, les erreurs de pointage et sur la chaîne numérique sont proportionnellement équivalentes. C'est donc entre 4 et 5 ans que les enfants apprennent à maîtriser la chaîne numérique et le pointage sur une même activité. La coordination des deux composantes du dénombrement se met progressivement en place pour être tout à fait acquise en Grande Section.

Enfin chez les petits, le dénombrement ne constitue pas encore une activité bien maîtrisée. D'un essai à l'autre, les erreurs diffèrent. Les enfants commettent des erreurs de coordination et de pointage. Mais majoritairement, nous observons des erreurs sur la chaîne numérique verbale dont le niveau d'élaboration reste encore limité.

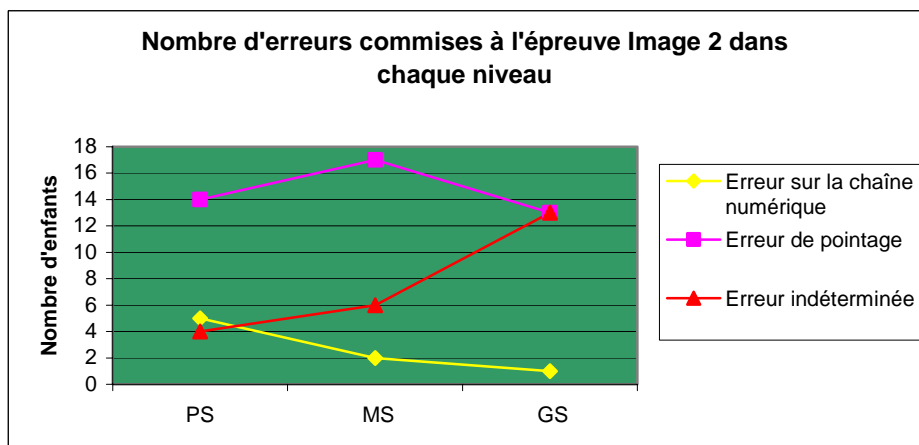
Epreuve Images 1 :



Les résultats de cette épreuve rejoignent ceux de l'épreuve précédente. La possibilité de déplacer ou non les éléments représente la seule différence entre ces deux activités. Or nous savons que peu d'enfants emploient cette stratégie de déplacement. Il est donc logique d'obtenir des résultats similaires concernant les types d'erreurs rencontrées.

Le nombre d'erreurs commises décroît avec l'âge, et en fonction des enfants, la maîtrise du pointage précèdera celle de la chaîne numérique ou inversement.

Epreuve Images 2 :



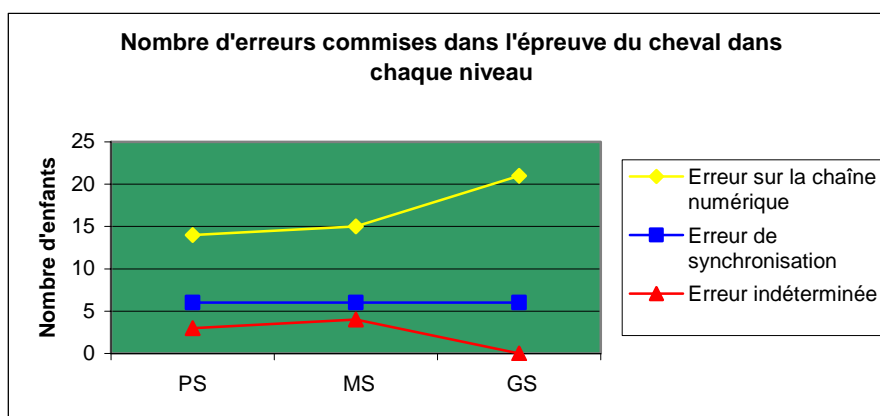
Sur le graphique, nous voyons nettement que les erreurs les plus fréquentes pour les trois niveaux correspondent à des erreurs de pointage. L'utilisation d'un pointage visuel et l'absence d'aide que représente un pointage manuel de loin, entraînent de nombreuses erreurs de cette nature.

Seuls 48,1% des enfants de Grande Section saturent cette troisième épreuve. Les autres, qui ne réalisaient pourtant aucune erreur dans les activités précédentes, se retrouvent en difficulté quand il s'agit de dénombrer des éléments de loin et commettent essentiellement des erreurs de pointage. Chez les petits, le constat est le même : le pointage visuel met une large majorité d'enfants en échec. En Grande Section, 48,1 % des enfants font une erreur de pointage tandis que 70,8 % des moyens font ce type d'erreur. Ce pointage visuel deviendrait donc plus efficace avec l'âge.

Dans cette épreuve, on note très peu d'erreurs sur la chaîne numérique verbale : 8 % chez les moyens et 3,7 % pour les grands. L'explication résiderait dans l'infériorité des quantités proposées aux enfants dans cette épreuve (comparé aux deux premières épreuves), compte tenu de leurs difficultés à dénombrer les éléments à distance. En revanche, les petits sont plus nombreux à faire des erreurs de chaîne (21,7 %) pour les mêmes raisons que dans les épreuves ci-dessus.

Ces résultats renforcent alors l'idée que le pointage manuel est une véritable aide et que sans lui, les enfants ne maîtrisent plus correctement la composante « pointage » du dénombrement.

Epreuve du cheval :



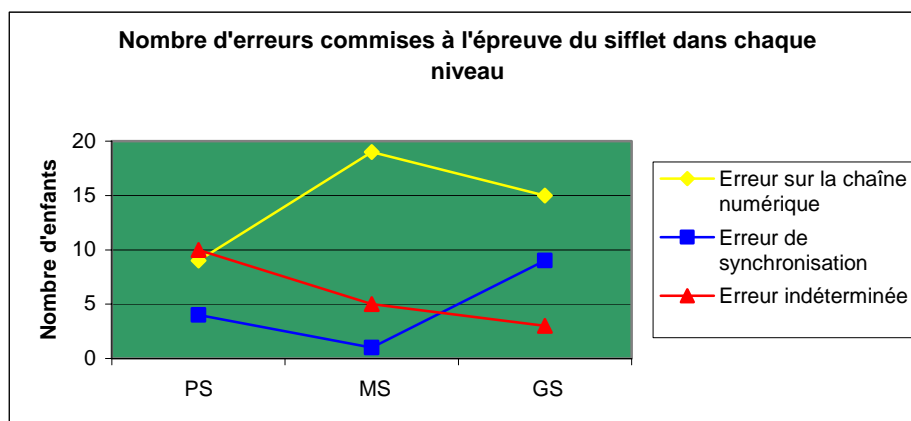
Dans cette nouvelle épreuve, nous obtenons le seuil de presque tous les enfants. La courbe des erreurs indéterminées est par conséquent relativement basse.

Les erreurs sur la suite numérique sont dominantes dans les trois niveaux. 77,8% des grands, 60% des moyens et 60,9% des petits dénombrent jusqu'au dernier mot-nombre qu'ils connaissent ou commettent des erreurs inattendues.

Globalement, la synchronisation semble relativement bien maîtrisée par les enfants de maternelle. Les erreurs à ce niveau représentent en effet un faible pourcentage (26,1% pour les petits, 24% pour les moyens et 22,2% pour les grands). Ces quelques enfants commencent le plus souvent l'épreuve avec une bonne synchronisation mais très vite perdent le contrôle et ne font plus qu'énoncer la chaîne numérique verbale en oubliant l'activité de dénombrement. Ces enfants semblent avoir compris les principes sous-tendant le dénombrement mais ne parviennent pas à maintenir la correspondance terme à terme, sans doute par défaut d'attention.

Dénombrer des événements ne pose pas de difficultés pour la majorité des enfants. Cependant, ils maîtrisent moins bien l'énonciation de leur chaîne numérique verbale dans cette situation. Le rythme irrégulier des sauts du cheval perturbe sans doute cette récitation, encore un peu fragile.

Epreuve du sifflet :



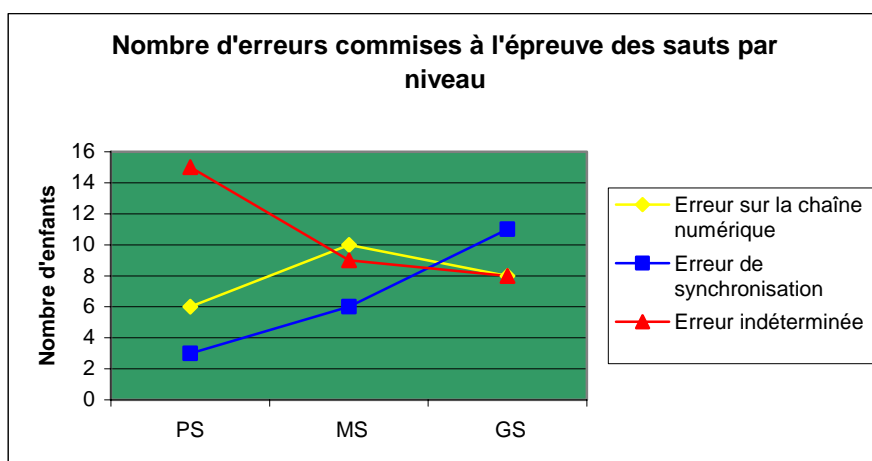
En Moyenne et Grande Section, la majorité des erreurs portent sur la chaîne numérique. Les erreurs de synchronisation sont moins nombreuses : 33,3% des grands contre 4% seulement chez les moyens. Nous pouvons expliquer un tel écart d'un point de vue qualitatif.

En effet, les enfants de Moyenne Section, moins performants en comptage que les enfants de Grande Section, commettent plus rapidement des erreurs sur l'énonciation des mots-nombres. Tandis que les grands, portés par une énonciation plus longue, risquent plus de commettre des erreurs de synchronisation par lassitude et par diminution de l'attention.

Nous retrouvons donc sensiblement les mêmes résultats que pour l'épreuve du cheval. L'enfant restituerait moins facilement sa chaîne numérique dans une épreuve où la séquence à dénombrer s'effectue sur un rythme irrégulier.

Chez les petits, beaucoup ne comprennent pas la consigne ou n'arrivent pas à mettre en route un dénombrement. Pour ceux qui y parviennent, la chaîne numérique limite toujours leurs performances. Une minorité seulement commet une erreur de synchronisation.

Epreuve des sauts :



Enfin pour cette dernière épreuve, soulignons la quantité importante des erreurs indéterminées. La nature de l'épreuve, ainsi que le comportement des enfants, ne permettaient pas toujours de distinguer un type d'erreur précis. Certains enfants refusaient de participer à l'activité. D'autres, emportés par l'excitation, se contentaient de sauter et ne réalisaient pas de dénombrement. Enfin, certains enfants écourtaient l'activité à cause de la fatigue engendrée par les sauts. Par conséquent, nous analyserons de petits échantillons d'erreurs à partir desquels nous tirerons quelques conclusions.

De manière générale, les enfants de Grande Section ont bien compris le principe de correspondance terme à terme et produisent essentiellement des erreurs de synchronisation par défaut d'attention, quand l'épreuve s'éternise. On relève, par ailleurs, quelques erreurs sur la chaîne numérique. La difficulté principale pour les enfants de Grande Section réside plutôt dans le maintien de la synchronisation.

Les enfants de Moyenne Section commettent plus d'erreurs sur l'énonciation de la chaîne numérique que des erreurs de synchronisation. Mais ces erreurs de synchronisation diffèrent de celles rencontrées chez les grands. En effet, les enfants de Moyenne Section, qui produisent ce type d'erreur, n'établissent jamais de correspondance terme à terme, même au début de l'épreuve. Ils comptent et sautent de manière aléatoire. L'organisation de ces enfants est telle que l'examineur ne perçoit aucun lien entre les mots-nombres produits et les sauts effectués.

Pour les petits, il y a 60,9% d'erreurs indéterminées. Deux causes expliquent cet important pourcentage :

- un refus net de participer
- l'enfant s'amuse à sauter et ne dénombre pas

Ceux qui réussissent seront encore une fois gênés par la chaîne numérique. Seulement trois d'entre eux feront une erreur de synchronisation qui se rapproche du comportement général des moyens.

Le paramètre « mémoire » fait l'objet d'un autre constat. Tout en rappelant qu'il a été difficile de demander aux grands de sauter en comptant jusqu'à un nombre précis (compte tenu de leurs bonnes performances), nous relevons tout de même quelques comportements généraux quand il s'agit de respecter une quantité de sauts imposée par l'examineur :

- La moitié des enfants de Grande Section se laissent entraîner par l'activité motrice et dépassent la quantité de sauts demandée par l'observateur.
- Les enfants de Moyenne Section ont plus de difficultés à respecter la consigne et dépassent, le plus souvent, la quantité demandée.
- Enfin, la plupart des petits ne comprennent pas cette consigne. Ils s'arrêtent très vite (entre autre à cause de leur chaîne numérique), et lorsque la quantité demandée change lors d'un deuxième ou d'un troisième essai ils refont la même chose.

Néanmoins, dans chacun des niveaux, plusieurs enfants ont réussi à respecter cette consigne sans difficultés.

Nous pouvons alors supposer au fil des ans:

- Un meilleur fonctionnement de la mémoire épisodique et de la mémoire de travail, qui expliquerait un meilleur encodage de l'information « quantité à atteindre » et le maintien prolongé de cette information en mémoire lors du dénombrement.
- Une meilleure compréhension de la cardinalité de la part des enfants.
- Une meilleure planification de l'activité de dénombrement avec le respect d'un objectif à atteindre.

Conclusion :

Le principe de correspondance terme à terme entre les mots-nombres et les éléments (ou événements) à dénombrer semble compris et maîtrisé par la plupart des enfants de maternelle. Que ce soit dans les épreuves de dénombrement d'éléments ou dans les épreuves de dénombrement d'événements, rare sont les enfants qui réalisent une erreur de coordination ou de synchronisation par ignorance de ce principe.

Pour les dénombrements d'éléments, la difficulté porte autant sur le pointage que sur l'énonciation de la chaîne numérique. Progressivement, les enfants apprennent à maîtriser ces deux activités (en parallèle ou l'une avant l'autre selon les enfants) pour arriver en Grande Section à dénombrer une collection sans difficulté. En revanche, le pointage visuel n'est employé correctement que tardivement. Seule la moitié des enfants de Grande Section et une minorité d'enfants de Moyenne Section parvient à l'utiliser sans commettre d'erreur de pointage jusqu'à vingt éléments.

Dans le dénombrement d'événements, la synchronisation n'est pas la première cause de leur échec. La difficulté majeure de ce type d'épreuve résiderait dans le maintien de l'attention, dépendant grandement des conditions et des caractéristiques de chaque activité, du matériel à considérer, de la passivité de l'enfant. Dans ces trois situations, les erreurs les plus fréquentes portent sur la chaîne numérique verbale. Rappelons que l'apprentissage de la suite numérique est au cœur des apprentissages et que les enfants sont en cours d'acquisition du système numérique.

5 - Conclusion de l'analyse quantitative

De manière générale, les enfants de maternelle réussissent aussi bien à dénombrer des éléments que des événements. Finalement, l'absence du paramètre spatial dans les trois dernières épreuves n'améliore pas les performances des enfants.

Fuson avançait l'idée que la coordination spatio-temporelle rendrait la tâche de dénombrement plus compliquée. Or, dans cette étude, cet aspect ne se vérifie pas. Les enfants gèrent aussi bien les situations spatio-temporelles que celles impliquant uniquement du temporel. Les enfants s'accommodent de l'organisation spatiale en appliquant une stratégie de pointage manuel. Sans ce type de pointage, le spatial est mal appréhendé.

Les résultats obtenus en Petite Section valident ces conclusions. Néanmoins, chez les grands et chez les moyens, la nature des événements influence certains résultats.

En Moyenne Section, les enfants obtiennent les mêmes scores dans l'ensemble des épreuves sauf quand il s'agit de dénombrer des événements kinesthésiques. La longueur de la chaîne s'étend lors de cette deuxième année de maternelle. Par ailleurs, tout comme en Petite Section, leurs compétences psychomotrices restent encore limitées. Ces deux caractéristiques induisent un seuil moins élevé que dans les autres épreuves.

En Grande Section, les enfants finissent par égaliser leurs performances dans toutes les activités de dénombrement proposées, à l'exception du sifflet. Pourtant, aucune stratégie ne démarque l'épreuve du cheval de l'épreuve du sifflet. Comment expliquer cette différence ? Pour cela, il faut s'intéresser aux caractéristiques de chaque épreuve : l'une demande un dénombrement sur un mode visuel et l'autre sur un mode auditif. Ils parviendraient donc plus facilement à travailler sur un mode visuel qu'auditif, en présence d'événements. Le « pointage auditif » solliciterait plus les capacités attentionnelles quand l'épreuve s'éternise. En effet, les grands, qui comptent loin, doivent maintenir leur attention plus longtemps.

Le dénombrement d'éléments repose sur une bonne élaboration de la chaîne numérique et sur une parfaite maîtrise du pointage manuel. Alors que le dénombrement d'événements ne requiert que la suite numérique.

Par conséquent, le niveau de difficulté serait moins élevé en dénombrement d'événements. Pourtant, les résultats ne sont pas meilleurs dans ce domaine. Donc, le pointage pallierait la difficulté supplémentaire apportée par le spatial.

B) ANALYSE QUALITATIVE

Après avoir étudié les résultats d'un point de vue quantitatif, nous désirons compléter ces conclusions par une analyse plus qualitative.

Il nous semble important d'aborder cet aspect car les chiffres ne peuvent rendre compte seuls du fonctionnement de tous les enfants. L'observation des comportements, pendant la passation des épreuves, reste primordiale pour tenter d'expliquer les performances et les stratégies de chaque enfant. Nous souhaitons notamment mettre en évidence certains fonctionnements atypiques, omis dans ce premier chapitre « quantitatif ».

Nous essaierons donc d'élaborer des réponses à la problématique posée en se basant sur les conclusions de l'analyse quantitative. Ces hypothèses explicatives seront enrichies par certaines descriptions d'enfants au comportement étonnant.

Mais auparavant, commentons l'épreuve des croix qui n'avait pu être exploitée sur un plan quantitatif.

Par souci de confidentialité, nous changerons le prénom de chaque enfant testé qui fait l'objet d'une description plus précise.

1- Le dénombrement spontané : l'épreuve des croix

A travers l'épreuve des « Croix », nous attendions de la part des enfants la mise en place d'un dénombrement spontané sans réponse à une demande explicite.

De part l'omniprésence des activités de dénombrement dans la vie quotidienne, nous pensions que les enfants adopteraient un comportement de quantification sans y être invités. Mais contrairement à nos attentes, seuls trois enfants sur 81 ont spontanément dénombré les croix dessinées devant eux.

Nous remarquons que Ségolène, l'une de ces enfants, est décrite par son institutrice comme très active et présentant des difficultés de concentration. Dans les autres activités que nous lui proposons, nous relevons en effet un manque d'attention, notamment dans l'activité des « sauts » et celle du « sifflet ». Cette petite fille de Grande Section, très vive, ne pouvait se contenter de regarder l'examineur dessiner sans rien faire ! Elle a donc spontanément adopté un comportement de dénombrement en cours d'épreuve. Mais pourquoi choisit-elle justement ce type d'activité et pas une autre ?

José, en Petite Section, réalise quant à lui une correspondance terme à terme avec les doigts. On ne peut parler de réel dénombrement, mais cet enfant se lance quand même dans cette activité sans demande explicite de l'adulte, et dit « *compter des étoiles* ». Ce comportement, souvent rencontré chez les enfants de Petite Section en réponse à la question « combien ? », est à prendre en compte car il correspond aux prémices d'un dénombrement.

Enfin, Frédéric, qui est en Grande Section, fait quelques commentaires au début de l'épreuve. Puis, il se contente d'observer l'examineur qui dessine les croix devant lui. Quand ce dernier s'arrête à la dix-septième croix, Frédéric s'écrit alors : « dix-huit ! ». En l'absence de dénombrement explicite, nous pouvons penser, malgré l'erreur de quantification, que Frédéric a dénombré les croix pendant l'épreuve. Son comportement s'avère similaire dans les autres activités : il utilise un pointage visuel, dénombre à voix basse et répond très rapidement. Il a donc pu commettre une erreur de pointage et arriver ainsi à ce résultat.

Ces exemples de dénombrements spontanés ne représentent pas la majorité des enfants de maternelle. Ils sont au contraire des exceptions, qui témoignent de la singularité de chaque enfant.

En règle générale, la majorité des enfants observe silencieusement l'examineur tracer les croix. D'autres font des commentaires ou demandent à l'examineur « qu'est-ce que tu fais ? ». Une fois les croix dessinées, beaucoup ont un air interrogatif. Dans l'ensemble, ils attendent la question : « tu sais combien de croix il y a ? » pour adopter un comportement de dénombrement. Quelques enfants répondent tout simplement « non » et ne se lancent pas dans une activité de dénombrement. L'âge n'a pas d'influence sur les comportements des enfants.

Nous pouvons déduire de ces observations des conditions nécessaires à l'initiation d'un comportement de dénombrement chez l'enfant. L'envie (de connaître le nombre de cadeaux que j'ai sous le sapin par exemple) et le besoin (de dénombrer une collection pour répondre à une question dans un jeu par exemple) sont deux éléments moteurs à prendre en compte pour induire une activité de quantification.

Par conséquent, dans la prise en charge des enfants en difficulté, nous ne pouvons attendre d'eux un dénombrement spontané. Nous tâcherons de fournir à ces enfants une demande explicite pour connaître le cardinal de telle ou telle collection, ou de les placer dans une situation qui nécessite un, voire plusieurs dénombrements (jeux symboliques, jeux de société...).

2- Réponses qualitatives à la problématique

Précédemment, nous avons démontré statistiquement des écarts de performance entre les activités de dénombrement d'éléments et les activités de dénombrement d'événements en fonction du niveau de l'enfant. Nous essaierons de comparer ces deux grands groupes d'épreuves pour en tirer une meilleure compréhension de cette différence de performance, qui évolue avec le temps.

Comment peut-on expliquer ce phénomène en se basant sur les caractéristiques de chaque épreuve et sur le comportement des enfants ? Pourquoi les enfants n'ont-ils pas plus de facilité à dénombrer des événements, quand l'hypothèse de Fuson laissait présager au contraire une plus grande habileté dans ce domaine ?

Pour répondre à ces questions, nous développerons les notions suivantes :

- a. La fréquence d'utilisation plus importante de certains types de dénombrement
- b. La non-participation aux épreuves
- c. Le paramètre attentionnel
- d. Les stratégies mises en place en fonction de la situation

a) L'habitude

Que ce soit chez eux ou à l'école, les enfants ont essentiellement l'habitude de dénombrer des collections d'objets. Ils sont très peu sollicités pour dénombrer des collections d'événements temporels. L'apprentissage du comptage passe en effet par des activités de dénombrement d'éléments, et le pointage s'enseigne à l'école avec l'utilisation d'objets. De plus, la question « combien » posée par l'entourage fait le plus souvent référence à des objets (jouets, nourriture...).

Ces nombreuses expériences, plus fréquentes dans la vie de tous les jours, permettraient d'expliquer de meilleures performances en dénombrement d'éléments. Or cette hypothèse ne se vérifie que partiellement. Les enfants de Petite Section, aux performances semblables dans toutes les situations, progressent ensuite autant en dénombrement d'éléments qu'en dénombrement d'événements auditifs et visuels. Seul le dénombrement d'événements kinesthésiques est moins bien réussi en Moyenne Section. Puis, les enfants de Grande Section finissent par obtenir des résultats équivalents dans toutes les épreuves, excepté lors du dénombrement d'événements auditifs. D'après les moyennes calculées, nous ne pouvons pas vraiment parler de corrélation entre « l'entraînement » et les performances réalisées. Cependant, les examinateurs ont pu apprécier une plus grande aisance des enfants en dénombrement d'éléments, sans doute liée à l'habitude.

b) La non-participation aux épreuves

Nous avons relevé une proportion importante d'enfants qui refusaient de participer à une ou plusieurs épreuves de dénombrement d'événements. Nous proposons plusieurs explications à ces oppositions.

La fatigue peut jouer sur l'envie de l'enfant à répondre aux sollicitations de l'adulte. La durée de l'ensemble des épreuves peut entraîner un manque de motivation et d'énergie. Les trois dernières épreuves étant les épreuves de dénombrement d'événements, on peut se demander s'il existe un lien entre les résultats obtenus dans ces activités et l'état de fatigue des enfants.

Nous avançons, par ailleurs, une autre explication : les enfants ne comprenaient pas la consigne ou ne parvenaient pas à trouver de stratégie adaptée à la situation. Ces enfants, pour la majorité en Petite et Moyenne Section, étaient tout simplement incapables d'effectuer un dénombrement d'événements. Alors que d'autres enfants tentent de résoudre le problème posé par la situation, ces enfants n'essaient pas de trouver une solution.

Certains enfants donnaient une explication à leur non-participation. Par exemple, l'un d'entre eux qui ne voulait pas réaliser l'épreuve des sauts, a prétexté « ne sauter que chez lui ! ». Ce genre de commentaire est difficile à interpréter. Nous pouvons penser que l'enfant tient à échapper à cette épreuve sans connaître la véritable raison de ce refus. S'agit-il d'un manque d'envie ou d'une incapacité à dénombrer dans cette situation précisément ?

c) Le paramètre attentionnel

Nous avons déjà évoqué cet aspect dans l'analyse quantitative. L'attention nous semble être l'une des raisons explicatives de l'échec des enfants dans certains cas. Les différentes épreuves ne solliciteraient pas de la même manière cette fonction exécutive, ce qui déterminerait les écarts de performance observés d'une activité à une autre. Nous dégageons trois points qui définissent le lien entre performance et attention.

➤ L'attrait du matériel

L'attention augmente avec l'intérêt que l'enfant porte au matériel qu'on lui présente. Lors de la construction des épreuves, cet aspect a été pris en compte. Le matériel a judicieusement été choisi pour être le plus ludique possible. Pendant la passation, les jetons et surtout les planches d'animaux colorés attirent beaucoup les enfants, qui souvent redemandent à l'adulte une nouvelle quantité à dénombrer. Ils apprécient aussi le petit cheval en plastique et réclament souvent de jouer avec lui. En revanche, le sifflet et l'activité physique sont beaucoup moins attrayants. Or ces deux dernières épreuves citées correspondent aux épreuves moins bien réussies, l'une en Moyenne Section et l'autre en Grande Section. Le manque d'attrait des activités influe peut être sur les performances de ces enfants.

➤ L'enfant actif ou passif

Dans les deux premières épreuves, l'enfant a la possibilité de manipuler ou de toucher les éléments. Il est alors au cœur de l'action et l'examineur le regarde faire. Même en cas de rupture d'attention, l'enfant peut rectifier son erreur ou reprendre entièrement son dénombrement.

L'épreuve des sauts implique également l'enfant corporellement, mais de manière plus globale, ce qui peut limiter ses capacités attentionnelles relatives au dénombrement. Cette hypothèse permettrait de comprendre les résultats des enfants de Moyenne Section dans ce domaine. Ces enfants, aux habiletés corporelles encore fragiles, manqueraient donc de ressources attentionnelles. Avec l'âge, les enfants, libérés de cette contrainte physique, seraient par conséquent plus disponibles et maintiendraient plus facilement leur attention dans cette épreuve.

Par ailleurs, la passivité imposée par l'épreuve du sifflet et du cheval semble mal supportée par les enfants. Maintenir son attention dans de telles conditions est difficile pour beaucoup d'enfants, qui finissent souvent par bouger et par porter leur attention sur autre chose que l'activité de dénombrement en cours. Malgré cette passivité commune aux deux épreuves, les résultats des enfants ne sont pas comparables en Grande Section. Ils réalisent de moins bonnes performances lors du dénombrement d'événements sonores. La nature des événements semble jouer sur les capacités attentionnelles des enfants de Grande Section. Chez ces enfants, l'attention visuelle serait mieux contrôlée et surtout maintenue plus longtemps que l'attention auditive. On retrouve, en effet, cette attention visuelle dans tous les dénombrements d'objets et d'images, ce qui expliquerait les résultats similaires entre ce type d'épreuves et l'activité de dénombrement des sauts du cheval.

➤ La durée des épreuves

Le maintien de l'attention dépend également de la durée des épreuves. Les situations de dénombrement d'événements tout particulièrement demandent un maintien prolongé de cette attention. Chez les grands notamment, l'enfant ne peut anticiper la fin du dénombrement car l'examineur attend une erreur de la part de l'enfant pour arrêter l'activité.

L'attention doit être constante pour discriminer chaque événement. Le niveau de réussite dépend de la possibilité de l'enfant à maintenir une attention divisée. A la moindre rupture d'attention, l'enfant commet une erreur de synchronisation ou une erreur sur la chaîne numérique. Pourtant, l'observateur a toujours l'impression que l'enfant a les capacités pour aller plus loin.

d) Les stratégies adaptées à la situation

Les stratégies employées peuvent en partie expliquer la performance des enfants. Chaque situation implique un comportement différent et plus ou moins bien maîtrisé par l'enfant. La majorité des enfants s'adapte à la situation proposée mais certains développent des stratégies parallèles aux stratégies attendues.

➤ La correspondance terme à terme

Chez les petits, pour dénombrer des objets ou des images, la stratégie privilégiée correspond au pointage manuel mais certains enfants répondent encore à la question « combien » en réalisant une correspondance terme à terme avec les doigts. Ces enfants, qui appliquent cette stratégie, dévoilent pourtant des fonctionnements très différents :

- Certains ne produisent jamais de mots-nombres et se contentent d'établir une correspondance terme à terme entre leurs doigts et les éléments de la collection. Ils montrent ensuite la collection de doigts qu'ils ont formée en guise de réponse à la question « combien ? ».

- D'autres commencent par réaliser une correspondance terme à terme entre leurs doigts et les éléments à dénombrer, puis produisent un mot-nombre final censé représenter la collection de doigts qu'ils ont constituée. Certains enfants peuvent alors montrer trois doigts à l'examineur et dire « quatre ». Ces enfants, qui ne coordonnent pas encore le pointage et la chaîne numérique, procèdent à un dénombrement par étapes successives. Ils constituent d'abord une collection de doigts (par correspondance terme à terme) puis à l'aide de leurs représentations des nombres par constellations, ils produisent le mot-nombre adéquat.

- Parfois, la correspondance se réalise à distance des éléments à dénombrer. Certains enfants n'éprouvent pas le besoin d'approcher leurs doigts des éléments. En général, ce type de correspondance terme à terme n'aboutit pas à une équivalence correcte entre le nombre de doigts et le nombre d'éléments de la collection.

Toutes ces observations démontrent une grande disparité entre les enfants dans la manipulation et l'application de cette correspondance terme à terme. Chaque enfant de Petite Section adopte un fonctionnement qui lui est propre et nous ne pouvons tirer aucune généralité.

En revanche, nous pouvons souligner le rapport étroit entre stratégie et performance. Le pointage manuel donne de meilleures performances qu'une correspondance terme à terme avec les doigts ou qu'un pointage visuel.

➤ Pointage manuel et principe de stricte correspondance terme à terme

L'utilisation d'un pointage manuel, pour être bénéfique, demande par ailleurs une maîtrise parfaite du principe de correspondance terme à terme.

Intéressons-nous maintenant à Dominique, une enfant de Petite Section, et plus particulièrement à son pointage manuel lors des trois premières épreuves.

La partie stable et conventionnelle de cette petite fille n'est pas très étendue (elle compte sans erreur jusqu'à 2 seulement). Par ailleurs, elle ne commet aucune erreur de pointage à l'épreuve des jetons ni à celle des croix (la quantité maximale proposée étant de cinq éléments). En revanche, lors de l'activité Images 1, Dominique réalise à deux reprises un double pointage manuel de la totalité des images de la collection. C'est-à-dire qu'elle pointe tous les éléments avec un balayage de gauche à droite, puis pointe à nouveau la totalité des images en repartant du premier élément pointé. Pour une collection de trois éléments par exemple, elle réalise six pointages en tout et produit les mots-nombres suivants : 2, 3, 4, 5, 6, 18 (la coordination entre pointage et chaîne numérique est donc correcte).

Par ailleurs, Dominique rencontre de grandes difficultés à accomplir le reste des épreuves. Le pointage visuel est impossible pour elle et elle n'effectue aucun dénombrement d'événements.

Comment expliquer les doubles pointages globaux opérés par cette enfant lors de l'épreuve Images 1 ? Dominique semble ne pas appliquer systématiquement le principe de stricte correspondance terme à terme, qui stipule que chaque élément d'une collection doit être désigné par un mot-nombre et un seul. Nous pouvons également penser que le principe de cardinalité n'est pas encore acquis chez cette petite fille : le mot-nombre qui désigne le dernier élément d'une collection ne représente pas encore le nombre total d'éléments.

Ce qui est surprenant chez Dominique, c'est l'apparente agilité qu'elle montre dans le pointage à l'épreuve des Jetons et cette non-correspondance terme à terme qu'elle effectue lors de l'épreuve Images 1. Ce principe de stricte correspondance n'est pas encore utilisé de manière stable et régulière dans toutes les situations qu'elle rencontre.

➤ Le soutien du pointage manuel

On constate à travers les résultats des différentes épreuves que l'utilisation d'un pointage visuel spontané reste assez limitée, même chez les enfants de Grande Section. Cette stratégie semble plus difficile et plus coûteuse cognitivement que le pointage manuel. Les commentaires des enfants à ce sujet sont nombreux et viennent confirmer cette constatation.

Beaucoup d'enfants ont besoin d'être encouragés dans l'épreuve « Images 2 ». D'autres refusent, par exemple, de réaliser cette tâche plus complexe et expliquent parfaitement leur incapacité à dénombrer de loin les éléments de la collection. On relève des commentaires du type : « *je peux pas compter quand je mets pas mon doigt dessus !* ».

Certains cherchent à tout prix à se rapprocher de la planche d'images (se mettent debout, grimpent sur la table...). Ces enfants tentent de retrouver des conditions plus favorables au dénombrement, et recherchent à utiliser un pointage manuel, même de loin.

Pour cette épreuve, Olivier, un enfant de Moyenne Section, a utilisé un pointage visuel mais en indiquant bien qu'il « *fermait un œil pour être sûr de bien compter tous les animaux de la feuille* ». Cet enfant avait trouvé son propre moyen d'adaptation à la difficulté, que représente le pointage visuel, et pouvait tout à fait justifier son comportement : « *ça m'aide à mieux voir* ».

Enfin, d'autres enfants parviennent à se passer du soutien que représente un pointage manuel et utilisent spontanément un pointage visuel même dans les épreuves où il n'est pas imposé. C'est le cas d'un enfant de Grande Section, Nicolas, qui va jusqu'à déplacer de droite à gauche la planche de dessins et à marquer chaque pointage d'éléments par un hochement de tête vertical. Il atteint, par ailleurs, des seuils supérieurs à la moyenne de son niveau scolaire dans toutes les activités proposées. Ainsi le balayage visuel est soutenu par le déplacement de la planche devant les yeux de l'enfant et le geste d'un pointage manuel est remplacé par un mouvement de tête. Nicolas conserve d'ailleurs ce « pointage » avec la tête lors de l'épreuve Images 2. Ce geste doit sans doute le décharger cognitivement.

Le pointage manuel de loin n'est pas une stratégie plus efficace que le pointage visuel. Pourtant beaucoup d'enfants l'utilisent car ils sont conscients de l'aide que leur apporte habituellement ce geste en situation de dénombrement d'éléments.

➤ Pointage manuel et dénombrement d'événements visuels

Le pointage manuel paraît indispensable à beaucoup d'enfants dans les trois épreuves de dénombrement d'éléments. Pourtant ces mêmes enfants ne déploient pas cette stratégie dans les autres situations. Ils s'adaptent et se contentent de synchroniser les événements avec les mots-nombres. Seuls deux enfants de Moyenne Section et un de Petite Section auront réalisé un étrange pointage manuel lors de l'épreuve du cheval. Voici la description de l'une de ces deux enfants :

Arlette est en Moyenne Section. Elle aura 5 ans dans un peu plus de 2 mois. Voici ses résultats aux différentes épreuves :

- Comptage : suite récitée jusqu'à 26
- Collection de jetons : seuil à 14
- Collection d'image 1 : seuil à 20
- Collection d'images 2 : seuil à 9
- Événements visuels : seuil à 3
- Événements auditifs : seuil à 5
- Événements corporels : seuil à 10

Cette enfant réussit correctement les dénombrements d'éléments. Elle sature même la deuxième épreuve. Cependant, elle réalise une moins bonne performance à la troisième épreuve. Le pointage visuel représente pour elle une difficulté notable. Pour pallier cette difficulté, elle tente dans un premier temps de se rapprocher au plus près des images. Puis, elle utilise un pointage manuel de loin. Pour elle, le geste est un réel soutien dont elle ne peut se passer. A tel point que dans l'épreuve des événements visuels (« cheval »), elle emploie à nouveau ce pointage manuel de manière étonnante.

Arlette suit avec attention les sauts du petit cheval sans rien dire ni bouger. Devant un tel comportement, l'observateur s'arrête au troisième saut du cheval et lui demande alors combien de sauts elle a comptés. Elle se met alors à pointer les endroits où le cheval a exécuté ses sauts en y associant un mot-nombre à chaque fois. En revivant les événements successifs qu'elle a vus, elle parvient à dénombrer correctement une collection de trois sauts, mais au-delà, Arlette commet des erreurs de pointage (par oublis d'événements).

Ce fonctionnement plutôt lourd cognitivement la fait échouer rapidement car il suppose une mémorisation de la totalité des sauts. Que signifie ce comportement ? Pourquoi cette enfant ne produit-elle pas les mots-nombres pendant l'exécution des sauts ?

La plupart des enfants de maternelle adaptent leur stratégie à la situation et par conséquent, abandonnent le pointage gestuel pour dénombrer des événements. Arlette conserve un pointage « spatial », même dans une situation qui implique uniquement la gestion du temporel. Elle ne parvient pas à trouver seule une stratégie moins coûteuse.

Arlette adopte le même comportement à l'épreuve du sifflet. Encore une fois, elle ne dit rien et ne fait rien pendant la production des coups de sifflet, mais revit l'enchaînement des événements auditifs après coup.

Elle mémorise la séquence des sons entendus puis énonce une suite de mots-nombres. Elle réussit cette correspondance pour trois, quatre et cinq coups de sifflet. Au-delà, la mémorisation devient difficile et Arlette commet des erreurs.

Ce comportement ne se retrouve pas dans le dénombrement d'événements kinesthésiques. Elle est capable à plusieurs reprises de coordonner ses sauts avec les mots-nombres.

➤ Justification par addition

Le pointage manuel n'est pas exploité par tous les enfants dans les trois premières épreuves. Une minorité choisit un pointage visuel. Dans ce cas, l'examineur demande à l'enfant une explication de sa réponse. Une justification étonnante d'un enfant de Grande Section nous a tout particulièrement interpellées.

François, petit garçon de 5 ans et 1 mois, fait partie des plus jeunes enfants de Grande Section. Il compte jusqu'à 49 à deux reprises. Lors des trois épreuves de dénombrements d'éléments, il ne manifeste aucune stratégie visible : il ne compte pas à haute voix et n'effectue aucun pointage manuel. Ces résultats s'en ressentent. Il obtient de faibles scores pour un enfant de cet âge :

- seuil à 6 pour les collections de jetons
- seuil à 5 pour l'épreuve Images 1 avec pointage manuel possible
- seuil à 5 également pour l'épreuve Images 2 avec pointage visuel imposé

L'observateur, intrigué, lui demande comment il fait pour obtenir ces résultats. Face à des collections importantes, François ne donne pas la bonne quantité et se justifie en disant : « *je compte dans ma tête* ».

Pour des quantités inférieures ou égales à six, il donne à plusieurs reprises une justification par addition. Pour une collection de cinq jetons, il explique : « *car 2 + 3 = 5* » en désignant du doigt les groupes de jetons qu'il a formés sans les déplacer. De même pour six jetons, il explique : « *car 3 et 3* ».

Ces justifications, par ailleurs correctes, nous interrogent sur le fonctionnement de cet enfant. François utiliserait le subitizing pour dénombrer des sous-groupes d'éléments qui composent les petites collections. Puis, il additionnerait ces deux nombres cardinaux uniquement par mémorisation de la somme ou par réel calcul, en réalisant un « surcomptage » (notion abordée en Grande Section). Au vue des réponses de François, nous ne pouvons choisir entre ces deux possibilités. Il ne produit en effet que « 3 et 3...6 » et « 2 + 3...5 ». Face à des quantités d'objets supérieures à six, il semble pourtant réaliser un dénombrement par pointage visuel mais commet toujours une erreur.

Dans les épreuves de dénombrements d'événements, il obtient (sans plafond) :

- 19 à l'épreuve de dénombrement d'événements visuels (« cheval »)
- 9 à l'épreuve de dénombrement d'événements auditifs (« sifflet »)
- 9 à l'épreuve de dénombrement d'événements kinesthésiques (« sauts »)

Pendant ces trois épreuves, François bouge énormément et n'arrive pas à maintenir son attention. Malgré des scores inférieurs à la moyenne des enfants de son âge, il semble quand même plus à l'aise sur le versant temporel que sur le versant spatial.

Conclusion :

D'un point de vue qualitatif, nous estimons que les enfants montrent une plus grande assurance en dénombrement d'éléments. Ils semblent mieux gérer cette situation à laquelle ils sont plus souvent confrontés. D'ailleurs, ils mettent en place des stratégies, dont la plupart semblent adaptées et soutiendraient les capacités attentionnelles. Néanmoins, certains enfants se démarquent par leur comportement inattendu, ce qui révèle un fonctionnement propre à chacun.

C) CRITIQUES

A l'issue de la passation du test et de l'analyse des résultats, nous avons mis à jour quelques remarques. Dégageons les points sur lesquels des modifications auraient pu être apportées :

1- Du test

a) Durée des épreuves

Le test dure en moyenne dix minutes avec les petits, quinze minutes avec les moyens et vingt minutes avec les grands. Une lassitude peut apparaître au cours de la passation et l'attention requise pendant les épreuves peut faire défaut aux enfants au bout d'un certain temps. Pour limiter ce phénomène, nous aurions pu envisager de proposer trois activités à l'enfant, et un autre jour lui présenter les activités restantes.

b) Le matériel

Lors de l'élaboration des épreuves, nous avons basé le choix de la taille des collections sur les seuils décrits dans les littératures actuelles. Or, les enfants de Grande Section dénombrent bien au-delà de ces seuils. Proposer des collections d'objets ou d'images plus importantes, sans plafond fixé à vingt, aurait permis une comparaison plus facile avec les activités de dénombrement d'événements dont les quantités n'étaient pas limitées. De plus, les types d'erreurs commises en Grande Section restent souvent inconnus car les enfants atteignent majoritairement le plafond. Sans plafond, nous n'aurions pas comptabilisé autant d'erreurs indéterminées.

c) Un échantillon plus important

Un plus grand nombre d'enfants testés aurait permis une analyse plus fine de l'influence de certains paramètres, notamment de l'âge précis des enfants. Nous aurions ainsi constitué des groupes d'enfants plus conséquents (par tranche d'âge de trois mois) et les résultats auraient sans doute été plus probants.

d) Absence d'épreuves complémentaires

Après avoir analysé tous les résultats, nous constatons qu'il aurait été très intéressant de pouvoir tester l'attention et la mémoire des enfants. De cette façon, nous aurions pu compléter certaines de nos hypothèses ou expliquer certains comportements.

2- De la passation

a) Respect des consignes

Face aux enfants, l'observateur a mis en place des comportements spontanés pour s'adapter au mieux à l'enfant, pour le stimuler ou l'intéresser aux épreuves. C'est pourquoi les consignes établies au préalable n'ont pas toujours été respectées. L'examineur aura parfois transformé certaines instructions quand l'enfant semblait ne pas comprendre ou ne pas entrer dans l'activité.

b) Circonstances identiques

Dans des conditions optimales, chaque enfant devrait être testé dans les mêmes lieux et au même moment de la journée. Ce qui est toutefois difficilement réalisable. Nous avons dû composer avec les locaux libres de l'école (pas toujours très calmes) et les activités propres à la classe (récréation, sport...).

c) Epreuves d'événements

L'observateur, qui imposait le rythme de la succession des événements (visuels ou auditifs) ne pouvait donc pas proposer une séquence identique d'un enfant à l'autre. Nous aurions pu envisager un enregistrement vidéo et audio des différents événements et ainsi toujours proposer aux enfants les mêmes séquences temporelles.

IV- CONCLUSION

Les théories actuelles sur le dénombrement s'opposent encore de nos jours. Quand certains poursuivent les recherches sur l'innéisme des compétences numériques chez le bébé pour confirmer les principes définis par Gelman et Gallistel, d'autres s'évertuent à prouver l'importance des répétitions, des expériences de l'enfant et du rôle essentiel de l'enseignement.

L'étude, que nous avons menée, a tenté d'apporter de nouveaux éléments sur ce processus de quantification. Nous établissons que, la performance des enfants est équivalente dans toutes les situations de dénombrement proposées. L'analyse des seuils moyens atteints dans chaque niveau à chaque épreuve met en évidence une habileté quasi identique (d'un point de vue statistique) des enfants dans les activités de dénombrement d'éléments et d'événements.

L'infériorité des scores obtenus en dénombrement d'événements kinesthésiques (en Moyenne Section) et en dénombrement d'événements auditifs (en Grande Section) ne semble pas liée à une incompréhension du principe de dénombrement, mais à des facteurs externes définis par la situation, tels que le maintien de l'attention et les compétences psychomotrices.

L'hypothèse, tirée de la proposition de Fuson, ne se vérifie donc pas dans les résultats de cette étude. Les activités de dénombrement purement temporelles ne sont pas mieux maîtrisées par les enfants de Maternelle, voire même moins facilement appréhendées d'un point de vue qualitatif. En effet, même si les comparaisons de moyennes ne dévoilent pas de différences significatives entre « événements » et « éléments », dénombrer des événements s'avère moins évident pour ces enfants.

Toutefois, le dénombrement d'éléments n'est pas efficient dans toutes les situations. En situation de pointage visuel, les résultats des enfants n'égalisent pas les scores obtenus en dénombrement d'événements. C'est pourquoi, le pointage manuel représente donc une stratégie nécessaire à la réussite des enfants en dénombrement d'éléments.

Nous confirmons alors les propos de DiRusso (1999), cités dans la première partie, qui expliquait que « *le geste permet d'alléger la mémoire de travail et par conséquent de libérer des ressources cognitives en les rendant disponible pour d'autres traitements tels que la récitation de la chaîne numérique ou la coordination entre les mots-nombres et les cibles* ».

Nous ajoutons que le pointage manuel permet aux enfants de gérer le paramètre spatial du dénombrement d'éléments et de dépasser cette difficulté de coordination spatio-temporelle évoquée par Fuson.

Par ailleurs, les moyens utilisés pour répondre à la question « combien ? » sont propres à chaque enfant. Malgré une certaine régularité des stratégies employées au sein de chaque niveau et en fonction de la situation, nous observons de grandes disparités dans le comportement des enfants de Maternelle. L'analyse qualitative a pu développer certaines de ces attitudes singulières et ainsi témoigner du fonctionnement individuel de chaque enfant. Cet aspect nous permet d'avancer l'idée que chaque enfant est unique dans son développement, sa recherche, et son adaptation à une situation donnée.

A la suite de notre étude, nous ne pouvons dire s'il existe un profil particulier prédictif de bonnes compétences arithmétiques, ni déterminer les enfants qui rencontreront des difficultés dans ce domaine. De nombreux facteurs externes (environnement familial, pédagogie de l'école...), sur lesquels nous n'avons pas de prise, cohabitent avec les caractéristiques propres de l'enfant (ressources cognitives, caractère...). L'ensemble de ces éléments définira l'évolution des aptitudes de l'enfant.

En revanche, nous connaissons les composantes nécessaires à un dénombrement correct (pointage, chaîne numérique, coordination, connaissance des principes fondamentaux) et nous pouvons ainsi situer l'enfant dans la maîtrise de ces paramètres. Nous constatons d'ailleurs une corrélation entre performance en comptage et capacité à dénombrer. Or nous savons que le dénombrement constitue le noyau des futurs apprentissages arithmétiques. Par conséquent, la prise en charge d'un enfant pour des difficultés logico-mathématiques nécessite l'évaluation précise de cette activité de dénombrement, à partir d'un matériel varié pour constater les différentes stratégies mise en place par l'enfant en fonction de la situation. En se basant sur le fonctionnement de l'enfant, le thérapeute aura ensuite pour mission de lui fournir des situations adaptées et lui permettre d'expérimenter de nouvelles stratégies.

Il nous reste encore à préciser la relation entre les compétences en dénombrement et celles nécessaires à la réussite des activités arithmétiques. Il serait donc intéressant de suivre les enfants de cette étude dans les quelques années à venir et d'évaluer leurs futures compétences mathématiques. Existerait-il des indices dans le comportement des enfants de Maternelle qui annonceraient des difficultés d'ordre arithmétique à l'école Primaire ?

Il s'agirait également d'approfondir l'accès à la notion de quantité, omis dans cette étude. Pour certains enfants, le dernier mot-nombre produit ne représente pas encore l'ensemble des éléments ou événements de la collection. Or cette notion est incontournable dans la compréhension et l'élaboration du nombre.

L'activité de dénombrement est loin d'avoir livré tous ses secrets...

ANNEXES

Annexe 1 : Exemples de planche d'animaux pour les épreuves Images 1 et Images 2



Annexe 2 : Feuille de passation

Nom :
Prénom :
Date de naissance :
Sexe :
Niveau :

Date de passation :
Heure de passation :
Durée de passation :

I – CHAINE NUMERIQUE :

Premier essai : « Compte le plus loin possible que tu peux. »

Deuxième essai : « Ohlala c'est bien ! Tu veux bien recommencer encore une fois ? »

Premier essai												
Deuxième essai												

II – COMPTAGE SPONTANE :

D'abord : « on va faire quelque chose ensemble » puis « Tu sais combien il y a de croix sur la feuille? »

Quantité Proposée	Dénombrement	Stratégies	Comportements et productions ?
	<input type="checkbox"/> correct <input type="checkbox"/> incorrect :.....	<input type="checkbox"/> compte spontanément les croix dessinées devant lui <input type="checkbox"/> compte quand la question « combien » est posée	

III – COLLECTIONS D'OBJETS :

- **Jetons :**

Quantité proposée	Dénombrement correct ?	Types d'erreurs	Stratégies	Observations et précisions sur erreurs et stratégies
	OUI NON :....	COOR PTG (O - Dbl) NUM	DEPL PM PV	
	OUI NON :....	COOR PTG (O - Dbl) NUM	DEPL PM PV	
	OUI NON :....	COOR PTG (O - Dbl) NUM	DEPL PM PV	
	OUI NON :....	COOR PTG (O - Dbl) NUM	DEPL PM PV	
	OUI NON :....	COOR PTG (O - Dbl) NUM	DEPL PM PV	
	OUI NON :....	COOR PTG (O - Dbl) NUM	DEPL PM PV	
	OUI NON :....	COOR PTG (O - Dbl) NUM	DEPL PM PV	

- **Planches de dessins (PM possible) :**

Quantité proposée	Dénombrement correct ?	Types d'erreurs	Stratégies	Observations et précisions sur erreurs et stratégies
	OUI NON :....	COOR PTG (O - Dbl) NUM	PM PV	
	OUI NON :....	COOR PTG (O - Dbl) NUM	PM PV	
	OUI NON :....	COOR PTG (O - Dbl) NUM	PM PV	
	OUI NON :....	COOR PTG (O - Dbl) NUM	PM PV	
	OUI NON :....	COOR PTG (O - Dbl) NUM	PM PV	
	OUI NON :....	COOR PTG (O - Dbl) NUM	PM PV	
	OUI NON :....	COOR PTG (O - Dbl) NUM	PM PV	

- **Planches de dessins (PM impossible, uniquement PV) :**

Quantité proposée	Dénombrement correct ?	Types d'erreurs	Stratégies	Observations et précisions sur erreurs et stratégies
	OUI NON :....	NUM PTG	PM de loin PV	
	OUI NON :....	NUM PTG	PM de loin PV	
	OUI NON :....	NUM PTG	PM de loin PV	
	OUI NON :....	NUM PTG	PM de loin PV	
	OUI NON :....	NUM PTG	PM de loin PV	
	OUI NON :....	NUM PTG	PM de loin PV	
	OUI NON :....	NUM PTG	PM de loin PV	

IV - EVENEMENTS VISUELS:

« Regarde j'ai apporté un petit cheval. Il va sauter et toi tu vas compter combien de sauts il fait ??? »

Quantité proposée	Dénombrement correct ?	Type d'erreurs	Stratégies	Observations et précisions sur erreurs et stratégies
	OUI NON :.....	NUM SYNCH	VH Doigts VB Tête CTT Main	
	OUI NON :.....	NUM SYNCH	VH Doigts VB Tête CTT Main	
	OUI NON :.....	NUM SYNCH	VH Doigts VB Tête CTT Main	
	OUI NON :.....	NUM SYNCH	VH Doigts VB Tête CTT Main	
	OUI NON :.....	NUM SYNCH	VH Doigts VB Tête CTT Main	
	OUI NON :.....	NUM SYNCH	VH Doigts VB Tête CTT Main	
	OUI NON :.....	NUM SYNCH	VH Doigts VB Tête CTT Main	
	OUI NON :.....	NUM SYNCH	VH Doigts VB Tête CTT Main	

V – EVENEMENTS AUDITIFS :

« Attention, maintenant je vais souffler dans ce sifflet (lui montrer le sifflet). Comme ceci (donner un exemple de coup de sifflet). Je vais me cacher la bouche avec une feuille et je vais encore souffler dans le sifflet, mais plusieurs fois. Tu essaieras de me dire combien de coups de sifflet tu entends, d'accord? »

Quantité proposée	Dénombrement correct ? Production de l'enfant ?	Type d'erreurs	Stratégies	Observations et précisions sur erreurs et stratégies
	OUI NON :	NUM SYNCH	VH Doigts VB Tête CTT Main	
	OUI NON :	NUM SYNCH	VH Doigts VB Tête CTT Main	
	OUI NON :	NUM SYNCH	VH Doigts VB Tête CTT Main	
	OUI NON :	NUM SYNCH	VH Doigts VB Tête CTT Main	
	OUI NON :	NUM SYNCH	VH Doigts VB Tête CTT Main	
	OUI NON :	NUM SYNCH	VH Doigts VB Tête CTT Main	
	OUI NON :	NUM SYNCH	VH Doigts VB Tête CTT Main	

VI – ACTIVITE MOTRICE :

« Tu vas sauter à pieds joints/comme ça (faire une démonstration si nécessaire) en comptant jusqu'à x »

Quantité proposée	Dénombrement correct ?	Type d'erreurs	Stratégies	Observations et précisions sur erreurs et stratégies
	OUI NON :	NUM SYNCH (O – Dbl) Mémoire	VH S/C VB C/S CTT Coord Rth: reg / nonreg	
	OUI NON :	NUM SYNCH (O – Dbl) Mémoire	VH S/C VB C/S CTT Coord Rth: reg / nonreg	
	OUI NON :	NUM SYNCH (O – Dbl) Mémoire	VH S/C VB C/S CTT Coord Rth: reg / nonreg	
	OUI NON :	NUM SYNCH (O – Dbl) Mémoire	VH S/C VB C/S CTT Coord Rth: reg / nonreg	
	OUI NON :	NUM SYNCH (O – Dbl) Mémoire	VH S/C VB C/S CTT Coord Rth: reg / nonreg	
	OUI NON :	NUM SYNCH (O – Dbl) Mémoire	VH S/C VB C/S CTT Coord Rth: reg / nonreg	

Annexe 3 : Traduction des abréviations de la grille de passation

1. Dans les types d'erreur :

- **COOR** (erreur de coordination entre la chaîne numérique et le pointage)
- **PTG** (erreur de pointage soit par double pointage « **Dbl** » soit par oubli « **O** » d'élément)
- **NUM** (erreur dans la chaîne numérique)
- **SYNCH** (erreur de synchronisation entre les événements temporels et l'énonciation des mots nombres)
- **MEMOIRE** (l'enfant ne s'arrête pas au nombre demandé)

2. Dans les types de stratégie :

- **DEPL** (déplacement des objets)
- **PM** (pointage manuel)
- **PV** (pointage visuel)
- **PM de loin** (pointage manuel de loin)
- **VH** (production des mots-nombres à voix haute)
- **VB** (pas d'énonciation orale de la chaîne numérique)
- **CTT** (correspondance terme à terme entre les doigts de l'enfant et les éléments à dénombrer)
- **Doigts** (utilisation d'un doigt pour pointer les événements temporels)
- **Tête** (mouvement de la tête à chaque événement temporel)
- **Main** (mouvement de la main à chaque événement temporel)
- **S/C** (saute puis énonce un mot nombre)
- **C/S** (énonce un mot nombre puis saute)
- **Coord** (saute et énonce un mot nombre en même temps)

- Rythme rég/ nonrég (l'enfant saute de manière régulière ou irrégulière)

Annexe 4 : Autorisation parentale

Université de Nantes
Faculté de Médecine - Ecole d'Orthophonie
Année 2006/2007

Objet : Demande de participation à une étude statistique sur le dénombrement chez des enfants de maternelle

Madame, Monsieur,

Etudiantes en quatrième année d'orthophonie, dans le cadre de notre mémoire de fin d'étude, nous souhaiterions étudier les disparités intra et inter-individuelles chez des enfants de maternelle dans différentes situations de dénombrement. Le dénombrement étant à la base des futurs apprentissages arithmétiques, il nous semble intéressant de rechercher le fonctionnement des enfants en fonction du type d'activité nécessitant un comptage.

Pour cela, nous voulons proposer à des enfants de chaque section quelques situations ludiques de dénombrement. Le temps de passation sera d'environ 15 minutes. Par nécessité de rigueur scientifique, nous avons besoin de voir les enfants en individuel, chose possible au sein de l'école. Sachez que le nom de votre enfant ne paraîtra pas dans les résultats de cette étude, ni aucune information personnelle.

Si vous souhaitez de plus amples informations n'hésitez pas à nous contacter.

En espérant que vous répondrez favorablement à notre requête, nous vous adressons nos sincères salutations.

Mlle DEBOUVRY Maïté et Mlle MERCERON Olivia

Autorisation parentale

Je soussigné(e)
autorise mon fils – ma fille à participer à
l'étude menée par Mlle DEBOUVRY Maïté et Mlle MERCERON Olivia durant l'année
scolaire 2006/2007 dans le cadre de leur mémoire de fin d'étude d'orthophonie.

Fait le à

Signature :

Annexe 5 : Seuils de chaque enfant dans les six épreuves

	Chaîne numérique verbale	Jetons	Images 1	Images 2	Événements visuels	Événements auditifs	Événements kinesthésiques
Grande section :							
Sujet 1 (03/01/01)	39	20	20	20	39	39	15
Sujet 2 (19/01/01)	49	20	20	20	49	49	29
Sujet 3 (21/01/01)	39	20	20	18	8	15	17
Sujet 4 (20/02/01)	49	20	20	20	59	49	30
Sujet 5 (21/02/01)	29	20	20	12	17	7	18
Sujet 6 (24/02/01)	29	20	20	15	29	22	29
Sujet 7 (16/03/01)	59	20	20	19	49	5	20
Sujet 8 (16/03/01)	27	20	20	19	28	21	21
Sujet 9 (20/03/01)	16	15	15	15	3	16	16
Sujet 10 (31/03/01)	49	20	20	20	49	7	33
Sujet 11 (12/04/01)	39	20	20	8	39	5	20
Sujet 12 (12/06/01)	16	20	20	20	39	39	Ø
Sujet 13 (23/06/01)	59	20	20	5	13	9	10
Sujet 14 (16/06/01)	15	5	6	6	15	15	23
Sujet 15 (28/06/01)	19	20	20	20	39	29	39
Sujet 16 (12/07/01)	19	17	18	7	30	6	8
Sujet 17 (10/08/01)	29	16	20	20	29	29	15
Sujet 18 (04/09/01)	39	20	19	8	39	25	8
Sujet 19 (26/09/01)	19	17	19	15	19	10	19
Sujet 20 (26/10/01)	29	13	13	13	16	6	13
Sujet 21 (27/10/01)	59	20	20	20	29	20	20
Sujet 22 (07/11/01)	39	20	20	19	39	39	29

Sujet 23 (18/11/01)	28	20	20	20	19	27	28
Sujet 24 (23/11/01)	29	20	20	7	29	29	13
Sujet 25 (04/12/01)	20	13	10	5	23	12	21
Sujet 26 (12/12/01)	49	6	5	5	29	9	19
Sujet 27 (18/12/01)	49	20	20	20	29	4	13
Sujet 28 (07/01/02)	58	20	20	19	67	69	21

Sujet 17 (09/09/02)	24	19	20	12	24	4	12
Sujet 18 (16/09/02)	14	14	14	14	14	14	5
Sujet 19 (30/09/02)	11	9	5	4	0	0	0
Sujet 20 (19/10/02)	9	10	6	5	11	11	10
Sujet 21 (18/11/02)	14	8	10	5	14	4	2
Sujet 22 (18/12/02)	24	15	14	15	13	13	6
Sujet 23 (20/12/02)	26	6	10	6	22	12	15
Sujet 24 (24/12/02)	3	2	2	1	2	1	∅
Sujet 25 (24/12/02)							
	Chaîne numérique verbale	Jetons	Images 1	Images 2	Événements visuels	Événements auditifs	Événements kinesthésiques
Sujet 26 (30/12/02)		14	14	9	14	14	14
Moyenne section :							
Sujet 1 (17/01/02)	18	4	4	5	11	14	13
Sujet 2 (27/01/02)	30	20	20	20	34	30	10
Sujet 3 (18/02/02)	13	13	13	9	13	4	13
Sujet 4 (03/03/02)	17	17	17	11	17	17	17
Sujet 5 (18/03/02)	15	15	15	∅	15	15	15
Sujet 6 (27/03/02)	59	20	20	20	29	40	20
Sujet 7 (02/04/02)	14	14	14	14	9	15	10
Sujet 8 (17/04/02)	26	14	20	9	3	5	10
Sujet 9 (19/05/02)	15	10	10	8	15	8	8
Sujet 10 (04/06/02)	26	20	20	18	2	24	19
Sujet 11 (14/06/02)	3	∅	∅	3	4	1	2
Sujet 12 (17/06/02)	33	2	2	2	33	14	∅
Sujet 13 (12/07/02)	59	19	20	13	10	44	29
Sujet 14 (25/07/02)	9	15	15	14	15	6	7
Sujet 15 (01/08/02)	7	7	6	6	7	7	2
Sujet 16 (04/08/02)	23	20	20	20	32	15	16

	Chaîne numérique verbale	Jetons	Images 1	Images 2	Événements visuels	Événements auditifs	Événements kinesthésiques
Petite section :							
Sujet 1 (15/01/03)	0	3	3	3	3	2	0
Sujet 2 (18/01/03)	10	5	5	3	10	7	8
Sujet 3 (03/03/03)	2	1	1	1	0	0	1
Sujet 4 (06/03/03)	7	9	6	4	13	0	0
Sujet 5 (12/03/03)	10	11	15	14	9	14	3
Sujet 6 (02/04/03)	4	2	2	2	2	2	Ø
Sujet 7 (07/04/03)	1	4	9	6	3	0	2
Sujet 8 (15/04/03)	9	2	2	2	3	0	4
Sujet 9 (15/04/03)	7	8	8	2	6	3	15

Sujet 10 (25/04/03)	7	5	5	3	3	11	1
Sujet 11 (10/05/03)	14	11	11	9	9	3	3
Sujet 12 (19/05/03)	7	7	5	4	3	5	6
Sujet 13 (27/05/03)	14	6	6	5	9	15	4
Sujet 14 (15/06/03)	7	6	5	2	0	0	0
Sujet 15 (06/08/03)	3	3	4	3	3	0	Ø
Sujet 16 (13/07/03)	14	9	14	6	7	8	9
Sujet 17 (30/08/03)	5	1	1	1	0	0	Ø
Sujet 18 (18/10/03)	3	0	0	2	0	0	0
Sujet 19 (26/10/03)	4	2	5	2	Ø	2	2
Sujet 20 (07/11/03)	4	2	1	4	4	4	0
Sujet 21 (07/11/03)	2	0	0	0	0	0	1
Sujet 22 (10/11/03)	5	5	4	4	13	5	6
Sujet 23 (23/11/03)	4	3	3	2	1	0	1
Toute Petite Section :							
Sujet 25 (03/01/04)	4	0	0	0	3	3	Ø
Sujet 26 (06/01/04)	4	0	0	0	1	1	1
Sujet 27 (26/01/04)	3	1	2	1	3	0	1
Sujet 28 (31/01/04)	5	5	5	2	4	3	0

Annexe 6 : Moyennes obtenues pour la comparaison interindividuelle

➤ **En fonction de l'âge :**

Moyennes pour l'épreuve des jetons par tranche d'âge à chaque section				
	Janvier à Mars	Avril à Juin	Juillet à Septembre	Octobre à Décembre
GS	19,6	17	17,5	16,5
MS	14,8	12	14,7	8,7
PS	5	5,7	5,5	2

Moyennes pour l'épreuve des images I par tranche d'âge à chaque section				
	Janvier à Mars	Avril à Juin	Juillet à Septembre	Octobre à Décembre
GS	19,5	17,2	19	16
MS	14,8	13,2	14,3	8,7
PS	6	5,9	6,25	2,2

Moyennes pour l'épreuve des images II par tranche d'âge à chaque section				
	Janvier à Mars	Avril à Juin	Juillet à Septembre	Octobre à Décembre
GS	17,9	11,8	12,5	13,6
MS	13	10,2	11,9	6,6
PS	5,3	3,9	3,5	2,3

Moyennes pour l'épreuve du cheval par tranche d'âge à chaque section				
	Janvier à Mars	Avril à Juin	Juillet à Septembre	Octobre à Décembre
GS	36,1	29	29,6	26,6
MS	19,8	12,4	17	11,9
PS	5,5	4,2	5,8	3,6

Moyennes pour l'épreuve du sifflet par tranche d'âge à chaque section				
	Janvier à Mars	Avril à Juin	Juillet à Septembre	Octobre à Décembre
GS	27,2	19,4	17,5	18,3
MS	20	13,2	15	8,3
PS	5,75	4,9	2,7	2,75

Moyennes pour l'épreuve des sauts par tranche d'âge à chaque section				
	Janvier à Mars	Avril à Juin	Juillet à Septembre	Octobre à Décembre
GS	22,6	23	12,5	19,5
MS	14,7	11,8	11,8	9,4
PS	3	5	9	1,7

➤ **En fonction du sexe :**

Moyennes obtenues à chaque épreuve en fonctions du sexe pour les GS						
	Jetons	Images 1	Images 2	Cheval	Sifflet	Sauts
Filles	18,8	19,3	17,1	39,3	23,4	20,3
Garçons	17,3	17,1	13,1	29,5	20,7	20,2

Moyennes obtenues à chaque épreuve en fonctions du sexe pour les MS						
	Jetons	Images 1	Images 2	Cheval	Sifflet	Sauts
Filles	10,4	10,8	7,5	14,6	10,9	12
Garçons	14,9	15,1	13,2	15,9	16,9	12,1

Moyennes obtenues à chaque épreuve en fonctions du sexe pour les PS						
	Jetons	Images 1	Images 2	Cheval	Sifflet	Sauts
Filles	5,8	6,2	4,3	5,3	5	4,7
Garçons	3,4	3,9	3,1	3,9	3,7	2,4

Annexe 7 : Résultats des filles et des garçons pour chaque section à l'épreuve de comptage

➤ **Pour les Grands :**

Filles	29	49	39	49	59	58	29	27	19	19	29	28				
Garçons	39	19	49	59	39	16	59	39	39	49	29	16	15	29	20	49

➤ **Pour les Moyens :**

Filles	17	14	13	15	9	7	14	18	26	26	33	15	3
Garçons	59	23	24	30	14	3	7	26	9	14	24	59	11

➤ **Pour les Petits :**

Filles	10	7	3	14	14	2	7	2	7	4	10	
Garçons	3	14	4	1	9	0	5	5	7	4	7	4

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages :

- Bacquet M. (1996) *Les maths sans problèmes ou comment éviter d'en dégoûter son écolier*. Edition Calmann-Lévy.
- Barrouillet P., Camos V. (2006) *La cognition mathématique chez l'enfant*. Marseille : édition Solal
- Baruk Stella. (1985) *L'âge du capitaine : de l'erreur en mathématiques*. Edition du Seuil
- Bibeaud J., Lehalle H., Vilette B. (2004) *La conquête du nombre et ses chemins chez l'enfant*. Presses universitaires du Septentrion
- Bideaud J., Meljac C., Fischer J.P. (1991) *Les chemins du nombre*. Presses universitaires de Lille
- Bideaud J., Lehalle H. (2002) *Le développement des activités numériques chez l'enfant*. Paris : Hermès science publication
- Brissiaud, R. (2005). *Comment les enfants apprennent à calculer*. Edition Retz/Sejer
- Fayol, M. (1990) *L'enfant et le nombre : du comptage à la résolution de problèmes*. Paris : édition Delachaux et Niestlé.
- Meljac, C. (1979). *Décrire, agir, compter*. Paris : puf pédagogie d'aujourd'hui
- Meljac C., Van Hout A. (2001) *Troubles du calcul et dyscalculies chez l'enfant*. Paris : édition Masson
- Ministère de l'Education Nationale (2003-2004) *Qu'apprend-on à l'école maternelle ?* CNDP/XO éditions
- Noël M.-P. (2005). *La dyscalculie : trouble du développement numérique de l'enfant*. Marseille : édition Solal
- Piaget J. et Szeminska A. (1980, sixième édition). *La genèse du nombre chez l'enfant*. Neuchâtel – Paris : Delachaux et Niestlé, éditeurs
- Vilette, B. (1996). *Le développement de la quantification chez l'enfant : comparer, transformer et conserver*. Paris : Presses universitaires du Septentrion.

Mémoires :

Agathe ARTU (1999- 2000). *Nombre et aptitudes numériques*. Mémoire d'orthophonie réalisé à Nantes.

Sophie Le Bot (1994-1995). *Les acquisitions numériques élémentaires chez les enfants en fin de maternelle*. Mémoire de psychologie génétique réalisé à l'université de Nantes.

Revue :

Glossa Mars 2003 – N°83

Rééducation orthophonique n°199 (1999) *Les activités logico-mathématiques*

Résumé :

Dans cet ouvrage, il s'agit d'évaluer les capacités des enfants de maternelle dans différentes situations de dénombrement. Pour cela, nous avons élaboré des épreuves, dans lesquelles nous faisons varier la nature des ensembles à dénombrer, en opposant notamment les collections d'éléments (objets et images) aux collections d'événements (visuels, auditifs et kinesthésiques). Nous analysons ainsi le fonctionnement des enfants, les stratégies utilisées et les erreurs commises dans ces différentes situations.

Après avoir rappelé les notions théoriques concernant le dénombrement, nous retraçons la construction des épreuves. Puis, nous commentons les résultats des enfants d'un point de vue quantitatif, mais aussi qualitatif. Nous déduisons certaines généralités tout en soulignant le caractère singulier de chaque enfant.

Mots clefs :

- dénombrement
- pointage
- comptage
- performances
- stratégies
- types d'erreurs
- éléments et événements