

UNIVERSITE DU QUEBEC

MEMOIRE

PRESENTE A

L'UNIVERSITE DU QUEBEC A TROIS-RIVIERES

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DE LA MAITRISE EN PSYCHOLOGIE

PAR

MICHELE L. DION

RELATION ENTRE LA MATURITÉ POUR L'APPRENTISSAGE

DE L'ARITHMÉTIQUE ET L'INTELLIGENCE

NOVEMBRE 1980

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.



Université du Québec à Trois-Rivières

Fiche-résumé de travail de recherche de 2e cycle

☒ Mémoire

☐ Rapport de recherche

☐ Rapport de stage

Nom du candidat: MICHELE LAFONTAINE-DION

Diplôme postulé: M.A. (Psychologie)

Nom du directeur
de recherche: Mme Ercilia Quintin

Nom du co-directeur
de recherche (s'il y a lieu):

Titre du travail
de recherche: LA RELATION ENTRE LA MATURITE POUR L'APPRENTISSAGE
DE L'ARITHMETIQUE ET L'INTELLIGENCE.

Résumé:★

La recherche présente consiste à vérifier s'il existe une relation entre la maturité pour l'apprentissage de l'arithmétique à l'élémentaire et l'intelligence. Pour ce faire un test qui évalue la maturité pour l'apprentissage de l'arithmétique, soit le M.A.E. de E. Quintin nous sert d'instrument de mesure pour connaître cette "maturité spécifique". De plus, deux tests d'intelligence générale sont utilisés: le WPPSI de Wechsler, test avec apport culturel, puis les Matrices progressives de Raven, test dit "culture free".

Une première hypothèse est soulevée: la relation entre l'intelligence et la maturité pour l'apprentissage arithmétique ne serait pas élevée. Une deuxième hypothèse prétend que la relation entre la maturité pour l'apprentissage arithmétique serait plus élevée avec le test d'intelligence incluant des acquis culturels que la relation obtenue entre un test mesurant plutôt l'inné de l'individu.

Comme résultats nous obtenons une corrélation qui, s'avère très élevée entre l'intelligence et la maturité pour l'apprentissage arithmétique, ce qui infirme notre première hypothèse. Notre seconde hypothèse se trouve vérifiée: il y a une corrélation plus élevée entre le M.A.E. et le WPPSI qu'entre le M.A.E. et les Matrices progressives.

Michèle Dron

Signature du candidat

Date: 14/01/82

Signature du co-auteur (s'il y a lieu)

Date:

Christie Dumont

Signature du directeur de recherche

Date: 14/01/82

Signature du co-directeur (s'il y a lieu)

Date:

L'auteur adresse l'expression de sa plus profonde reconnaissance à sa directrice de thèse, madame Ercilia Quintin, Ph. D., qui a su prodiguer une assistance précieuse tout au long de cette recherche.

Table des matières

Introduction	1
Chapitre premier- La maturité ou "readiness" pour l'appren- tissage arithmétique.....	5
Chapitre II- L'intelligence	25
Chapitre III- Problématique	43
Chapitre IV- Schème expérimental	62
Chapitre V- Analyse des résultats	71
Conclusion	87
Appendice A- Test de maturité pour l'apprentissage arithmétique.....	91
Appendice B- Résultats à toutes les épreuves en scores bruts	111
Appendice C- Normes des <u>Matrices progressives</u> , du M.A.E. et du WPPSI.....	113
Appendice D- Résultats à toutes les épreuves en scores "z"..	115
Références	117

Introduction

Le travail dans les écoles nous a sensibilisés aux problèmes d'apprentissage qui surviennent assez souvent dès les débuts de la scolarisation.

Traditionnellement, les difficultés observées chez certains enfants ont été souvent envisagées en termes d'un potentiel intellectuel ou Q.I.. La constatation que certains élèves supposément "intelligents", parfois même brillants, ont des difficultés au début de la scolarité ou donnent un piètre rendement dans une discipline quelconque a amené un bon nombre de spécialistes du comportement à développer des notions comme: la maturité, le "readiness" ou "être prêt".

Les expressions telles que "n'est pas prêt" demeurent pourtant vagues, imprécises. De fait, le "readiness" ou "être prêt" d'un enfant doit être jugé en relation au contexte. Et y répondre adéquatement requiert une liste d'habiletés, de notions de base, qui doivent être maîtrisées par l'enfant avant d'accéder à d'autres de plus en plus complexes dans l'apprentissage.

Dans le domaine de la lecture et de l'écriture un grand nombre de travaux ont été développés concernant ce point de vue. Par contre en ce qui touche les mathématiques, les travaux sont moins nombreux et nous avons moins de connaissances en ce domaine-là. De là notre intérêt; étant donné que ce problème se doit

d'être traité par rapport à un aspect en particulier, nous nous intéressons au problème de l'arithmétique.

Mais ce "readiness" dans le cas de l'arithmétique est-il spécifique ou présente-t-il des relations importantes avec l'intelligence? Ainsi la relation entre l'intelligence et la maturité pour l'apprentissage¹ de l'arithmétique à l'élémentaire fera-t-elle l'objet de notre étude.

Nous tenterons dans un premier temps de cerner le sens véritable des concepts de maturité et de "readiness". Nous porterons une attention tout à fait particulière au "readiness" spécifique de l'apprentissage mathématique.

Dans un deuxième temps, nous analyserons les différentes théories de l'intelligence en incluant la théorie de l'évolution de l'intelligence de Piaget.

Puis, dans un troisième chapitre nous tenterons de cerner la problématique des relations entre la maturité pour l'apprentissage et l'intelligence.

Nous expliquerons ensuite dans un quatrième chapitre la méthodologie utilisée au cours de cette recherche: échantillonnage, déroulement et consigne, instruments de mesure.

1 Nous utilisons l'expression "maturité pour l'apprentissage" dans le sens de "readiness".

Le dernier chapitre consistera à la présentation des données, à l'analyse de résultats ainsi qu'à leur discussion.

Chapitre premier

La maturité ou "readiness" pour l'apprentissage arithmétique

De plus en plus les personnes concernées par l'apprentissage scolaire parlent de l'inadéquacité du critère âge chronologique pour un début de scolarisation. Il apparaît que bon nombre d'enfants ayant atteint l'âge requis pour entreprendre une première année n'ont pas encore les conditions requises pour cet apprentissage. On parle d'un manque de maturité ou de "readiness" pour l'apprentissage.

D'ailleurs, quoique l'âge chronologique ait pris une place prépondérante dans le système scolaire, les spécialistes du domaine mettent l'accent sur l'importance de la maturité pour l'apprentissage.

Avant d'aborder le problème spécifique de la maturité pour l'apprentissage, cernons d'abord le concept de maturité ainsi que celui de maturation.

La maturité est une notion statique, un état terminal d'un développement; que ce soit dans le domaine organique tel: nerveux, musculaire, osseux ou encore d'ordre intellectuel, psychologique, affectif ou social.

Piéron (1973) définit la maturité comme un: "état obtenu à l'achèvement d'un processus de maturation" (p. 259). Pour

sa part, Sillamy (1965) dit que: "la maturité est une notion statique, l'état terminal d'un développement" (p. 175). Tous deux se rejoignent dans leurs définitions puisqu'ils considèrent la maturité comme l'état terminal d'un processus.

Tournons-nous donc vers ce processus mouvant, dynamique et évolutif qu'est la maturation. Sillamy (1965) avance que: "la maturation est un processus dynamique, le mouvement du développement" (p. 175).

Pour sa part, Piéron considère la maturation comme un processus interne qui détermine les différentes étapes du développement de l'enfant. Ces définitions impliquent du mouvement tout comme celle de Morgan qui y voit un processus actif menant l'être vers un état de maturité. En effet, Morgan (1956) considère que la maturation serait le processus d'amener les différentes parties de l'organisme à leur plein développement.

Cousinet (dans Piéron 1951) définit ainsi la maturation: "activité interne qui détermine les étapes successives du développement de l'enfant et qui est conditionnée par l'interaction de l'organisme et du milieu interne" (p. 257).

Ces différentes définitions considèrent des facteurs internes laissant peu de place à l'influence du milieu et de l'expérience.

Mais si la majorité des auteurs ont mis l'accent sur

l'hérédité, d'autres par contre soulèvent l'influence de l'environnement.

Sillamy (1965) souligne cette interaction en disant que la maturation "persiste jusqu'à l'expiration du potentiel de croissance d'un individu et entretient des relations étroites avec le milieu extérieur" (p. 175).

Munn (1970) essaie d'établir l'influence respective de l'hérédité et du milieu sur la maturation. Pour lui, bien que les influences du milieu viennent se juxtaposer aux phénomènes héréditaires, c'est l'hérédité qui joue le plus grand rôle. L'influence de l'environnement postnatal consisterait donc à accélérer ou à retarder la maturation.

Ausubel et Sullivan définissent la maturation comme tout cas de développement s'opérant en l'absence d'une expérience spécifique.

Le rôle de la maturation a été étudié dans plusieurs aspects de l'évolution. Selon l'aspect envisagé les résultats sont plus ou moins précis. Dans le domaine des activités motrices par exemple, l'influence de la maturité est plus évidente.

Selon Sillamy (1965), il y aurait maturation sans apport extérieur, sans aucune pratique, quand il s'agit de certaines

conduites comme marcher, grimper les escaliers. Dans ces cas-ci, toujours selon Sillamy, nous pouvons dire que la conduite en elle-même atteint sa maturité. L'entraînement peut seulement aider à perfectionner la dite conduite mais en autant que la maturité nécessaire soit atteinte. Les effets spécifiques de la maturation sont maximaux durant le développement, et ils sont plus évidents dans certaines activités que dans d'autres. Voyons ce phénomène dans une expérience de Gesell et Thompson (1929).

Au cours de l'expérience qui nous intéresse ici, Gesell et Thompson ont utilisé des jumelles identiques. L'une d'elles, la jumelle T, a été entraînée à des activités comme grimper dans les escaliers tandis que la jumelle C n'a pas eu l'opportunité de le faire. Après six semaines d'entraînement de la jumelle T, on donna la même opportunité à la jumelle C. Dès son premier essai elle réussit à grimper les escaliers. Après deux semaines d'entraînement la jumelle C obtenait de meilleures performances que la jumelle T qui avait été entraînée pendant six semaines. Le même résultat a été obtenu dans d'autres activités motrices et à chaque fois la jumelle C obtient de meilleures performances.

La conclusion tirée de l'expérience est, en premier lieu, que la maturation et non l'apprentissage est d'abord responsable pour le développement de telles conduites de base comme marcher et grimper dans les escaliers chez les enfants. En outre, on constate que jusqu'à un certain point, l'entraînement ou prati-

que aide à perfectionner de telles conduites.

D'autres types de recherches notamment avec des animaux tentent de déceler cette relation entre la maturation et la pratique ou entraînement. La méthode employée est celle de priver les animaux d'exercer certaines fonctions. Un exemple servira à illustrer ce type d'études.

Entre autres Munn (1970) étudia des canaris isolés et gardés dans des cages insonorisées afin qu'ils ne puissent entendre le chant de leur espèce. Malgré leur isolement, les canaris commencèrent à chanter à la même époque où cela devait se produire. Ce type de fonction apparaît donc suite à un processus de pure maturation, de développement des mécanismes sensoriels.

Les expériences de privation d'exercices chez les enfants ne sont évidemment pas possibles. On se sert donc souvent de jumeaux univitellins pour comparer les effets de la maturation et de l'expérience. Toutes ces expériences ou ces observations mettent en évidence le fait que la maturation est plus importante que l'exercice ou l'expérience en ce qui touche les activités motrices.

L'expérience et l'influence du milieu social interviennent sur la possibilité de manifester une fonction quelconque, cela a été prouvé maintes et maintes fois. De nombreuses études ont mis en lumière l'influence conjointe de la maturité et de l'expérience pour que certaines nouvelles conduites apparaissent.

Il semble par contre assez difficile d'évaluer précisément l'influence de la maturation et celle de l'expérience sur l'apprentissage, bien que dans une très large mesure, la maturation semble conditionner la possibilité et la qualité de l'apprentissage.

En effet certaines habiletés ou conduites se produisent au bon moment comme un résultat de croissance, sans entraînement.

Selon Morgan (1956), la maturité serait un mécanisme qui conditionne la conduite. Ainsi plusieurs conduites motrices humaines semblent résulter largement de patterns de croissance génétiquement déterminés plutôt que de l'apprentissage. A cause de cela, les séquences dans lesquelles les conduites se produisent ne devraient pas différer de façon appréciable entre les individus. D'où l'importance de la maturation dans le développement de conduites motrices simples.

Pour sa part, Anastasi (1937) n'est pas d'accord avec le fait de considérer de telles conduites comme héréditaires. Elle affirme que la conduite ne peut être héritée comme telle, que c'est seulement les caractéristiques structurales qui peuvent être directement influencées par les gènes. Elle ajoute que les conditions structurales qui déterminent telle conduite non apprise peuvent elles-mêmes résulter soit de l'hérédité, soit de facteurs d'environnement ou encore de la combinaison des deux.

Munn (1970) souligne que les activités motrices spécialisées ne subissent pas autant l'influence de la maturation. Certes, elles sont acquises plus rapidement quand la maturation

organique typique au genre d'apprentissage est acquise. Il considère en outre que les activités spécifiques à l'humain sont considérablement influencées par l'entraînement ou pratiques particulières qui seraient effectuées à certaines périodes du développement.

D'après Munn donc, la plupart des conduites motrices complexes se produisent lorsque la maturation est suivie d'apprentissage spécifique, exemple: sauter, grimper, courir en patins à roulettes, conduire une bicyclette, etc.

Mattson (1940 dans Lovell 1971) prouve l'importance de l'exercice au cours d'expériences qu'il a effectuées avec des enfants âgés de 4 ans 10 mois à 6 ans. Un des deux groupes subit un entraînement à une tâche qui consisterait à faire rouler des balles le long de labyrinthes de complexité croissante. Une fois l'entraînement terminé, le groupe contrôle exerça les mêmes tâches. Le groupe exercé faisait du meilleur travail que le groupe contrôle et les différences entre les deux groupes augmentaient au fur et à mesure de la complexité de la tâche.

Des expériences de ce genre confirment le fait qu'une certaine quantité d'expériences soit nécessaire pour améliorer le développement de certaines fonctions ou d'habiletés particulières.

Toutes les études qui ont visé l'influence de la maturité et de l'expérience dans des fonctions autres que les fonc-

tions motrices, notamment dans des tâches cognitives, sont beaucoup moins claires dans les résultats.

En effet, il semble qu'au niveau des tâches complexes, l'influence du rôle de l'expérience puisse être plus grande mais il reste que l'ensemble des travaux soulève le besoin d'une certaine maturité de base pour que l'acquisition de certaines fonctions soit possible.

Les résultats des études sur les fonctions d'ordre plus complexe que les fonctions motrices font ressortir le fait qu'il existe un temps idéal à l'apprentissage. Quand Piaget (1975) nous dit que les enfants traversent des stades dans leur croissance au niveau de la pensée, et qu'ils surmontent des difficultés probables à des âges variés, cela implique que chaque enfant n'atteint pas le stade nécessaire à son apprentissage en même temps qu'un autre.

Piaget nous parle alors d'un processus de maturation de la pensée, une sorte de maturation cérébrale qui fournirait un certain nombre de potentialités qui pourrait se réaliser tôt ou tard (ou jamais) et ce, en fonction des expériences et du milieu social.

Le fait qu'il existe des stades de développement implique par conséquent qu'un temps minimum soit requis afin qu'une conduite particulière puisse apparaître. D'ailleurs ce temps mis

pour atteindre un niveau quelconque de maturité est sous l'influence d'autres facteurs; c'est là qu'on peut parler d'influences environnementales qui interagissent avec les facteurs innés.

Il semble donc que le processus de maturation soit interrelié à un certain nombre de facteurs qui parfois accélèrent ou ralentissent le développement.

Ce phénomène est particulièrement observable dans le domaine de l'apprentissage scolaire. Ce qui a mené à l'élaboration du concept de "readiness" qui est un concept plus large que celui de la maturation elle-même.

Le concept de "readiness" apparaît d'abord dans la littérature américaine. Nous pourrions le traduire par "être prêt à". Ce concept de "readiness" inclut en quelque sorte maturité et expérience.

Comme le mentionne Quintin (1972): "on considère généralement qu'un individu est "prêt à apprendre" lorsqu'il remplit toutes les conditions nécessaires pour être capable d'assimiler l'enseignement qui lui sera donné"(p. 59).

Ces conditions nécessaires touchent les expériences préalables, la motivation, l'âge mental, l'adaptation émotionnelle ainsi que la maturité.

De Backer et al., (1973) soulèvent l'importance de la ma-

maturité scolaire:¹

Au fur et à mesure que le problème de la maturité scolaire est abordé dans ses détails, il devient de plus en plus évident qu'il n'a pas trait primairement à des dispositions d'ordre instrumental ou intellectuel, mais que, par contre, une série d'attitudes, de motivations, d'expériences et d'habitudes, bref que le développement de la personnalité tout entière est en cause (p. 27).

Parler d'une maturité scolaire ou de "readiness" semble donc impliquer des éléments complexes, parfois observables et le plus souvent difficiles à dissocier de l'ensemble de la personnalité.

Pour rendre compte des différents facteurs qui semblent présents dans la maturité pour l'apprentissage d'une tâche mathématique, certains auteurs ont décrit différents aspects du phénomène de "readiness".

Paschal (1968) considère deux sortes de "readiness" qui interviennent dans l'apprentissage arithmétique. Ce sont les "affects readiness" et les "readiness cognitifs". Ces "readiness cognitifs" sont de deux ordres: des "produits readiness" et des "processus readiness".

Les "affects readiness" impliqueraient l'affectivité de l'enfant, ses sentiments, ses émotions ainsi que sa motivation pour l'apprentissage.

1. Dans la littérature de langue française, l'expression maturité scolaire recouvre les mêmes phénomènes que l'expression anglaise "readiness".

Les "processus readiness" se réfèrent à la période de fonctionnement cognitif atteint par l'enfant. Cette période correspond aux stades élaborés par Piaget.

Les "produits readiness" impliquent les concepts et habiletés que l'enfant doit nécessairement posséder pour entreprendre une tâche arithmétique.

Etant donné l'orientation de notre travail, nous nous pencherons plutôt sur les problèmes qui touchent le "readiness cognitif", nous n'envisagerons pas l'aspect affectif sans pour autant en nier l'importance.

Par conséquent, pour tenter l'apprentissage d'un concept particulier dans l'apprentissage arithmétique, il est nécessaire entre autre de posséder un certain niveau des "processus readiness" et d'avoir acquis un certain nombre de "produits readiness".

Le manque de "readiness" est bien souvent la cause des échecs scolaires. D'ailleurs c'est ce qu'affirme Piaget (1964) lorsqu'il soulève le fait qu'il y a un danger d'enseigner aux enfants des concepts abstraits trop tôt, c'est-à-dire bien avant que les enfants n'aient atteint le niveau de développement cognitif où les abstractions peuvent être intériorisées.

Sharpe (1969) abonde dans le même sens que Piaget quand il affirme que si l'arithmétique est imposée à l'enfant avant qu'il ait développé les concepts pré-nombres nécessaires, il devra essayer de symboliser avant d'avoir quoique ce soit à

symboliser. L'enfant est dépassé par une tâche qu'il ne peut accomplir, ce qui le conduit inmanquablement à détester et à craindre les mathématiques; cette crainte s'installe selon cet auteur habituellement entre 6 ans et 8 ans.

Pour Horowitz (1969), l'échec en mathématique chez un enfant qui a au moins un potentiel d'intelligence moyenne, est souvent dû à un manque de "readiness" de la part de l'enfant au moment où les mathématiques de base sont enseignées.

Ce point de vue rejoint les préoccupations de Quintin lors de la construction de son test qui évalue la maturité pour l'apprentissage de l'arithmétique à l'élémentaire, le M.A.E. Ce test a été mis au point afin de détecter à quel stade se situe l'enfant dans le but de prévoir si celui-ci est apte ou non à apprendre l'arithmétique. Ceci dans le but d'éviter que l'enfant ait à subir un échec dès le début de son apprentissage mathématique puisque les premiers échecs entraînent presque inévitablement des problèmes dans les apprentissages ultérieurs.

Cette idée d'un "readiness" de base afin de pouvoir faire un apprentissage est reconnue par des chercheurs dont les orientations théoriques sont pourtant très différentes. Même si l'idée de "readiness" est présentée sous forme de concept différent, nous retrouvons l'idée présente.

Par exemple, Gagné, (1965) théoricien de l'apprentissage, rejoint indirectement cette idée quand il élabore sa théorie

de la "hiérarchie de l'apprentissage". Dans sa théorie, il considère que l'enfant ne pourra saisir une nouvelle idée mathématique s'il n'a pas appris tous ses concepts dépendants. Gagné met donc l'accent sur l'influence du "readiness" en considérant surtout comme fondamentales les acquisitions antérieures nécessaires à d'autres apprentissages gradués et plus complexes. Ceci rejoint l'idée de "produits readiness" dont nous avons parlé antérieurement.

D'autre part, la théorie de type constructiviste telle celle de Piaget, considère qu'il y a certains concepts qui ne peuvent pas être acquis sans que l'enfant ait atteint un certain niveau de maturité mentale. Nous rejoignons ici l'idée de "processus readiness".

Il est clair dans la théorie de Piaget que l'enfant ne peut pas avoir vraiment le concept du nombre tant que celui-ci n'a pas acquis le principe de la conservation.

Les études montrent qu'un bon nombre d'enfants qui débute en première année n'ont pas encore acquis le concept de conservation. L'enfant se trouve au stade de la pensée intuitive; il commence à être capable de regrouper des objets mais le regroupement dont il est capable demeure sous l'influence de caractéristiques perceptuelles immédiates à la situation. Il ne possède donc pas la notion de conservation puisqu'il est incapable de réversibilité. Il n'est donc pas étonnant que beaucoup

d'enfants manifestent des difficultés dans l'apprentissage de l'arithmétique en première année.

Il serait intéressant à ce moment d'analyser les influences respectives de la maturité et de l'expérience dans l'apprentissage mathématique.

Considérons à cet égard l'étude que Karikunzira (1966) a faite du P.M.A. de Thurstone en l'appliquant à des enfants de 5 ans à 7 ans.

Dans son étude, Karikunzira veut analyser le niveau de difficulté de certains items quantitatifs du P.M.A. en fonction de l'âge des enfants et de leur degré de scolarité. Il sépare les items en trois (3) catégories de difficultés par ordre décroissant. Un premier tableau expose les résultats en fonction de l'âge, un deuxième en fonction du degré de scolarité.

Quintin (1972), en faisant une comparaison de ces deux types de données, remarque qu'à un même niveau de scolarité (classe maternelle), tous les items en général s'avèrent plus difficiles pour les enfants de cinq (5) ans que pour ceux de six (6) ans.

Quintin conclut que la différence obtenue devant une tâche arithmétique chez des enfants de même niveau d'enseignement est due au facteur âge.

Les résultats obtenus par Quintin (1972 et 1976) à un test de maturité pour l'apprentissage de l'arithmétique vont dans le mê-

me sens. A l'intérieur du même niveau scolaire la moyenne des scores augmente à mesure que l'âge augmente.

Au niveau préscolaire, l'auteur constate des différences significatives de niveau de maturité pour l'apprentissage, lesquelles se manifestent par tranches d'âge de 4 mois.

Quintin (1972), qui acquiesce à l'idée qu'une certaine maturité soit en rapport avec l'âge, ajoute: "la maturité selon l'âge n'est toutefois pas un facteur indépendant de toute influence provenant de l'expérience" (p. 56).

Quintin observe, en plus d'une différence de scores entre les âges, une différence selon le milieu de provenance des enfants.

En effet, ses résultats montrent des différences significatives de rendement entre les classes sociales supérieures et les classes sociales inférieures. Par conséquent, le facteur "milieu" joue un rôle important dans la maturité pour l'apprentissage de l'arithmétique.

Le niveau scolaire, l'âge et le niveau "socio-économique" font donc partie des facteurs qui interviennent dans l'évolution de la maturité pour l'apprentissage de l'enfant.

Dans ce chapitre, nous avons vu que la maturité demeure un facteur indispensable dans l'acquisition de connaissances scolaires et notamment dans le domaine arithmétique. Nous avons vu

aussi que ce mécanisme, tout en étant prédéterminé, subit l'influence du milieu et d'autres facteurs comme l'expérience, l'apprentissage.

Dans le chapitre suivant nous analyserons le phénomène de l'intelligence. Ceci nous permettra ensuite d'analyser les interrelations entre l'intelligence et la maturité pour l'apprentissage arithmétique.

Chapitre deuxième
L'intelligence

Au chapitre précédent nous avons vu le sens que donnent différents auteurs au terme "maturité" ainsi qu'au terme "readiness". Par le biais de ces définitions nous sommes maintenant en mesure de mieux cerner le sens d'un "readiness" spécifique à l'apprentissage mathématique.

Puisque le but de notre recherche est de vérifier si une relation existe entre la maturité pour l'apprentissage arithmétique et l'intelligence, ce sera du côté de l'intelligence que nous dirigerons notre attention dans le chapitre présent.

En premier lieu, nous verrons le concept qu'il est convenu d'appeler "l'intelligence" et nous nous attarderons à la notion de l'une de ses mesures qu'est le Q.I.

Dans un second temps, différentes théories de l'intelligence retiendront notre attention, autant celles provenant de praticiens que de grands théoriciens.

Il demeure difficile de définir l'intelligence car une définition sur laquelle tout le monde s'entend n'existe pas. Selon l'approche théorique, on considère l'intelligence comme la capacité de résoudre des problèmes, comme le facteur commun à

toutes les opérations mentales.

Il est reconnu, depuis nombre d'années, que l'intelligence n'est pas une capacité qui soit arrêtée dès la naissance; c'est-à-dire que la capacité de fonctionnement intellectuel n'est pas déterminée uniquement par les gènes.

L'individu possède un potentiel inné, présent dès la naissance mais les stimulations du milieu contribuent au développement de l'intelligence et à l'actualisation de son potentiel.

L'hérédité produit des différences individuelles telle la grandeur, l'intelligence, le tempérament, etc. Mais les forces environnementales grossissent les distinctions héréditaires originelles. Tout facteur environnemental déploiera une influence différente dépendamment du matériel héréditaire spécifique sur lequel il agit.

C'est donc dire que c'est fort difficile de répondre avec précision à la question: quelle est la contribution relative de l'hérédité et de l'environnement, notamment dans les différences individuelles de niveau intellectuel?

La connotation générale du mot intelligence se traduit opérationnellement par le Q.I.. Ce quotient d'intelligence serait, semble-t-il, l'expression d'un niveau d'habiletés individuelles mesurées à un certain moment et, demeure en relation avec des

normes de groupes d'âge.

Pour le profane, le Q.I. n'est pas identifié à un type de score particulier sur un test spécifique, c'est souvent une désignation rapide pour parler de l'intelligence.

La plupart des tests d'habiletés générales fournissent des tables de conversion pour les scores bruts en quotient intellectuel. L'un des premiers à utiliser cette norme a été Terman en introduisant le ratio entre l'âge mental et l'âge chronologique. Auparavant, on utilisait plutôt le concept d'âge mental tel qu'on le retrouve chez Binet par exemple.

Binet, (1908) par son échelle métrique, est celui qui influença le plus l'avenir des tests dans le domaine psychologique. Son test psychométrique apporta quelque clarté sur les degrés d'arriération mentale ainsi qu'une idée générale de ce qu'est l'intelligence au niveau pratique.

Binet conçoit l'intelligence comme un processus global qui perçoit des stimuli externes, organise, choisit, dirige et adapte de tels stimuli.

Binet et Simon (1908), en étroite collaboration, ont commencé leurs travaux de façon empirique par la mise sur pied d'une échelle de développement. Ils se refusèrent de déduire la représentation des facultés mentales seulement à partir d'une théorie

de l'intelligence. Donc, contrairement à plusieurs spécialistes du domaine, ils n'ont pas tenté de subdiviser l'intelligence en facultés pour finalement en arriver à inventer des épreuves censées représenter ces facultés terme à terme.

Terman (1925) a travaillé comme Binet à la construction d'une épreuve d'intelligence basée sur les normes d'âge. Il a introduit le "Q.I. ratio" (AM/AC). Ce ratio se distribuait plus ou moins normalement avec des déviations aux environs de 15 ou 16 sur une moyenne de 100. Dans ce cadre un enfant qui avait un A.C. de 10 ans et un A.M. de 12 ans 6 mois obtient un Q.I. de 125. Mais l'inconvénient du "Q.I. ratio" était de faire croire que le taux de développement d'un enfant reflète des potentialités. De plus, à l'âge adulte la mesure s'avère inexacte. C'est pourquoi Wechsler (1963) mit sur pied une échelle pour adulte, introduisant la déviation Q.I. de façon à fournir une mesure qui permet une interprétation uniforme sans égard à l'âge.

Wechsler est d'abord et avant tout un praticien; ses efforts se sont portés sur la recherche de techniques adéquates en vue de mesurer ce qui semblait être un trait humain d'importance majeure dans le comportement.

Tout comme Binet, il souhaite considérer l'individu dans son entier et est très hésitant à séparer les processus intellectuels de ceux qui sont émotionnels. Ainsi Wechsler voit l'intelligence comme une capacité globale qui se manifesterait

de diverses façons dépendamment des demandes du milieu externe et des possibilités de l'individu face à un besoin immédiat.

Pour Wechsler, l'intelligence est vraiment une manifestation de la personnalité comme un tout et les forces émotionnelles viennent soit augmenter l'attention, la persistance, l'adaptabilité ou encore diminuer l'habileté à mobiliser ces ressources intellectuelles. Donc ces caractéristiques tout en étant indépendantes du construit, agissent sur son efficacité c'est-à-dire sur la performance.

Wechsler (dans Cancro 1971) considère que

Pour agir intelligemment l'on doit être capable de percevoir adéquatement, reconnaître et se rappeler ce qui a été perçu, de penser logiquement, de planifier, ainsi de suite. Ces manifestations ne sont pas seulement importantes comme description de comment l'esprit travaille, mais de plus, comme des manifestations des opérations mentales lesquelles conduisent d'elles-mêmes à une évaluation et une mesure objective (p. 52).¹

Ceci étant le premier des soucis de Wechsler, il s'est appliqué, à partir des manifestations des opérations mentales, à mettre au point les instruments nécessaires à cette évaluation des opérations mentales.

Wechsler nous a fourni des instruments de mesure de l'in-

1. "To act intelligently one must be able to perceive accurately, to recognize and recall what has been perceived, to think logically, to plan, and so on. These are not only important in and of themselves as descriptions of how the mind works, but, in addition, as manifestations of mental operations which lend themselves to objective evaluation and measurement".

telligence efficaces et applicables à tous les niveaux d'âge.¹

Que ce soit pour adultes, enfants ou jeunes d'âge préscolaire, les tâches nécessitent les mêmes habiletés ou s'adressent aux mêmes aspects de l'intelligence. Wechsler (dans Cancro 1971) se garde bien de définir l'intelligence comme étant l'équivalent des habiletés nécessaires à l'exécution des tâches.

Les habiletés nécessaires pour accomplir ces tâches ne constituent pas en soi l'intelligence ni même les seules façons dans lesquelles elle peut s'exprimer. Elles sont utilisées et peuvent servir comme test d'intelligence, parce qu'il a été démontré qu'il existe une corrélation avec des critères qui soient largement acceptés comme conduites intelligentes (p. 52).

Nous nous sommes penchés sur les praticiens qui nous semblaient les plus importants mais il en existe évidemment d'autres qui ont contribué à la mesure de l'intelligence comme Raven, Rey, etc. Nous aurons l'occasion de parler de Raven plus loin quand nous aborderons la théorie de Spearman et aussi dans le chapitre du schéma expérimental.

Ce bref survol nous a permis de connaître les vues des tout premiers artisans dans la recherche de la compréhension de l'intellect, ceux qui, comme Binet et Wechsler, nous ont fourni une mesure efficace de l'intelligence.

1. WPPSI, instrument de mesure pour les enfants de 4 à 6½ ans,
WISC, instrument qui s'adresse aux jeunes de 7 à 12 ans,
WAIS, outil servant à évaluer les sujets au-delà de 16 ans.

Dans les pages qui vont suivre, tournons-nous maintenant vers les grands théoriciens tels: Thurstone, Spearman, Cattell et Guilford.

Si les praticiens considéraient la personnalité dans son entier lorsqu'il était question d'évaluation intellectuelle, nous verrons que les principaux théoriciens n'ont pas la même tendance.

Thurstone (1938) croit que les relations majeures parmi les tests d'intelligence sont dues à un petit groupe de facteurs. Sa conception "théorie à facteurs multiples" tire son origine de l'analyse factorielle. Le but que Thurstone poursuit rejoint celui joué par l'analyse factorielle. Le principal objectif de l'analyse factorielle est selon Anastasi (1954) "de simplifier la description des données en réduisant le nombre de variables ou de dimensions nécessaires" (p.332).¹

D'après Thurstone, pour comprendre la nature d'un facteur particulier, nous avons simplement à examiner les tests qui sont chargés hautement d'un facteur particulier. En les examinant, nous essayons de découvrir quels sont les processus psychologiques qu'ils ont en commun. Plus les tests sont chargés hautement pour un facteur donné, plus facilement et plus

1. "The principal objectif of factor analysis is to simplify the description of data by reducing the number of necessary variables, or "dimensions".

clairement nous pouvons définir la nature du facteur.

Thurstone considère qu'il existe une douzaine de facteurs qu'il appelle des habiletés mentales primaires. L'intelligence générale est en conséquence un facteur de second ordre, fondé sur l'intercorrélation des facteurs primaires.

Suite à la reconnaissance de facteurs primaires, Thurstone (dans Anastasi 1954) doute de l'efficacité d'une évaluation unitaire du développement de l'intellect humain et considère nécessaire de changer la méthode usuelle de l'analyse de l'intelligence.

Quand nous considérons l'augmentation du nombre des unités dans lequel le champ de la cognition est divisé, nous trouvons qu'il est nécessaire de reviser fondamentalement nos notions au sujet de l'intelligence générale... Les résultats factoriels rendent impératif que nous décrivions chaque individu en termes de profil des habiletés mentales à la place d'un simple index tel que le Q.I. (p. 60)¹

Le profil fournirait nécessairement plus d'informations sur l'individu, non plus sur un potentiel global mais sur des possibilités spécifiques; ceci, en dépit du fait que, comme il est mentionné plus haut, Thurstone croit qu'il existe quand même un fac-

1. "When we consider the increasing number of distinct functional unities into which the field of cognition is being divided, we find that it is necessary to revise very fundamentally our notions about general intelligence... Factorial results of a profile of mental abilities instead of by a single index such as the I.Q."

teur commun à chacune des habiletés primaires, le facteur "g" de Spearman ou intelligence générale mais sous forme de variance commune. Thurstone ne nie donc pas qu'il puisse exister un facteur g. Voyons maintenant ce que dit à ce propos, le grand défenseur du facteur "g".

Spearman (1927) tend à isoler l'élément purement intellectuel dans le but d'observer l'intelligence dans son sens le plus strict. Son travail d'ailleurs encourage une séparation bien tranchée des pouvoirs intellectuels des compréhensions acquises, des émotions et du tempérament.

Le facteur "g", facteur unitaire, représente l'intelligence générale. Dans la formulation originale de sa théorie, Spearman maintient que toutes les activités intellectuelles partagent un facteur commun simple, appelé le facteur général ou "g". La théorie suppose aussi qu'il existe de nombreux facteurs spécifiques ou facteurs "s", chacun étant strictement spécifique à une simple activité.

Pour Spearman, le "g" semble représenter l'énergie mentale totale disponible pour un individu pendant que les sortes variées de "s" ou facteurs spécifiques qui ressortent dans des tests différents serviraient d'outils par lesquels l'énergie est utilisée.

Par la signification qu'il attribue à "g" en termes d'énergie, Spearman innove dans l'étude du comportement humain;

cette explication du g prend une voie aventureuse en désertant tout phénomène actuellement observable de l'intelligence.

En examinant les tests qui semblent le plus clairement mesurer "g", Spearman vint à penser que "g" était principalement relié à l'habileté d'effectuer des opérations intellectuelles qu'il appellera "éducation des relations et correlats". Car à travers son analyse factorielle, Spearman a découvert que les tests qui influaient le plus sur son facteur général "g" étaient ceux qui concernaient le raisonnement et le jugement.

Spearman (1927) nous explique la présence et le fonctionnement du facteur général "g" et celui des facteurs spécifiques ou "s" présents en chaque individu de la façon suivante.

Le facteur général ou "g" est ainsi nommé parce que variant librement d'un individu à un autre, il demeure le même pour un individu en relation à toutes les habiletés correlées. Le 2ième a été nommé "facteur spécifique" ou "s". Il ne varie pas uniquement d'un individu à un autre mais aussi pour un même individu d'une habileté à une autre (p. 75).¹

Donc "g" est présent dans toutes les habiletés, c'est lui au départ qui fournit un estimé des capacités de base de

-
1. "The one part has been called the "general factor" and denoted by the letter g; it is so named because, although varying freely from individual to individual, it remains the same for any one individual in respect of all the correlated abilities. The second part has been called the "specific factor" and denoted by the letter s. It not only varies from individual to individual, but even for any one individual from each ability to another".

l'individu. Autrement dit, si l'individu est d'intelligence moyenne, supérieure ou encore "imbécile". Le "g" nous donne la probabilité de réussite ou la capacité intellectuelle quoiqu'il semble qu'il n'ait pas le même impact sur toutes les activités.

A ce moment-là peut-on prétendre que ce soit des facteurs spécifiques qui interviennent? Spearman prétend que la plupart des habiletés sont positivement corrélées et que ce fait serait dû à l'omniprésence du "g"; il postule que "g" est en première place pour l'explication de la corrélation.

La grandeur du coefficient de corrélation trouvée entre deux tests révèle l'étendue sur laquelle le facteur "g" opère en chacun des deux tests. Alors que la présence de facteurs spécifiques tend à baisser la corrélation entre deux fonctions.

Il semble bien impossible d'obtenir une corrélation quasi parfaite, car le g mis à part, il semble que les habiletés observées ne peuvent partager exactement les mêmes spécificités. D'après Spearman, il n'y aurait pas deux activités qui partagent les mêmes facteurs spécifiques.

Si Spearman croit en la présence des deux types de facteurs, il admet la possibilité que certaines habiletés dépendent uniquement du facteur g et soient entièrement libres de facteur spécifique.

Dans la théorie des deux facteurs, Spearman admet finalement l'existence des groupes de facteurs mais l'emphasis de-

meure sur le "g" comme mesure essentielle et déterminante du potentiel intellectuel.

Spearman propose qu'un test unique, hautement saturé avec g, puisse remplacer une collection hétérogène d'items trouvés dans des tests d'intelligence. Il suggère que les tests porteurs de relations abstraites sont probablement les meilleures mesures de g. Il cite en exemple le Raven.

Une génération après l'oeuvre de Binet, de Spearman et de Thurstone, une théorie semble faire suite logique; c'est la théorie de l'intelligence fluide et cristallisée de Cattell.

La théorie de Cattell (1967) est une synthèse contemporaine de la tradition Spearman et Thurstone: comme Spearman, Cattell est le défenseur du g et comme Thurstone, il dérive g comme facteur de second ordre à partir des habiletés primaires.

Pour Cattell, il y a deux sortes d'intelligence qui prédominent; l'"intelligence fluide", sorte de capacité biologique, l'autre l'"intelligence cristallisée" car elle dépend d'une culture apprise.

L'intelligence cristallisée s'étend sur toute la gamme des acquisitions culturelles et représente le genre d'habiletés mesurées par la plupart des tests standardisés. Il va sans dire que les mesures de gc sont vraiment liées à la culture et qu'il n'est pas possible de les utiliser pour comparer l'intel-

ligence de personnes différant par la culture ou la sous-culture.

Par contre l'intelligence fluide se mesure à l'aide d'items exigeant un minimum de connaissances acquises. Les tests mesurant gf peuvent être administrés dans toutes les cultures.

Or l'intelligence cristallisée "gc" n'est pas indépendante de l'intelligence fluide "gf". Un test d'intelligence qui ne serait pas "culture free" serait donc une mesure de gf et de gc. Une mesure pure de gc sans gf serait donc impossible.

Guilford (1967) pour sa part, a rejeté les concepts largement acceptés de g, s ou d'habiletés primaires. Il a proposé un modèle cubique le S.I., Structure de l'Intelligence, qui classifie les traits intellectuels sur une grille à trois dimensions. La classification inclut 5x4x6 catégories qui donnent 120 cases dans le modèle.

A chacune des cases du modèle devrait correspondre une habileté. Ce facteur est décrit en termes des trois dimensions et vérifié par un test qui le mesure.

Jusqu'à présent Guilford a rempli 82 cases, 82 facteurs ont donc été découverts. Il continue à essayer de trouver des données qui serviraient à remplir les cases et qui vérifieraient ses hypothèses.

Jusqu'à présent, nous avons passé en revue les théories de plusieurs spécialistes du domaine de l'intelligence. Dans les pages qui vont suivre nous ferons place à la théorie de Jean Piaget qui se différencie des antérieures par le fait qu'il s'agit d'une théorie de l'évolution de l'intelligence.

La préoccupation première de Piaget est de chercher à déceler comment l'individu en arrive à comprendre le monde. Des questions telles que: Quels sont les fondements de la connaissance? Comment ces fondements se constituent-ils? Comment évoluent-ils? sont à la base de ses études. Au fond c'est tout le processus évolutif de l'intelligence qui retient son attention, cette intelligence étant envisagée du point de vue de la construction de structures logico-mathématiques.

Le but de Piaget est d'envisager le rapport global du montage héréditaire avec le milieu, c'est-à-dire comprendre comment du fonctionnement réflexe va naître l'intelligence.

Piaget conçoit le développement intellectuel comme un processus continu d'organisation et de réorganisation des structures, chaque nouvelle organisation intégrant la précédente. Bien que le processus soit continu, ses résultats sont discontinus; ils sont qualitativement différents d'un moment à l'autre. C'est à partir de ces différences qualitatives qu'il décrit les stades d'évolution de l'intelligence.

Le processus continu d'organisation et de réorganisation,

Piaget le nomme: équilibration. C'est un processus qui vise à atteindre l'équilibre entre les intrusions externes et l'activité de l'organisme.

Nul doute que Piaget (1975) voit dans le mécanisme d'équilibration le facteur fondamental du développement cognitif.

L'équilibration progressive est bien un processus indispensable du développement et un processus dont les manifestations se modifieront de stade en stade dans le sens d'un meilleur équilibre (p. 23).

Chaque stade devient l'atteinte d'un nouvel état d'équilibre qui peut être plus ou moins stable.

Précisons que Piaget parle de stades d'évolution intellectuelle lorsque les conditions suivantes sont remplies: 1) que la succession des conduites soit constante, indépendamment des accélérations ou des retards qui peuvent modifier les âges chronologiques moyens en fonction de l'expérience acquise et du milieu social (comme des aptitudes individuelles); 2) que chaque stade soit défini non pas par une propriété simplement dominante mais par une structure d'ensemble caractérisant toutes les conduites nouvelles propres à ce stade; 3) que des structures présentent un processus d'intégration tel que chacune soit préparée par la précédente et s'intègre dans la suivante. Les stades du développement apparaissent ainsi comme les paliers d'une équilibration progressive.

Dans certains textes, Piaget (1967) parle de trois stades,

dans d'autres (1970) il en vient à souligner quatre étapes successives qui sont des paliers successifs d'équilibre qui jalonnent le développement intellectuel de l'enfant. Précisons que les sous-stades présentent également des structures mais partielles. Elles obéissent aux mêmes mécanismes en jeu dans la genèse des structures d'ensemble.

Les cinq grandes étapes qu'il décrit sont les suivantes:
1ère étape (naissance à 1 an 6 mois): Intelligence sensori-motrice;

2e étape (2 ans à 7-8 ans): Stade pré-opératoire qui se subdivise en pensée symbolique et pré-conceptuelle ou 1er niveau pré-opératoire et 2- la pensée intuitive ou encore appelée 2e niveau pré-opératoire;

3e étape (7-8 ans à 11-12 ans): Les opérations concrètes, subdivisée en 1er et 2e niveau;

4e étape (à partir de 11-12 ans): Le développement de la pensée formelle;

Pendant la période sensori-motrice nous assistons à la "naissance de l'intelligence" à partir des montages héréditaires. L'exercice des réflexes est au départ de l'évolution.

Du réflexe, passant par la réaction primaire, secondaire, puis par la réaction tertiaire, il devient possible de constater comment émerge, et ce, de façon graduelle, le début du fonctionnement intelligent.

D'après Piaget (1968) pour qu'il y ait intelligence, il doit y avoir début d'intentionnalité: "il faut que le sujet

se propose d'atteindre un but non directement accessible et mette en oeuvre dans cette intention, des schèmes jusque-là relatifs à d'autres situations" (p. 187). Il s'agit donc de la distinction du but d'avec les moyens à utiliser pour atteindre ce but.

Dans la période symbolique ou pré-conceptuelle c'est la construction de symboles qui prédomine. Peu à peu l'enfant intériorise ses actions dans ses pensées à travers l'utilisation de symboles.

Durant cette période on peut parler de l'existence de schèmes représentatifs. Ainsi donc, l'enfant peut évoquer un nombre varié d'objets d'un exemplaire-type d'une collection.

Cette période amène graduellement l'enfant à développer des instruments de conceptualisation. Comme le dit Piaget (1947) il s'agit de:

un schème situé à mi-chemin du schème sensorimoteur et du concept quand à son mode d'assimilation, et participant du symbole imagé quant à sa structure représentative (p. 138).¹

La période intuitive est considérée par Piaget comme une étape qui est intimement liée à celle de la pensée pré-conceptuelle: elle la prolonge et surtout la raffine. Elle est une étape intermédiaire.

La pensée intuitive de l'enfant est encore directement liée à l'action. L'enfant est capable de représentations menta-

1. Nous référons à l'édition 1967.

les mais ce sont toujours des actions concrètes qu'il se représente. C'est une pensée imagée qui comporte des limites.

De là apparaît que l'enfant n'a pas atteint la généralité des concepts. Les schèmes sont à mi-chemin entre la généralité du concept et l'individualité des éléments qui les composent.

Malgré la progression effectuée entre la période pré-conceptuelle et la période intuitive, l'enfant n'est pas encore capable, à ce stade, de réaliser des opérations. Selon Piaget (1947):

Le schème intuitif est devenu assez souple pour permettre l'anticipation et la construction d'une configuration exacte de correspondance, ce qui, pour un observateur non-averti, présente tous les aspects d'une opération. Et cependant, une fois le schème intuitif modifié, la relation logique d'équivalence, qui serait le produit nécessaire d'une opération s'avère inexistante (p. 142).¹

La pensée de l'enfant à ce stade est incapable de réversibilité, elle ne peut pas se dégager de la perception immédiate.

Cette période intuitive en est une d'organisation et de préparation, elle mènera à la période opératoire qui se caractérise par la présence de structures opératoires concrètes.

Les opérations sont des transformations réversibles dans lesquelles il y a toujours un invariant. Cet invariant constitue ce que Piaget appelle une notion de conservation.

1. Nous référons à l'édition 1967.

L'enfant ayant atteint la période opératoire reconnaîtra la conservation des quantités suite à une modification de l'apparence perceptuelle et il sera capable de la justifier. Cette justification se fera soit par identité; (rien n'a été enlevé ni ajouté); soit par réversibilité; (un transfert de A à B peut être corrigé de B à A); soit par compensation (un gain dans une dimension peut être fait aux dépens d'une autre dimension).

Cette notion de conservation est, selon Piaget, une condition nécessaire pour toute compréhension mathématique.

Outre la notion de conservation nous voyons s'installer dans cette période les notions de classification, sériation, causalité, nombre, etc.

Suite à cette période des opérations concrètes qui correspond à l'âge scolaire, nous verrons apparaître le niveau des opérations formelles, période dans laquelle la pensée du jeune adolescent se dégageant du concret parvient à fonctionner par hypothèses.

Nous avons esquissé ici quelques traits principaux de la théorie de Piaget. Cette esquisse est certes bien incomplète, la théorie étant trop riche et complexe pour pouvoir être résumée en quelques pages. L'élément le plus important à retenir dans le cadre de notre étude est le fait que le développement de l'intelligence est assimilé à l'évolution de la pensée logico-mathématique.

Les autres théories analysées (Thurstone, Spearman, Cattell, Guilford) mettent l'accent tantôt sur une variété de facteurs spécifiques tantôt sur un facteur global constituant l'essence de l'intelligence.

De toute façon, indépendamment de toutes les théories mentionnées ici, il semble bien que l'intelligence soit un fait observable et que les individus diffèrent largement dans leurs manifestations. Arriver à vraiment séparer chaque habileté du tout pour en faire une mesure fidèle demeure peut-être une façon utopique de concevoir cette qualité humaine qu'est l'intelligence. C'est pourquoi, tout en demeurant ouvert à toutes études qui tentent de vérifier des théories plus ou moins complexes, tout novice doit être prudent dans l'élaboration de conclusions sur cette question.

Dans le chapitre suivant nous porterons notre attention aux liens possibles entre les deux phénomènes en présence dans notre problématique: la maturité pour l'apprentissage mathématique et l'intelligence.

Chapitre troisième

Problématique

Dans les chapitres précédents, nous avons analysé un certain nombre de concepts impliqués dans notre recherche. En premier lieu, notre attention s'est portée sur le concept de maturité, tout en tentant de cerner le processus dynamique qui nous y conduit, soit la maturation. L'état de "readiness" a été pris en considération étant, de fait, une de nos variables utilisées au cours de notre étude. Notre intérêt pour "readiness", qui signifie "être prêt à" s'applique ici à un "readiness" pour l'apprentissage mathématique.

Puis, dans un second temps, notre attention s'est tournée vers les principales théories de l'intelligence. Nous avons envisagé d'abord les psychologues praticiens, tel Binet et Wechsler, ensuite les grands théoriciens comme Spearman, Thurstone, Cattell et Guilford. En outre, une attention toute particulière a été accordée à la théorie génétique de Piaget.

En fait, la théorie de Piaget, comme celle de Spearman sont les principales approches qui servent de base à notre recherche. Spearman avec son facteur général "g" et ses facteurs spécifiques "s" nous sera très utile pour vérifier la relation, existante ou non, entre la "maturité spécifique" à l'apprentissage arithmétique et le développement de l'intelligence.

Pour Piaget, le développement cognitif se fait en stades séquentiels, chacun marqué par des caractéristiques et des façons de penser identifiables. Les études ont montré que certains concepts peuvent être acquis seulement à condition que certaines structures aient été construites.

D'ailleurs dans l'évolution cognitive comme dans le développement en général, il y a certaines périodes dans lesquelles certains types de fonctions se développent.

Dans cette étude nous nous pencherons sur la relation entre maturité pour l'apprentissage arithmétique et intelligence. Est-ce que ces processus sont vraiment distincts? Si oui, se développent-ils de façon parallèle, tiennent-ils compte l'un de l'autre ou peut-être s'influencent-ils réciproquement?

Spearman, dans sa théorie du facteur "g" nous dit que "g", est présent dans toutes les habiletés et fournit un estimé des capacités de base de l'individu. En plus, Spearman croit en la présence de facteurs "s" lorsqu'il y a habiletés spécifiques. Piaget élabore sa théorie à partir de l'observation des enfants. C'est ainsi qu'il en arrive à décrire le processus évolutif de l'intelligence.

Piaget nous dit que la maturation est un des quatre facteurs qui contribuent au développement cognitif. D'après lui, il y aurait en outre les transmissions sociales, les expériences physiques et logico-mathématiques ainsi que l'équili-

bration. De fait, le développement serait un produit de l'interaction continuelle entre un potentiel de base et des facteurs de l'environnement.

Nous constatons régulièrement que les individus croissent à des vitesses différentes. Mais les changements dans chaque individu tendent à suivre un patron séquentiel, bien caractéristique de l'espèce à laquelle il appartient. La maturation paraît fournir la structure fondamentale de l'organisme et être responsable pour les premiers stades de son développement. Quant à l'activité, elle exerce une influence sur le déroulement du développement des structures déjà existantes. De plus, un certain degré de stimulations environnementales est nécessaire pour aider au développement dans le cas de certaines réponses apprises.

Le terme "maturité" a fait naître bien des discussions notamment dans le milieu pédagogique. Si bien que pour un bon nombre une question se pose: La maturité ne serait-elle qu'une façon moderne d'interpréter le concept d'intelligence? L'enfant est prêt ou pas prêt: dans un tel cas, le terme "maturité" implique de façon tacite une relation directe avec un potentiel présent ou manquant.

Il est clair, dans notre esprit, que maturité et intelligence ne sont pas totalement indissociables. Alors y a-t-il une relation entre l'intelligence et la maturité pour l'apprentissage? Si oui, comment se manifeste-t-elle? Une croyance populaire nous dit que les enfants qui parlent précocement

sont les plus intelligents. Morgan (1956) rapporte les résultats obtenus lors d'observations faites par Terman et ses collaborateurs (Terman et al., 1925). Travaillant avec des enfants au Q.I. de 140, Terman trouva que de tels enfants commencèrent à parler environ 4 mois plus jeunes que la moyenne des enfants. D'un autre côté, les enfants d'intelligence inférieure à la moyenne apprennent à parler plus tard. De telles observations démontrent qu'il est possible qu'une relation existe entre la maturité et l'intelligence.

Or, si nous parlons d'un point de vue dynamique, il semble que l'intelligence et la maturité pour l'apprentissage se développent, non pas en parallèle, mais en interagissant l'une avec l'autre. Tout comme dans le cas du développement de l'intelligence, la maturation pour l'apprentissage chemine en interaction avec certaines conditions héréditaires et du milieu.

L'intelligence est une fonction avec laquelle l'individu naît et qui se modifie en fonction de l'histoire de l'individu. Pour Piaget, l'intelligence est une fonction d'adaptation et elle est construite graduellement par le sujet en contact avec le milieu. L'intelligence n'est donc pas une fonction qui soit totalement présente à la naissance. Elle se développe, et à chaque stade de développement reflète l'interaction de l'individu avec son environnement.

A la naissance, l'individu peut avoir une capacité, une potentialité pour la croissance de son intelligence, mais ceci ne

peut se réaliser sans apprentissage, ni sans stimulation. Car les fonctions de l'organisme dépendent non seulement des structures primitives, mais aussi des modifications qui s'ajoutent. Ces améliorations, ces changements de structures se produisent à la suite de la maturation et de l'apprentissage. Au départ, cependant, ce sont les facteurs héréditaires qui limitent les possibilités que nous fournit l'environnement. L'intelligence est donc une fonction qui se modifie avec le développement de l'organisme sous l'influence de tout ce qu'il subit.

Au fur et à mesure que l'individu se développe, son potentiel cognitif devient une capacité bien précise et "quasi définitive" qui est perçue comme une habileté générale. "Quasi définitive" parce que pour un Q.I. donné, si celui-ci montre une légère supériorité sur la moyenne des enfants du même groupe d'âge, on peut s'attendre à une évaluation future très similaire. De fait, le potentiel n'est pas une fonction stable; ce sera son avantage initial qui se maintiendra d'une année à une autre. Donc cela ne veut pas dire que l'intelligence reste la même d'une année à une autre. Autrement dit, ce n'est que la valeur du développement mental qui est constant lorsque le Q.I. est constant.

Le potentiel intellectuel est aussi un bon indice d'une capacité en vue de l'apprentissage. Toutefois ce n'est pas l'unique facteur qui intervienne; en effet le "readiness" pour un apprentissage particulier s'avère aussi un facteur im-

portant. Ce "readiness" pourrait-il être en relation avec l'intelligence? Dans le cas qui nous intéresse, se peut-il qu'une relation existe entre l'intelligence et une "maturité spécifique" à l'apprentissage arithmétique?

Dans le domaine de la recherche expérimentale, il semble bien que peu de choses aient été faites dans ce sens précis. Par contre, nous pouvons faire référence à des recherches visant le rapport entre intelligence et rendement mathématique.

Les recherches pour corréler l'intelligence avec le rendement mathématique ne sont pas nouvelles, puisque depuis fort longtemps on a envisagé la relation entre l'intelligence et le rendement académique en général. Les études de Erickson (1958), Rose et Rose (1961) et Williams (1965) visent entre autres à corréler l'intelligence avec le rendement mathématique.

Les résultats de ces études s'avèrent concluants: il existe une relation entre le Q.I. et le rendement mathématique. Cependant, la majorité des recherches de ce genre sont faites après quelques années d'apprentissage scolaire et mathématique, alors que déjà une foule de facteurs diversifiés et non-contrôlables interviennent depuis fort longtemps dans le cas de certains enfants. Ces variables extérieures à la situation expérimentale biaisent le résultat escompté puisque toutes ces variables interviennent dans la relation.

Penchons-nous quelque peu sur l'étude de Erickson (1958). Celui-ci soutient que l'habileté arithmétique donne une corrélation suffisamment haute avec le quotient intellectuel. Il soutient de plus que l'âge mental peut être utilisé comme valeur prédictive pour l'habileté arithmétique. L'étude d'Erickson est faite avec des enfants de 6ième année et il obtient une corrélation de .72, relation relativement haute entre le Q.I. et le rendement mathématique. Les tests utilisés sont le Iowa test of basic skills, forme 2 section arithmétique de 6ième année et l'Otis-Quick Scoring Mental Abilities Test.

Cette relation relativement haute entre le Q.I. et le rendement arithmétique demeure élevée seulement quand l'échantillon total est considéré. Lorsque séparé en sous-groupes la corrélation baisse considérablement pour chacun. Apparemment c'est habituellement le cas quand les relations entre les sous-groupes sont comparées à l'échantillon total. Cependant la relation entre l'intelligence et le rendement arithmétique entre chaque sous-groupe est plus basse que généralement attendue.

En subdivisant son échantillon en sous-groupes de rendement mathématique (27% supérieur, 46% dans la moyenne et 27% inférieur), il obtient respectivement .39, .46, .40. L'échantillon ainsi divisé montre que plusieurs inférences sont perdues, que des facteurs autres que l'intelligence sont opérants.

Un autre aspect de la recherche d'Erickson semble in-

trigant à première vue. Pour analyser d'autres phénomènes Erickson a subdivisé le test de rendement arithmétique en deux aspects: l'un qui touche l'apprentissage des concepts, l'autre concerne les problèmes à résoudre. Quand il a mis en relation ces deux aspects différents de l'apprentissage mathématique avec le niveau intellectuel, il trouve que la corrélation est beaucoup plus forte entre l'intelligence et la possession des concepts qu'entre l'intelligence et les problèmes à résoudre. D'après Erickson, dans les problèmes à résoudre d'autres facteurs interviennent comme l'habileté à la lecture.

Nous pouvons observer ces différences notables dans le tableau qui suit:

Tableau 1
Corrélation entre le Q.I. et les concepts, et entre le Q.I. et les problèmes à résoudre.

	Sujets	Q.I./concepts	Q.I./problèmes
Echantillon total	230	.73	.58
27% supérieur	63	.40	.19
46% moyen	104	.47	.15
27% inférieur	63	.47	.05

Rose et Rose (1961) rapportent des résultats semblables à ceux d'Erickson en réalisant une étude sur la relation entre

l'intelligence et le rendement arithmétique avec le Iowa test of Basic Skills et l'Otis-Quick scoring Mental Ability test. En effet tel que nous pouvons le voir dans le tableau 2 une corrélation de .67 est obtenue dans un groupe de 456 enfants de troisième année.

Tableau 2

Corrélation entre le Q.I. et le rendement mathématique pour deux classes socio-économiques

	sujets	classe supérieure	sujets	classe moyenne
Echantillon total	100	.67	356	.53
supérieur (rendement)	20	.27	42	.43
moyen (rendement)	53	.38	225	.50
bas (rendement)	26	.32	89	.48

Les corrélations sont plus faibles quand le groupe est subdivisé en classes socio-économiques. Lorsqu'ils subdivisent les groupes socio-économiques en sous-groupes de rendement mathématique, les corrélations diminuent aussi.

La différence de .14 entre les deux corrélations est significative au niveau de 5%. L'inférence que Rose et Rose soulèvent c'est que la variable intelligence tend à être plus significativement reliée à l'arithmétique dans un groupe homogène que dans un groupe hétérogène. Le groupe homogène, c'est selon eux

celui de la classe socio-économique supérieure, tandis que le groupe de la classe moyenne serait plus diversifié.

Est-ce que ces différences sont simplement présentes ou dues au facteur de l'intelligence dans le groupe qu'il signale? ou si ces différences peuvent être dues effectivement à des facteurs précis de différence entre les classes socio-économiques?

En résumé Rose et Rose trouvèrent qu'il y a une relation significative entre l'intelligence telle qu'exprimée en Q.I. et le succès ou l'échec en arithmétique.

Il est intéressant de considérer ensemble les données de ces deux recherches en ce qui touche la relation entre l'intelligence et le rendement arithmétique.

En observant les intervalles du Q.I. du tableau 3, nous constatons qu'on retrouve des enfants de niveau d'intelligence supérieure dans le rendement mathématique inférieur. En conséquence, il apparaît que ce soit une chose fort complexe que de chercher à déterminer le degré de relation entre le rendement mathématique et l'intelligence.

D'autres hypothèses que les auteurs n'ont pas relevées pourraient être faites comme par exemple: Est-ce que ces différences ne sont pas dues à des différences d'apprentissage non systématique dues aux différents stimuli auxquels les enfants de différents milieux socio-économiques sont soumis?

Tableau 3

Erickson			
Groupe en arithmétique	sujets	(intervalle) Q.I.	corrélacion
Echantillon	230	54-137	.72
27% supérieur	63	84-137	.39
46% moyen	104	75-130	.46
27% inférieur	63	54-113	.40
Rose			
	sujets	Q.I.	corrélacion
échantillon			
classe supérieure	100	81-139	.67
20% supérieur	20	102-136	.27
53% moyen	53	89-139	.38
27% inférieur	26	81-124	.32
échantillon			
classe moyenne	356	57-136	.53
12% supérieur	42	70-136	.43
63% moyen	225	63-135	.50
25% inférieur	89	57-130	.48

Un autre groupe de recherches qui nous intéressent sont celles qui mettent en relation l'habileté à conserver (dans le sens piagétien) et le rendement mathématique. Nous avons déjà vu comment, pour Piaget, la conservation constitue une condition nécessaire pour toute compréhension mathématique.

L'habileté à la conservation peut-elle alors être positivement corrélée avec le rendement scolaire en mathématiques. Almy, Chittenden et Miller (1966); Reimer (1968); Steffe (1968) Dodwell (1961); Hood (1962) et d'autres supportent cette relation positive entre la conservation et le rendement en mathématiques.

Steffe (1968) après avoir regroupé 108 enfants de première année selon 4 niveaux de conservation trouva que les non-conserveurs se trouvaient loin derrière les enfants des trois autres niveaux pour leur habileté à résoudre des problèmes d'addition.

Leblanc (dans Nelson 1969) fit une recherche du même ordre mais l'appliqua à la soustraction et non à l'addition tel que Steffe l'expérimenta. Leblanc obtint les mêmes résultats. De plus, il trouva que des prédictions pouvaient être faites aussi avec un test d'intelligence. Néanmoins, le test de la conservation s'avère meilleur pour prédire l'habileté à résoudre des problèmes de soustraction.

Ces constatations sont certes fort intéressantes mais elles concernent des enfants d'âge scolaire. Il nous reste à

envisager les études qui portent de façon précise sur le sujet de notre étude à savoir la relation entre le "readiness" arithmétique et l'intelligence. Ces études sont presque inexistantes.

L'étude de Williams (1965) est néanmoins à signaler. Elle s'avère intéressante pour nous à cause des variables utilisées ainsi que du niveau d'âge visé. En effet Williams vérifie les relations possibles entre l'intelligence et le rendement arithmétique chez des enfants de maternelle.

Pour décrire le rendement arithmétique, Williams mit au point, spécialement pour cette étude, un instrument le Preschool Kindergarten Modern Mathematics test, pour connaître quels sont les concepts, habiletés et capacités arithmétiques que les enfants de maternelle possèdent. Les aspects abordés dans cet instrument sont: 1) nombres et opérations, 2) géométrie, 3) mesure, 4) fonctions et graphiques, 5) phrases mathématiques, 6) logique, 7) séries, 8) applications et problèmes.

Williams obtint pour le Preschool Kindergarten Modern Mathematics test un coefficient de fidélité de .90 calculé par le Kuder Richardson formule 1 pour 595 enfants. Les items sont

-
1. Les concepts, habiletés, capacités sont catégorisés selon le Strands Report of Advisory Committee on Mathematics to the State Curriculum Commission, Strands of Mathematical Concepts, reprinted from California Mathematics Council Bulletin, XX, 2 (Fall, 1962), 1-11.

choisis sur une base de validité telle que déterminée par un jury d'experts.

L'autre instrument de mesure qu'il utilise est le S.R.A. du Primary Mental Abilities. Cet instrument sert à mesurer l'intelligence.

Avec son échantillon de 595 enfants, il obtint des scores se rapportant à chaque enfant pour sa maturité mentale, son rendement mathématique et concernant l'influence du milieu familial.

Les données révèlent qu'il y a une différence significative dans le rendement au test mathématique quand les enfants sont regroupés selon leur âge mental par tranches de 6 mois. La même différence significative est retrouvée quand les sujets sont regroupés par niveaux successifs de Q.I., (89 et moins, 90-109, 110-129, 130 et plus). Il est aussi démontré que quand l'âge chronologique augmente, le rendement mathématique des sujets augmente.

La corrélation entre les deux tests est de .70 quand elle est calculée selon l'âge mental et de .75 quand elle est calculée selon le Q.I.

Une corrélation similaire est obtenue entre le rendement mathématique et chaque sous-test du S.R.A. (signification verbale, perception, capacité quantitative et facteur spatial).

Notre démarche personnelle dans la recherche en cours rejoint d'assez près les préoccupations de Williams en ce sens que, tous deux, nous avons comme souci l'enfant de maternelle. Pour nous, c'est de vérifier si l'intelligence de l'enfant est en relation avec son "readiness" pour l'apprentissage arithmétique. Williams tourne un peu autour du même problème. Il cherche la relation entre l'intelligence et le rendement et aussi entre l'âge mental, l'âge chronologique et ce même rendement mathématique.

La recherche de Williams semble être une sorte de mesure des connaissances arithmétiques de l'enfant lorsqu'il arrive au niveau maternelle, ce qui implique que la période préscolaire soit une période d'apprentissage même si cet apprentissage ne se fait pas de façon systématique.

Le Preschool Kindergarten Modern Mathematics test mesure les connaissances présentes au moment de l'entrée à l'école maternelle. Ce type d'épreuve fait appel davantage à des acquisitions de connaissances précises.

D'autres études, telle celle de Quintin (1972) mettent plus d'accent sur les processus mentaux sous-jacents aux connaissances. En effet, le M.A.E., Maturité pour l'apprentissage de l'arithmétique à l'élémentaire, (Quintin 1972) essaie de viser non pas seulement des notions apprises, mais plutôt des mécanismes mentaux nécessaires à l'apprentissage de l'arithmétique systématique.

Pour valider le test de maturité, une comparaison a été faite entre les résultats prédictifs du test et le rendement effectif académique avec les enfants suite à leur première année de scolarité. La relation entre ces résultats académiques et le test de maturité montre qu'il y a une relation entre ces deux phénomènes dans cette étude.

Le potentiel intellectuel est un facteur prédictif de réussite dans le domaine de l'apprentissage scolaire. Pour sa part, la "maturité spécifique" à l'apprentissage arithmétique semble être un facteur prédictif de réussite dans l'apprentissage scolaire dans ce domaine.

Pour corréler la maturité avec l'intelligence nous nous appuyons sur la théorie du facteur général de Spearman. Si la théorie de Spearman est exacte, les tests dans les domaines spécifiques sont inutiles puisqu'un test d'intelligence générale est suffisant. Ceci vaut pour les tests qui s'adressent aux adultes. Quant à la période de la petite enfance, il semble bien que nous puissions devoir penser autrement tel que dit Quintin (1972): "Nous n'avons aucune raison de croire que toutes les fonctions mentales mesurables croissent exactement au même rythme et durant le même intervalle d'années; en fait il y a quelque évidence du contraire" (p. 61)

En élaborant sa théorie du facteur "g", Spearman prétend que ce facteur commun renferme un nombre de capacités très variées. Qu'elles soient mécaniques, musicales, mathématiques ou reliées à la lecture ou autres, une certaine relation se retrouve entre elles. Et cette relation existe précisément parce qu'une certaine quantité de g est nécessaire à chacune. En outre, selon Spearman, chaque habileté, en plus du g, fait appel à des aptitudes spécifiques "s". Ainsi les habiletés mathématiques en exigeant une certaine quantité de g, exigent aussi des capacités (ou des aptitudes) mathématiques spécifiques qui peuvent se traduire par une facilité spéciale pour manier les chiffres. Ce seront les "s" de la performance.

Ces conclusions ainsi que la théorie du facteur général de Spearman nous permettent de considérer la possibilité d'une corrélation entre la maturité pour l'apprentissage et l'intelligence.

Nous prévoyons que la corrélation entre l'intelligence des enfants de maternelle et leur maturité spécifique à l'apprentissage arithmétique ne soit pas trop élevée. Nous supposons aussi que la corrélation obtenue avec un test d'intelligence qui tienne compte de l'acquis soit plus élevée que celle que l'on obtiendra avec un test sans apport culturel.

A l'étape suivante nous détaillerons nos hypothèses

ainsi que le cheminement suivi lors de l'expérimentation.

Chapitre quatrième
Schéma expérimental

Le but premier de cette étude est de nous permettre d'examiner la relation possible entre l'intelligence et le degré de maturité pour l'apprentissage de l'arithmétique au niveau élémentaire chez l'enfant d'âge pré-scolaire. Peut-on prétendre qu'il existe une "maturité spécifique" dans le cas qui nous intéresse? Nous tenterons d'y répondre et de découvrir les liens possibles entre ces deux phénomènes.

Les instruments utilisés à cette fin sont les suivants: le M.A.E. (Maturité pour l'apprentissage de l'arithmétique à l'élémentaire) de Ercilia Quintin qui évalue la maturité pour l'apprentissage de l'arithmétique à l'élémentaire, le WPPSI (Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence) de David Wechsler et les Matrices progressives de J.C. Raven qui nous fournissent des mesures du niveau intellectuel.

Le WPPSI est un test d'évaluation de l'intelligence qui tient compte des acquisitions culturelles, tandis que le test des Matrices progressives ne fait intervenir aucun facteur d'ordre culturel (culture free).

Hypothèses:

Hypothèse 1: Il n'y a pas de corrélation élevée entre l'intelligence générale et la maturité pour l'apprentissage mathématique.

Hypothèse 2: La corrélation obtenue entre le WPPSI et le M.A.E. serait plus élevée que celle produite par les Matrices progressives et le M.A.E.

Echantillonnage:

La population visée dans notre étude est l'enfant d'âge préscolaire, plus spécifiquement les enfants qui sont à la veille de faire leur entrée à l'école primaire. Des enfants de maternelle ont donc été retenus. L'âge chronologique de ces enfants varie entre 5 ans 8 mois et 6 ans 7 mois.

Notre échantillon a été retenu à l'intérieur de l'échantillonnage utilisé par Quintin et Asselin pour établir les normes du test M.A.E. au sein d'une population québécoise.¹

Compte tenu du temps nécessaire à l'administration de chacune des épreuves auprès de chaque enfant, le nombre d'enfants retenus se devait d'être limité.

Le groupe-classe choisi présente les mêmes caractéristiques que l'échantillon total sur lequel il a été pigé quant à la distribution d'âge, quant au score du M.A.E. Ce groupe provient de milieu urbain de niveau socio-économique moyen.

-
1. Le test M.A.E. (Maturité pour l'apprentissage de l'arithmétique au niveau élémentaire du Dr Ercilia Quintin fut d'abord validé auprès d'une population belge francophone en 1972. L'adaptation et l'établissement des normes du test a été entreprise au Québec, dans la région 04 en 1975-1976. L'échantillonnage était constitué de 1,000 enfants. Cet échantillonnage était stratifié selon le niveau socio-économique et la provenance urbaine ou rurale.

Ces enfants fréquentent la même classe donc ils ont le même éducateur, ils ont le même milieu scolaire; il n'y a pas de variables de type milieu scolaire qui peuvent influencer.

L'expérimentation a eu lieu à la fin mai, début juin 1976, pour tout le groupe. Nous avons effectué l'expérimentation avec une classe complète de niveau maternelle, 19 enfants venaient en classe l'avant-midi et 18 autres l'après-midi. Parmi ces 37 enfants, certains ont dû être éliminés; (3) ont été absents pour cause de maladie qui dura plus de 3 semaines et (3) autres ont déménagé après avoir passé la première partie de l'expérimentation. Finalement, 16 garçons et 16 filles ont été retenus.

Déroulement de l'expérience:

Comme il fallait environ une heure pour l'administration du WPPSI et une quinzaine de minutes pour chacune des deux autres épreuves, chaque enfant a été vu à trois reprises. Cependant, pour deux enfants, une quatrième rencontre s'est avérée nécessaire: l'un, pour son extrême lenteur, l'autre, pour son manque de concentration.

A partir d'une liste, un premier nom était tiré au hasard, puis un second et ainsi de suite jusqu'à la fin de la première partie de l'expérimentation (passation du M.A.E). Par la suite, nous avons procédé de la même façon pour les deux autres rencontres (passation des Matrices progressives et du WPPSI).

La passation d'épreuves fut faite de la façon suivante:

1) M.A.E., 2) test des Matrices progressives, suivi de 5 sous-tests du WPPSI, 3) dans une dernière rencontre, les 5 sous-tests restants du WPPSI. Tel que mentionné plus haut, dans le cas de deux enfants, une quatrième rencontre était nécessaire pour compléter nos épreuves.

Instruments utilisés:

Le test M.A.E.¹ (Maturité pour l'apprentissage de l'arithmétique à l'élémentaire) de Ercilia Quintin veut mesurer la maturité des enfants pour l'apprentissage de l'arithmétique en première année. Ce test évalue une "maturité spécifique". Comme le mentionne Quintin, le terme "maturité" est pris dans le sens de "readiness".

Basé sur les études du développement et du raisonnement mathématique, le M.A.E. comprend des notions et opérations qui semblent constituer la base nécessaire à l'apprentissage de l'arithmétique au niveau de première année. Il s'avère un instrument utile pour dépister le niveau de développement de l'enfant et prévoir ses chances de réussite au niveau de l'apprentissage arithmétique en première année. Le test M.A.E. a été validé auprès d'une population belge francophone et auprès d'une population québécoise (région 04).

Le M.A.E. est un test individuel applicable à la fin de la maternelle ou au début de la première année. Parmi les notions

1. En appendice A, on trouvera la description complète du test M.A.E.

et opérations relevées dans le M.A.E., notons la comparaison des grandeurs, le classement, la sériation, la conservation des quantités, la composition additive, la notion d'ordre, de classement, de moitié. Ce sont toutes des notions préalables au concept du nombre.

Le test est constitué de 21 items dont seulement 20 sont comptabilisés pour le score total. Chaque item est coté 0, $\frac{1}{2}$ ou 1 point. Le score total est de 20 points.

L'épreuve est présentée sous forme de jeux et l'enfant doit répondre soit oralement soit en effectuant des tâches.

Il n'y a pas de limite de temps pour appliquer ce test mais la durée moyenne est de 15 minutes.

Le WPPSI (Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence) bâti par David Wechsler est un test d'intelligence avec apport culturel qui s'adresse aux enfants de 4 ans à 6 $\frac{1}{2}$ ans.

Wechsler a fait des standards aux Etats-Unis, il n'y a pas de standards faits pour une population québécoise. Nous ferons référence aux résultats américains quand nous analyserons les résultats.

Cette épreuve d'intelligence générale contient une échelle verbale et une autre non-verbale. Dans la première, on retrouve des sous-tests comme: information, vocabulaire, arithmétique, similitudes et compréhension. Dans l'échelle non-verbale on retrouve les sous-tests suivants: maisons d'animaux, images à compléter, labyrinthes et dessins géométriques.

L'administration du WPPSI doit être faite en alternant d'un sous-test verbal à un sous-test non-verbal. Cette méthodologie contribue grandement à maintenir l'attention de l'enfant considérant le niveau d'âge auquel il s'applique.

En compilant le score de chaque sous-test on obtient un score verbal et un non-verbal. Le total obtenu à l'échelle soit verbale, soit non-verbale nous donne un Q.I. correspondant.

L'administration du WPPSI dure en moyenne une heure. Pour cette raison, il a été décidé que celle-ci aurait lieu en deux séances. Ainsi la majorité des enfants ont passé les cinq premiers sous-tests lors d'une première rencontre. Environ une dizaine de jours plus tard a eu lieu la seconde rencontre.

Ceci a été fait pour s'assurer que pour tous les enfants ce délai soit le même.

Les Matrices progressives de J.C. Raven minimisent l'influence de l'école, du milieu culturel et social. C'est un test d'intelligence dit "culture free". Bon nombre de spécialistes dans la recherche des différences individuelles ou de celles des groupes ethniques le classent comme étant plus près du "culture free" qu'aucun autre test.

Le rationnel du test puise dans les principes cognitifs de Spearman qui croit que pour arriver à agir intelligemment dans une situation, l'individu a besoin d'un côté, de l'information nécessaire et de l'autre, de la capacité intellectuelle pour ap-

préhender la situation et tirer des inférences de ce qu'il perçoit.

Raven a bâti deux formes d'évaluation, l'une pour adulte, l'autre pour enfants. En ce qui nous concerne c'est l'échelle pour enfants qui retient notre intérêt.

Il y a des standard pour plusieurs pays mais il n'y en a pas au Québec. Nous ferons référence aux standards américains.

L'échelle pour enfants comprend 36 figures réparties en 3 séries de 12 figures. Chaque figure est constituée d'un patron auquel il manque un morceau. Le sujet doit choisir parmi six possibilités celle qui compléterait adéquatement le dessin. En chacun des cas, les six formes sont similaires mais une seule peut compléter le patron. Pour mieux capter et retenir l'attention de l'enfant, les figures sont illustrées en couleurs et varient de l'une à l'autre. Comme le test est gradué en difficultés, les problèmes deviennent de plus en plus ardues, car même si les figures à compléter demeurent simples, les relations entre elles deviennent plus complexes.

La consigne s'avère simple. L'expérimentateur montre la première illustration et demande de bien regarder. Il insiste sur le fait qu'il manque une pièce au patron et demande à l'enfant de trouver, parmi les six possibilités, la pièce qui compléterait adéquatement le dessin.

L'épreuve ne nécessite pas de temps limite, ce qui

évite que l'enfant puisse se sentir brusqué, pressé. La durée moyenne pour des enfants de cet âge-là est de 10 minutes.

De plus l'enfant n'a aucune manipulation de matériel à faire, il n'a qu'à indiquer quelle figure il veut insérer dans le dessin à compléter.

Dans ce chapitre, nous avons indiqué l'objet précis de notre recherche, à savoir s'il existait un lien entre la maturité pour l'apprentissage de l'arithmétique et le niveau d'intelligence. En outre, nous prévoyons qu'une relation plus étroite existe entre la maturité pour l'apprentissage de l'arithmétique et l'intelligence générale telle que mesurée par un test avec apport culturel comme le Wechsler.

Nous avons expliqué le choix de notre échantillonnage ainsi que le déroulement de l'expérimentation. De plus, nous avons cru bon apporter certaines considérations sur le choix, la description et la méthode d'application des tests: M.A.E., WPPSI et Matrices progressives.

Dans le prochain chapitre, nous verrons quels sont les résultats obtenus et nous en ferons une analyse détaillée.

Nous verrons d'abord comment se situe notre groupe expérimental par rapport aux normes de standardisation de chacun des tests. Par la suite, notre intérêt se portera sur la relation entre la maturité et l'intelligence. Cette relation sera analysée à l'aide du coefficient de Pearson.

Chapitre cinquième
Analyse des résultats

Dans ce chapitre nous présenterons d'abord les données statistiques pour passer ensuite à l'interprétation de ces résultats.

Résultats

Nous nous pencherons maintenant sur les résultats obtenus par notre échantillon aux épreuves utilisées, à savoir: le M.A.E., les Matrices progressives, le WPPSI (global, verbal, non-verbal et sous-test arithmétique).

Nous nous attarderons d'abord aux données descriptives pour passer ensuite aux données concernant les relations entre les diverses épreuves.

Nous observerons donc en premier lieu les résultats obtenus par notre échantillon à chacune des épreuves pré-citées¹ ainsi que la situation de notre groupe expérimental par rapport aux normes de chaque test².

Ceci est envisagé seulement comme cadre de référence mais n'a pas une valeur précise dans le cas du WPPSI et des Matrices progressives, ces tests n'étant pas standardisés pour la population québécoise.

-
1. En appendice B, on trouvera les scores bruts individuels pour les tests mentionnés.
 2. En appendice C, on trouvera les normes des trois épreuves.

Dans le tableau 1 nous présentons les résultats (moyennes et écarts) obtenus par notre échantillon aux tests qui nous servent d'instruments de mesure.

Tableau 1

Moyenne et écart au M.A.E., aux Matrices progressives et au WPPSI (global, verbal, non-verbal et sous-test arithmétique)

	M.A.E.	Matrices	WPPSIg	WPPSIv	WPPSIv	arithmétique
Moyenne	9.29	16.56	102.37	101.40	103.00	10.09
Ecart	3.86	3.80	11.90	9.62	13.97	2.20

Le test de maturité pour l'apprentissage arithmétique, le M.A.E. peut totaliser 20 points. En ce qui concerne les Matrices, un score maximum de 36 points peut être obtenu. Pour le WPPSI, le score figure sous forme de Q.I. autant à l'échelle verbale, non-verbale que dans le cas de l'échelle totale. Quant au sous-test arithmétique, un maximum de 20 points est possible.

Comme nous le voyons dans le tableau 1, notre échantillon nous donne au M.A.E. une moyenne de 9.29 avec un écart de 3.86. Lors de la standardisation du test en milieu québécois, la moyenne obtenue est de 9.26 avec un écart de 3.80. En ce qui touche le rendement à cette épreuve notre échantillon recoupe parfaitement la moyenne de la population.

Quant aux Matrices progressives notre population présente une moyenne de 16.56 avec un écart de 3.80. Dans son guide

d'utilisation du test, Raven nous fournit une table de percentiles selon l'âge. La moyenne d'âge de nos sujets est de 6 ans 3 mois. Donc sur la grille notre groupe se situe au percentile 50, c'est-à-dire dans la moyenne.

Au WPPSI nos sujets présentent un Q.I. moyen de 102.37 avec un écart de 11.80 à l'échelle globale, un Q.I. de 101.40 avec un écart de 9.62 à l'échelle verbale et un Q.I. de 103.00 avec un écart de 13.97 à l'échelle non-verbale. C'est donc dire que notre groupe se situe autour de la moyenne sur la courbe normale de la population (moyenne 100 avec écart de 15).

Pour ce qui est du sous-test arithmétique, nous obtenons tel qu'observé dans le tableau 1 une moyenne de 10.09 avec un écart de 2.20. Ici aussi notre groupe se situe dans la moyenne standard qui est de 10 avec un écart de 1.50.

Nous remarquons qu'il y a dans ce dernier cas une différence au niveau de l'écart. Celle-ci serait attribuable au fait que notre échantillon est petit; les différences individuelles ne s'annulent pas aussi facilement que dans un échantillon plus grand.

De façon générale, nous avons pu observer que notre groupe expérimental se situe autour de la moyenne des normes de standardisation de chacune des épreuves. Cette classe maternelle semble donc vraiment représentative de la population générale des enfants de classes maternelles.

Nous procéderons maintenant à la présentation des données concernant le motif précis de notre étude, c'est-à-dire la relation possible entre la maturité pour l'apprentissage arithmétique et l'intelligence.

Nous avons d'abord transformé les scores bruts en scores standards "z".¹ Cette conversion est rendue nécessaire par le fait que les épreuves utilisées fournissent des scores non comparables entre eux, (le M.A.E. peut totaliser 20 points, les Matrices progressives donnent comme possibilité un maximum de 36 points et, dans le WPPSI, les résultats se présentent sous la forme de Q.I.).

Nous avons calculé ensuite la relation entre nos tests à l'aide du coefficient de Pearson. Dans le tableau 2 nous pouvons voir les corrélations obtenues entre le test de maturité pour l'apprentissage de l'arithmétique à l'élémentaire (M.A.E.) et chacune des autres épreuves.

La corrélation obtenue entre le M.A.E. et l'échelle globale du WPPSI est de .76 avec un degré de signification de .001 et celle obtenue entre le M.A.E. et les Matrices progressives est de .71 avec un degré de signification de .001. Dès cet instant nous constatons qu'il y a une corrélation élevée entre la maturité pour l'apprentissage arithmétique et l'intelligence.

1. En appendice D on trouvera la transformation des scores bruts en scores standards "z".

En outre si nous comparons la corrélation entre le WPPSI et les Matrices progressives et celle entre le M.A.E. et le WPPSI, nous constatons que la relation entre le test de maturité pour l'apprentissage arithmétique et un test d'intelligence générale est aussi élevée que celle obtenue entre deux tests d'intelligence.

Tableau 2

Corrélation entre le M.A.E., les Matrices progressives et le WPPSI (global, verbal, non-verbal et sous-test arithmétique).

	Matrices	WPPSIg	WPPSIv	WPPSIInv	Arithmétique
M.A.E.	.71	.76	.69	.69	.60
Matrices		.75	.72	.66	

En ce qui concerne la deuxième hypothèse, pour trouver la différence de corrélation entre le M.A.E. avec le WPPSI et le M.A.E. avec les Matrices progressives, nous avons calculé le "t" selon la formule de Hotteling¹ pour voir si une des deux corrélations est plus significative que l'autre. Nous avons obtenu un t de 1.53, c'est-à-dire qu'elle n'est pas significative. Nonobstant le fait qu'elle ne soit pas significative, nous décelons une tendance à une corrélation plus haute pour le WPPSI.

1. Dans Guilford, J.P., Fundamental Statistics in Psychology and Education, p.190.

Un autre fait qui se dégage du tableau 2, c'est que la corrélation entre le M.A.E. et le WPPSI global qui est de .76 diminue dès que nous séparons les deux échelles. En effet, la corrélation entre le M.A.E. et l'échelle verbale du WPPSI est de .69 et celle entre le M.A.E. et le non-verbal est de .69.

Le fait que la corrélation diminue lorsque l'on subdivise l'épreuve c'est un phénomène normal. En effet, dans la majorité des études, nous retrouvons, lorsque des épreuves sont subdivisées, des corrélations qui diminuent de façon systématique. Remarquons aussi que la corrélation entre le M.A.E. et les deux échelles du WPPSI sont vraiment identiques.

Quand nous comparons la corrélation des Matrices progressives avec les deux épreuves du WPPSI, nous voyons que dans ce cas les corrélations diminuent aussi mais elles présentent une certaine différence (WPPSIv .72. WPPSIv .66).

La plus basse corrélation que nous pouvons observer dans le tableau 2 est celle obtenue entre le test M.A.E. et le sous-test arithmétique. La différence de corrélation s'avère intéressante à prime abord. Un peu plus loin nous tenterons d'en dégager les implications.

Interprétation des résultats.

La tâche qui s'offre à nous maintenant c'est de faire l'analyse de nos résultats, de déceler ce que peut impliquer la

relation entre les tests. Pour mieux interpréter les corrélations constatées il est important de considérer ici le niveau de corrélation auquel on peut s'attendre dans des épreuves psychométriques.

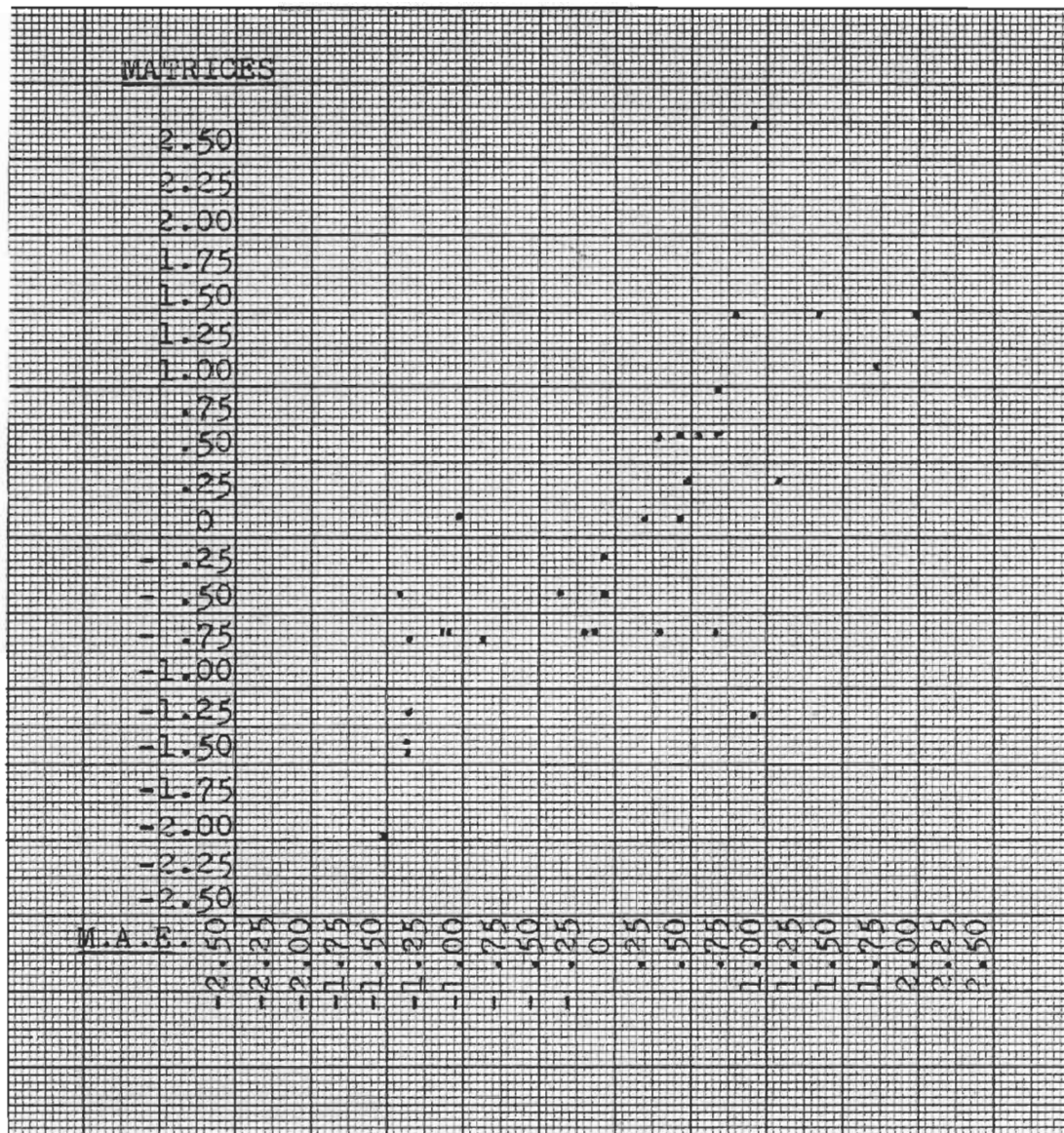
De façon générale, dans l'ensemble des épreuves psychométriques les corrélations auxquelles nous pouvons nous attendre (Guilford 1965, Thorndike 1969) varient entre .00 et .60. En général, lorsque des corrélations plus élevées allant jusqu'à .80 apparaissent, c'est dans le cas de combinaisons d'épreuves.

Dans le tableau 2, nous avons une corrélation de .71 entre le M.A.E. et les Matrices progressives. Cette corrélation s'avère donc très élevée. Ceci nous amène à la constatation qu'il y a bel et bien une relation entre l'intelligence et la maturité pour l'apprentissage de l'arithmétique. L'observation de la figure 1 nous permettra de préciser cette question.

Il est facile de remarquer dans ce diagramme de corrélation la tendance des points à se concentrer vers le centre, vers une ligne droite, que nous pourrions tracer, représentant la corrélation parfaite. La plupart de nos sujets se situent près de cette tendance générale. Deux sujets dérogent quelque peu; il s'agit d'un enfant (sujet no. 14) dont le score est de .95 au test M.A.E. et de -1.20 au test des Matrices progressives et d'un autre (sujet no.8) qui obtient un score de .95 au M.A.E. et plus de 2.50 aux Matrices progressives.

Figure 1

Diagramme de corrélation: M.A.E. et Matrices progressives.

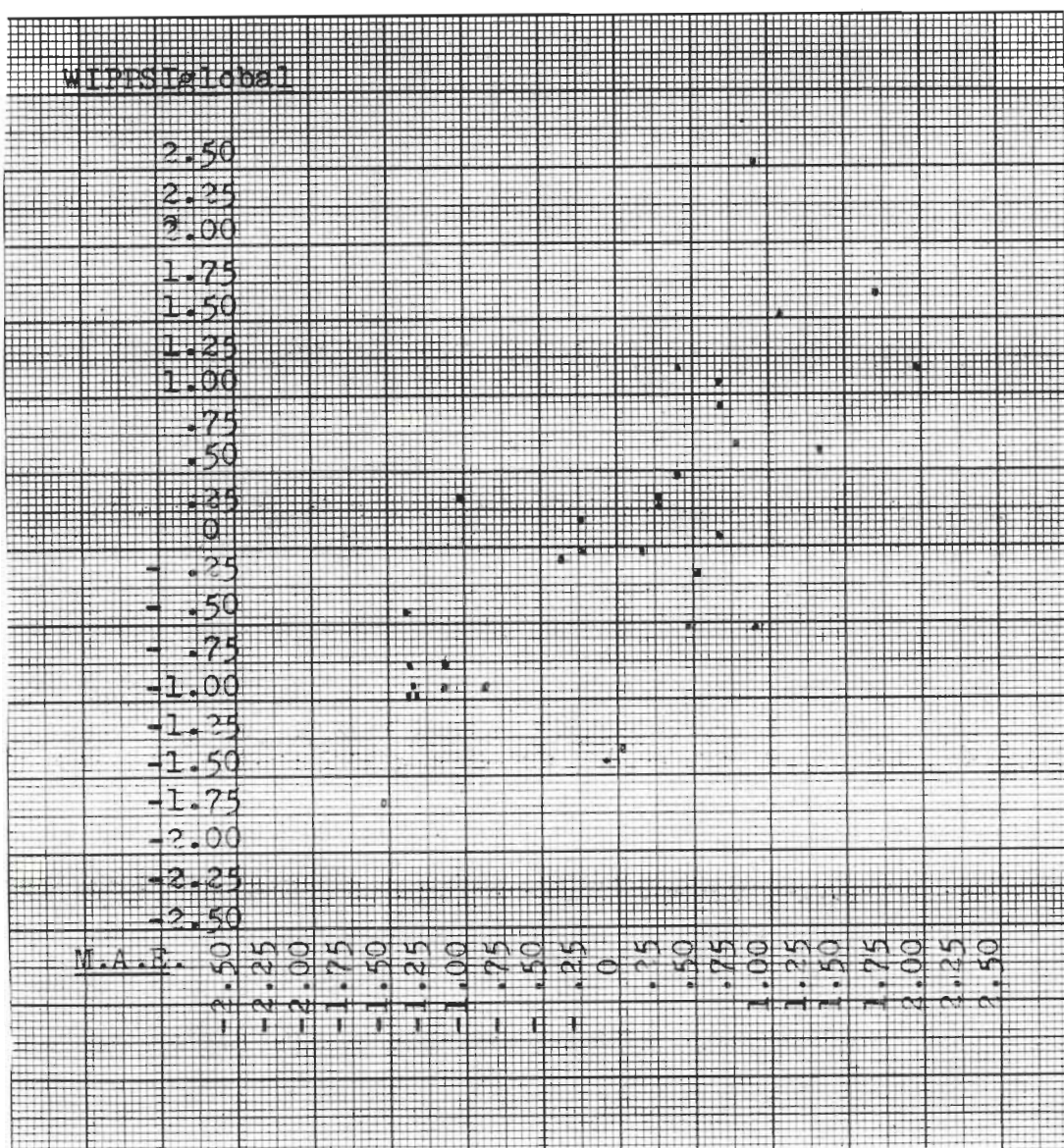


Nous pouvons aussi remarquer que les scores du M.A.E. sont légèrement supérieurs aux scores des Matrices progressives puisque ces scores se regroupent entre -1.50 à 2.00 (z) alors que ceux des Matrices progressives s'étendent de -2.10 à 2.50 (z).

La corrélation entre les scores du M.A.E. et ceux des Matrices progressives nous prouve qu'une relation élevée existe entre la maturité pour l'apprentissage de l'arithmétique et l'intelligence. Cette corrélation concerne un test d'intelligence dit "culture free".

Figure 2

Diagramme de corrélation: M.A.E. et WPPSI global.

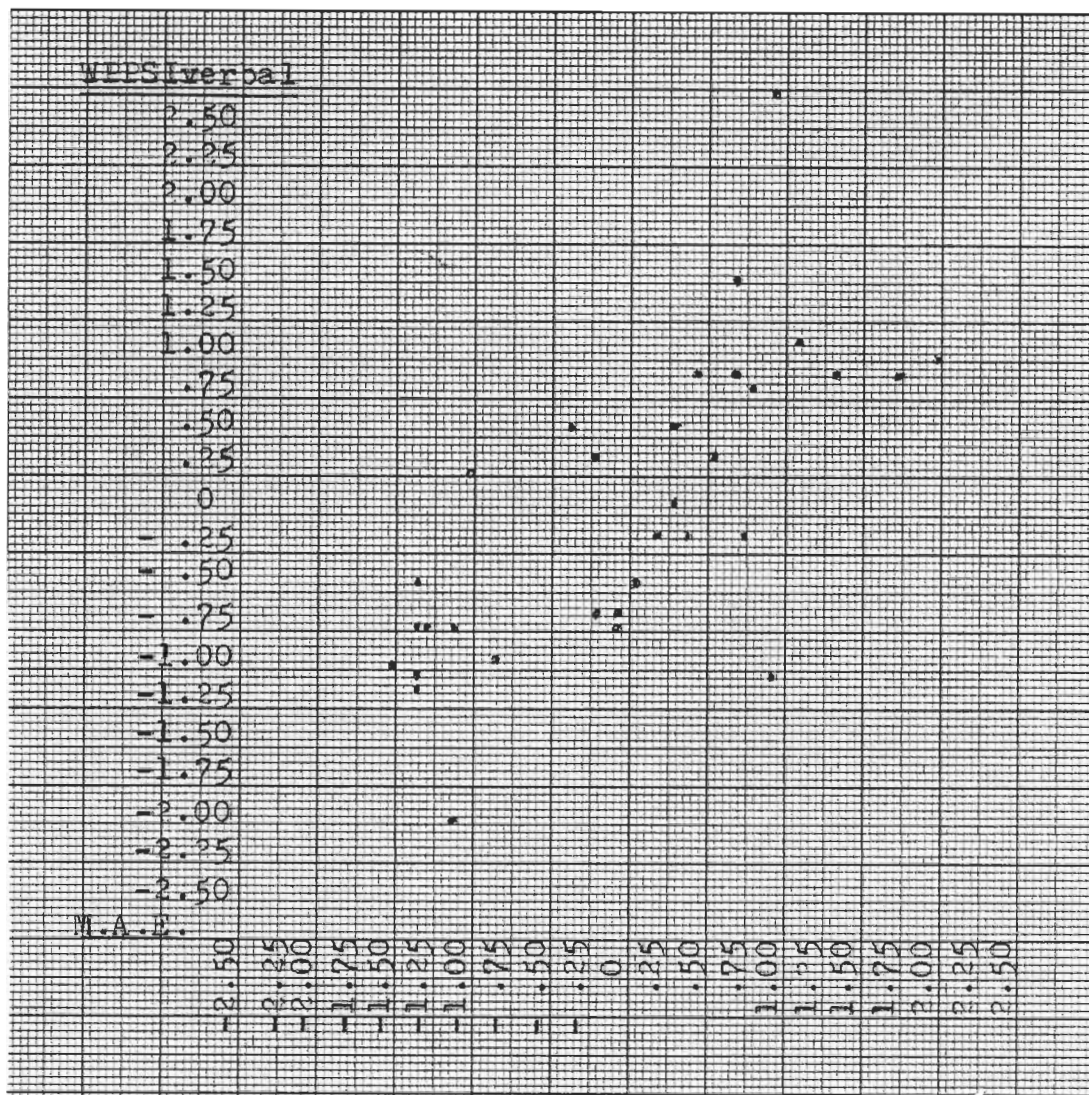


Nous constatons le même phénomène entre le M.A.E. et le WPPSI, test d'intelligence avec apport culturel. En effet cette corrélation est aussi élevée.

Dans le diagramme de corrélation de la figure 2. nous observons que là aussi il y a une tendance des points à se concentrer vers le centre; il y a très peu de déviation.

Figure 3

Diagramme de corrélation: WPPSIv et M.A.E.



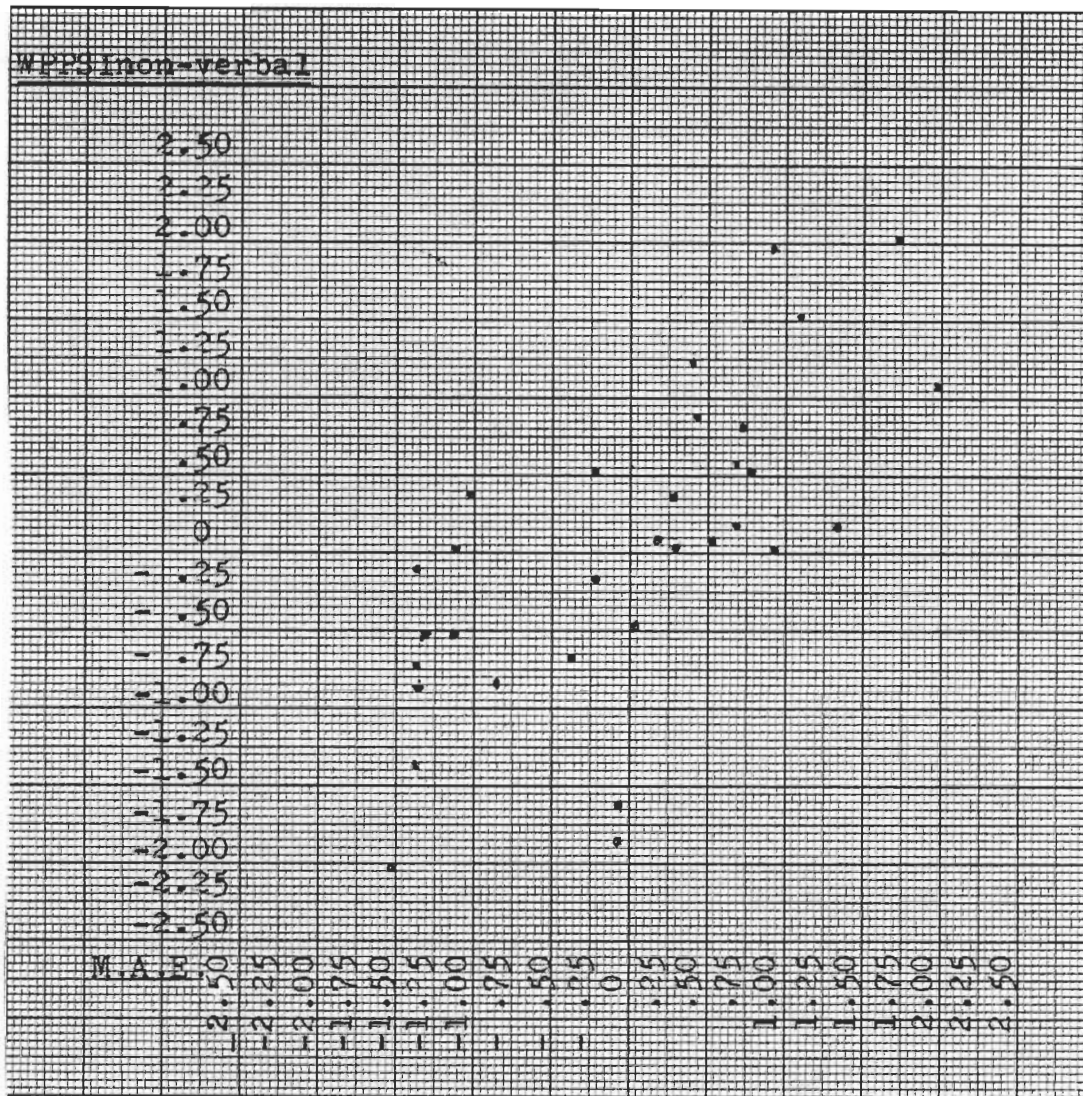
Si nous observons le diagramme de corrélation entre les scores au M.A.E. et au WPPSI verbal (figure 3) nous pouvons faire la même observation que dans les deux autres figures, c'est-à-dire qu'il y a une concentration des points vers le centre mais il y a par contre une déviation un peu plus grande. Trois individus dévient de la tendance générale: un enfant (sujet no. 14) avec un score de .95 au M.A.E. et de -1.10 au WPPSIv, un autre (sujet no. 2) obtient -1.10 au M.A.E. et -2.00 au WPPSIv alors que l'autre (sujet no. 8) donne un score de .95 au M.A.E. et de 2.75 au WPPSIv. Il est à noter que 2 des 3 sujets sont les mêmes qui présentent des décalages entre les résultats au M.A.E. et aux Matrices progressives.

La figure 4 donne le diagramme de corrélation entre le M.A.E. et le WPPSIv. Il est à remarquer que même si les points se regroupent vers le centre, il y a plus de déviation que dans la figure 1 (M.A.E. et WPPSI global). Entre autres, deux sujets s'éloignent de façon assez marquée (sujet no. 24) avec un score de .05 au M.A.E. et de -1.65 au WPPSIv, tandis que l'autre (sujet no. 21) obtient .05 au M.A.E. et -1.80 au WPPSIv.

En ce qui concerne notre première hypothèse qui prévoyait que la relation entre la maturité et l'intelligence ne serait pas élevée nous constatons donc qu'elle est infirmée. En effet, il y a bien une relation élevée entre la maturité pour l'apprentissage de l'arithmétique et l'intelligence, cette relation étant aussi élevée que celle obtenue entre les deux tests d'intelligence entre eux.

Figure 4

Diagramme de corrélation: WPPSIInv et M.A.E.

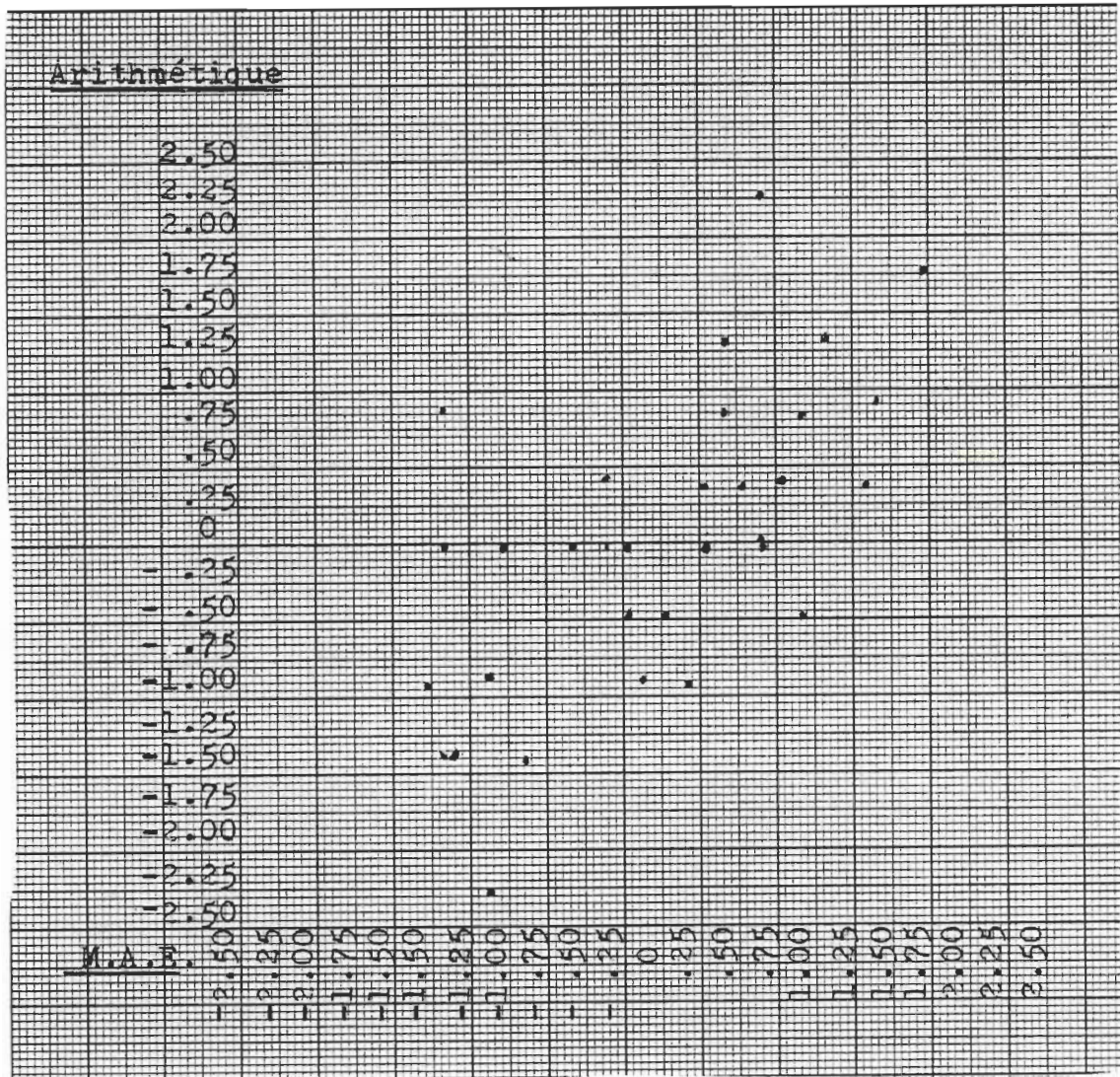


Concernant la deuxième hypothèse, elle prévoyait que le M.A.E. et le WPPSI donneraient une corrélation plus élevée que le M.A.E. et les Matrices progressives. Nous avons constaté une différence dans ce sens mais cette différence n'est pas significative. Puisque les corrélations sont très élevées et notre échantillon petit, nous pouvons supposer qu'avec un échantillon plus

grand la différence pourrait vraisemblablement être significative. Donc cette hypothèse reste à prouver; il reste une possibilité qu'elle soit exacte.

Figure 5

Diagramme de corrélation: M.A.E. et sous-test arithmétique.



Finalement si nous considérons le diagramme de corrélation entre le M.A.E. et le sous-test arithmétique du WPPSI (figure 5), il nous est possible d'observer la même tendance au regroupement des points mais aussi une plus forte dispersion de ceux-ci. Si nous tracions une ligne représentant la corrélation parfaite nous observerions que les points se regroupent davantage vers le bas de cette même ligne et non vers le haut, c'est-à-dire que le rendement au M.A.E. est un peu supérieur.

Cette observation est remarquable, surtout si l'on songe que le test M.A.E. évalue la maturité spécifique à l'apprentissage arithmétique.

Que se passe-t-il dans le cas du rendement de l'enfant au sous-test arithmétique du WPPSI? Est-ce que le sous-test arithmétique fait appel à l'aptitude au calcul mental, donc à une habileté spécifique? Est-ce que cette habileté spécifique diffère davantage de la maîtrise de concepts préalables à l'apprentissage arithmétique comme ceux inclus dans le M.A.E. que les habiletés intellectuelles plus générales?

Pour finir, si nous revenions aux résultats généraux, ne pourrait-on pas prétendre que le test de "maturité spécifique", dû à sa très forte corrélation avec les tests d'intelligence générale, est en mesure de nous fournir une très bonne évaluation du potentiel intellectuel? Serait-ce trop hasardeux de prétendre utiliser le M.A.E. à la place d'un test d'intelligence comme le WPPSI, par exemple?

Autrement dit, l'enfant qui donne un Q.I. élevé à un test d'intelligence fournira un rendement équivalent à un test de maturité. Ce qui peut très bien permettre une évaluation de l'enfant à l'aide du M.A.E., cette évaluation nous permettant de savoir si l'on peut intégrer l'enfant dans une première année ou lui permettre d'attendre que le moment idéal à l'apprentissage soit arrivé.

De fait le M.A.E. pourrait éventuellement fournir une bonne indication tant au niveau du "potentiel que du "matériel" et du "construit" en lui-même.

Pour en arriver à cette conclusion, il faut comprendre ce qu'est le stade où se situe l'enfant; c'est en fait un stade qui demeure sous l'emprise très forte du "temps nécessaire" pour devenir prêt aux apprentissages.

Ce temps propice qui détermine si l'individu est apte à faire son entrée à l'école semble être en relation étroite, du moins à ce niveau de développement cognitif, avec le développement intellectuel. Concernant cette fin de période de petite enfance, il semble bien que la maturité pour l'apprentissage de l'arithmétique atteigne un niveau similaire à celui des possibilités intellectuelles.

Conclusion

Cette recherche nous a permis de constater qu'une relation existe entre l'intelligence et la maturité pour l'apprentissage de l'arithmétique au niveau élémentaire.

Afin d'explicitier le plus adéquatement possible le besoin d'entreprendre une telle recherche, il nous a semblé pertinent de faire une revue des définitions données à certains concepts comme la maturité, le "readiness", l'intelligence.

L'analyse de ces concepts nous a permis ensuite de situer la problématique de la relation entre le "readiness" pour l'apprentissage arithmétique et le potentiel intellectuel que présente l'enfant d'âge pré-scolaire.

Contrairement à l'hypothèse avancée, nos résultats ont démontré qu'une relation très forte existe entre le niveau d'intelligence et la "maturité spécifique" à l'apprentissage arithmétique. Ce qui semble refléter que le niveau de maturité pour l'apprentissage arithmétique soit relié de très près au degré d'intelligence de l'enfant, du moins à ce moment bien particulier de l'évolution cognitive, c'est-à-dire lorsque l'entrée à l'école doit se faire.

La seconde hypothèse qui, elle, prévoyait que la corrélation serait plus élevée entre le M.A.E. et le WPPSI qu'entre

le M.A.E. et les Matrices progressives n'a pas été confirmée clairement. Nous avons effectivement constaté qu'une corrélation plus élevée existe, cependant après vérification il apparaît que cette différence n'est pas significative. Nous estimons qu'une étude sur un échantillon plus vaste pourrait permettre éventuellement de confirmer la tendance constatée.

De fait le M.A.E. pourrait éventuellement fournir une bonne indication tant du niveau du développement que du "potentiel", du "matériel", du "construit" en lui-même.

Constatant la relation entre le M.A.E. et les tests d'intelligence utilisés, il nous apparaît que le M.A.E. pourrait être une épreuve à utiliser et même à recommander si l'on songe à l'économie de temps qu'il suppose face à certains tests d'intelligence. D'autant plus que la corrélation entre le test de maturité pour l'apprentissage et les tests d'intelligence générale est aussi élevée, d'après les résultats obtenus au cours de cette recherche, que la corrélation entre les tests d'intelligence eux-mêmes.

Même si pour un bon nombre d'enfants la corrélation est haute nous avons observé qu'il existait aussi quelques cas déviants.

D'ailleurs Allard (1979) qui a comparé le M.A.E. avec un test de maturité pour la lecture et l'écriture observe le

même phénomène. Les processus qu'elle met en relation se développent en même temps. Cependant elle trouve aussi quelques cas isolés qui en dévient, comme dans le cas qui nous concerne.

En fait, il semblerait que dans l'évolution, tout le processus de développement, toutes les dimensions évoluent conjointement pour la majorité des enfants. L'utilisation conjointe de différentes épreuves devraient être très utile surtout au niveau du dépistage pour les enfants qui présentent justement des difficultés. Chez ces enfants l'évolution ne s'est pas faite de façon harmonieuse sur les différents aspects; ceux-ci ne se sont effectivement pas développés au même niveau.

Ce dépistage précoce dans lequel une analyse différentielle des difficultés serait faite, permettrait d'élaborer des modes d'intervention adéquats.

Il nous semble donc qu'il serait utile d'envisager d'autres études visant à analyser la nature et les caractéristiques des décalages entre divers aspects de l'évolution constatés chez certains enfants.

Appendice A

Test de maturité pour l'apprentissage arithmétique.

UN TEST DE MATURITÉ
POUR L'ARITHMÉTIQUE

N TEST DE MATURITÉ POUR L'ARITHMÉTIQUE¹

ERCILIA P. DE QUINTIN,
Professeur au Département de Psychologie
et d'Éducation Physique,
Université du Québec à Trois Rivières.

I- NATURE ET BUT DU TEST

Au niveau de la première année d'école élémentaire, le progrès d'un enfant dans l'apprentissage de l'arithmétique dépend en grande partie de sa « maturité » spécifique.

Ayant analysé les recherches déjà effectuées sur le raisonnement mathématique et sur les étapes de son développement², nous avons isolé certaines notions et opérations qui semblent constituer la base nécessaire à l'apprentissage de l'arithmétique à ce niveau. Citons à titre d'exemples la comparaison des grandeurs, le classement, la sériation, la conservation des quantités, la composition additive, la notion d'ordre, etc. . .

Le manque de maîtrise de certaines de ces notions et opérations peut produire un échec dès le début de la scolarité. Dans ce contexte, nous avons construit le test M.A.E. (Maturité pour l'Arithmétique Élémentaire), destiné à mesurer la maturité des enfants pour l'apprentissage de l'arithmétique en première année.

Le M.A.E. est un test individuel applicable vers la fin de l'école maternelle ou au début de la première année d'école élémentaire. On demande à l'enfant soit de répondre oralement à des questions, soit d'exécuter une tâche.

¹ Cet article fait suite au texte « la maturité pour l'apprentissage de l'arithmétique au niveau élémentaire, » publié dans l'Orientation Professionnelle Volume 8, no 1.

² c.f. Bibliographie, partie I.

Les résultats au test doivent permettre de déterminer les possibilités d'apprentissage et, par le fait même, de prédire les résultats de fin d'année. Il est alors possible de prendre des mesures utiles pour que l'enfant reçoive un enseignement approprié.

Cet enseignement peut prendre diverses formes selon les possibilités du milieu : programmes spéciaux, classes d'attente, etc. . .

II- DIRECTIVES POUR L'ADMINISTRATION DU TEST

À l'instar de tout test individuel, le M.A.E. suppose une bonne relation entre examinateur et enfant. Vu son caractère facile et attrayant, il peut être appliqué directement à la grande majorité des enfants. Pour des enfants affectés de « blocages » émotionnels marqués, l'examineur utilisera les techniques d'usage avant d'appliquer le test.

Nous n'avons pas fixé de temps-limite pour la réalisation du test. Il est cependant utile de contrôler le temps total, il servira d'indice de la rapidité de l'enfant à effectuer les opérations. Dans les applications que nous avons faites, ce temps total se situe entre 10 et 30 minutes, et la majorité des enfants complètent l'épreuve en 15 ou 20 minutes.

La présentation du test est faite à l'aide de la consigne suivante : « Nous allons jouer à la devinette. Je te montre des dessins et des objets et je te pose des questions. Tu dois deviner ».

III- CONTENU DU TEST

a) QUESTIONNAIRE

ITEM 1 Notion de grandeur

« J'ai trois jolies poupées. Sont-elles de la même grandeur ? . . . Quelle est la plus grande ? . . . Maintenant montre-moi la poupée qui est plus petite que celle-ci, mais la plus grande de celles qui restent. »

ITEM 2 Notions : « Le plus » – « Le moins » – « Manque »

I- « Trois garçons sont allés à la chasse aux papillons. Voilà les trois garçons avec les papillons que chacun

a capturés. Jean (montrer le premier) en a capturé plus que les deux autres. Auquel des deux autres manque-t-il le plus de papillons pour en avoir la même chose que Jean. Pourquoi ? » Si l'enfant est incapable de répondre, ou répond incorrectement, ajouter la question suivante : « Combien de papillons manque-t-il à ce garçon (montrer le dessin du milieu) pour avoir la même chose de papillons que Jean ? ... Et combien de papillons manque-t-il à celui-ci (dessin de droite) pour avoir la même chose de papillons que Jean ? ... » Si l'enfant a répondu correctement aux deux questions : « Très bien, il manque 3 papillons et 2 papillons pour avoir la même chose que là (montrer toujours le dessin correspondant). Alors auquel des deux garçons manque-t-il le plus de papillons pour en avoir la même chose que Jean ? »

- II- a) « Voici deux bâtons de chocolat. Y a-t-il la même chose de chocolat dans les deux ? ... Pourquoi ? »
- b) « Voici encore deux bâtons de chocolat. Où y a-t-il le plus de morceaux de chocolat ... Pourquoi ? »
- c) « Voici deux lignes de chemin de fer. Regarde ici » (montrer celle d'en haut), « il lui manque un morceau de rail » (montrer l'écart).
- « Regarde maintenant l'autre (montrer celle d'en bas), il lui manque aussi un morceau de rail (montrer l'écart). A quelle ligne manque-t-il le plus de rail ? »

ITEM 3 Notion de moitié

« Paul a ces fleurs dans son jardin. Il veut donner la moitié des fleurs à sa maman. Montre-moi les fleurs que Paul va prendre. »

ITEM 4 Notion d'ordre

« Les petites tortues vont à l'école en file. Laquelle est la deuxième de la file ? »

ITEM 5 Classement

Avant chacune de ces questions demander à l'enfant d'identifier les objets dessinés. S'il y a erreur dans la reconnaissance de quelque dessin, corriger.

- I- a) « Parmi ces choses, une n'est pas de la même sorte que les autres. Quelle est cette chose qui ne va pas avec les autres ? ... Pourquoi ? »
- b) Même consigne que a

- II- a) « Certaines de ces choses sont de la même sorte. Elles peuvent aller ensemble. Peux-tu me dire quelles sont ces choses ?... Pourquoi »
- b) Même consigne que a

ITEM 6 Connexité propre à la série des nombres, structure itérative, raisonnement récurrentiel

- a) (Présenter les deux colliers) « Regarde bien ces deux colliers. Est-ce qu'il y a la même chose de perles dans les deux ?... Dans quel collier y a-t-il le plus de perles ?... (Si l'enfant ne donne pas la bonne réponse, la lui donner.)

Maintenant, je veux faire avec celui-ci (le collier le plus long) un collier avec autant de perles que celui-là (le moins long). Est-ce que c'est possible ? »

Essai : Si l'enfant essaie d'égaliser lui dire qu'il a le droit de faire des modifications seulement dans le collier le plus long.

- b) « Voici un morceau de plasticine. Je le coupe en trois parties. Regarde bien. Je coupe une fois, deux fois. Combien de morceaux y a-t-il ?... J'ai coupé deux fois et j'ai trois morceaux. Maintenant je veux faire quatre morceaux. Combien de fois faut-il couper ? » S'il n'y a pas de réponse exacte, faire la démonstration.
- c) « Maintenant, je veux faire cinq morceaux. Combien de fois faut-il couper ? »
- d) « Voici un drapeau. Il faut faire trois bandes, trois parties. Trace des lignes pour faire les trois parties. »

ITEM 7 Composition additive

- a) « J'ai des petits drapeaux et j'ai décidé de les donner à deux petites filles : Marie et Jacqueline. Je donne à Marie trois petits drapeaux et ensuite encore deux. » Présenter les drapeaux. « Je donne à Jacqueline un petit drapeau et ensuite quatre. Est-ce que les deux ont la même chose de drapeaux ? Pourquoi ? »
- b) « Deux camarades se partagent des morceaux de papier en couleur que voici. Jack prend celui-ci (morceau no 1) et Pierre celui-là (morceau no 2). Lequel des deux autres morceaux (morceaux nos 3 et 4) chacun prendra-t-il pour que les deux aient la même chose de papier ? »

Après la réponse, demander : Maintenant les deux ont-ils la même chose de papier ?... Pourquoi ? »

ITEM 8 L'ensemble – unité

« Je fais des canards en papier. J'ai déjà fait les pattes. (Montrer les 6 pattes) Combien de canards puis-je faire avec ces pattes ?... Pourquoi ? » Si l'enfant répond un chiffre entre 1 et 6 – excepté 3 – demander : « combien de pattes a un canard ? » Si la réponse n'est pas correcte, la donner à l'enfant et demander : 2) « Combien de canards puis-je faire avec ces pattes ? »

ITEM 9 Passage de l'opération concrète à l'opération abstraite

« J'avais trois ballons. Maman me donne encore deux ballons. Maintenant, est-ce que j'ai plus ou moins de ballons ?... Pourquoi ? » Si l'enfant répond en donnant le nombre de ballons, demander : « y a-t-il plus ou moins de ballons qu'avant ? »

ITEM 10 Opération avec symboles

« Regarde. J'ai une boîte avec trois petits chats. » Présenter la carte numéro un et faire vérifier par l'enfant qu'il y a bien trois chats. « Un petit chat sort de la boîte et s'en va se promener. » Présenter la carte numéro deux. « Dessine ici (donner la feuille pour la réponse) les petits chats qui sont restés dans la boîte. »

Épreuve complémentaire – conservation des quantités

Donner la plasticine et laisser l'enfant jouer. « Maintenant nous allons faire des boules qui ont la même chose de pâte. » Aider si nécessaire. Transformer une des boules en galette. « Maintenant, les deux ont-elles la même chose de pâte ?... Pourquoi ? »

Refaire les deux boules. Couper une en 4 morceaux. « Y a-t-il maintenant la même chose de pâte ici et là ?... Pourquoi ? »

b) MATÉRIEL

Item 1 : 3 poupées de 17cm, 14cm et 11cm respectivement

Item 2, I : dessin no 1

Item 2, IIa : dessin no 2

Item 2, IIb : dessin no 3

Item 2, IIc : dessin no 4

Item 3 : dessin no 5

Item 4 : dessin no 6

Item 5a : dessin no 7

Item 5b : dessin no 8

Item 5c : dessin no 9

Item 5d : dessin no 10

Item 6a : 2 colliers de perles de 5 et 9 perles respectivement

Item 6b et 6c : un morceau rectangulaire de plasticine

Item 6d : feuille de réponse

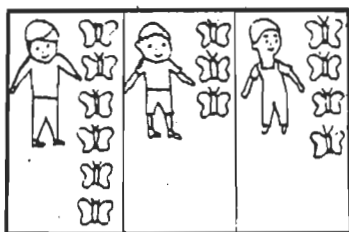
Item 7a : 10 petits drapeaux en carton

Item 7b : 4 morceaux rectangulaires de papier. Morceau no 1 : 7cmx4cm, morceau no 2 : 3cmx4cm, morceau no 3 : 5cmx4cm, morceau no 4 : 9cmx4cm.

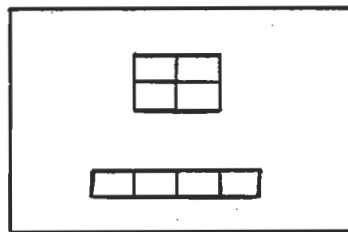
Item 8 : 6 pattes de canards en carton

Item 10 : dessin no 11a et 11b et feuille de réponse

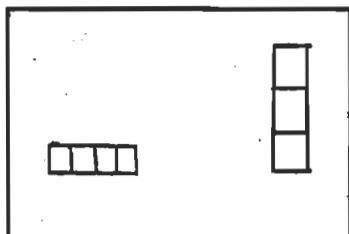
Épreuve complémentaire : plasticine



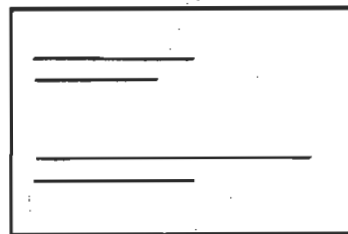
no 7



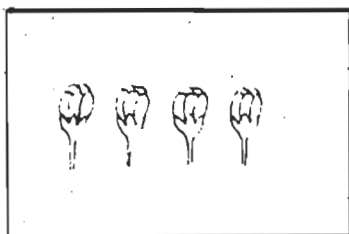
no 8



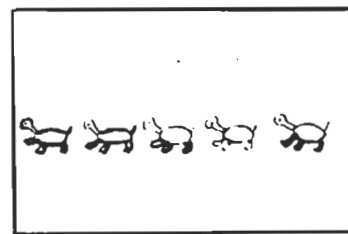
no 9



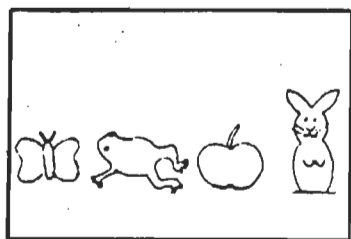
no 10



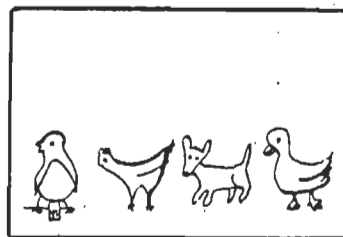
no 11a



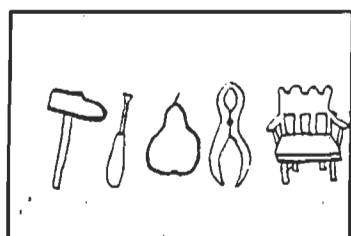
no 11b



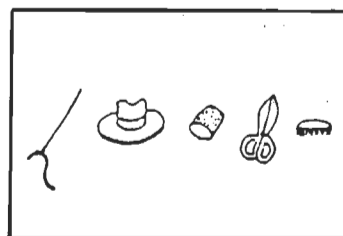
no 7



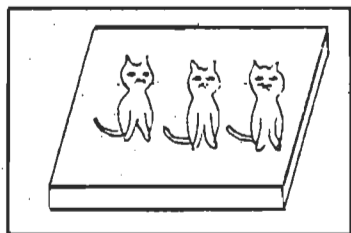
no 8



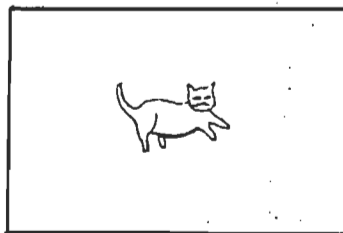
no 9



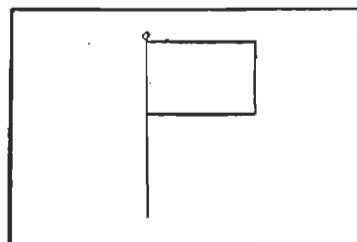
no 10



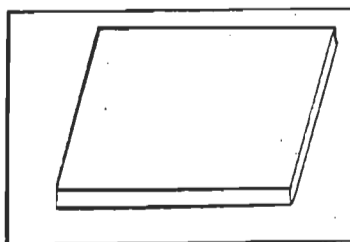
no 11a



no 11b



item 6a



item 10

ÉCOLE

CLASSE

NOM

SEXE

DATE DE NAISSANCE :

DATE D'APPLICATION DU TEST :

DURÉE DU TEST :

A.C.

	RÉPONSE	Points Accordés
1		
2, I		
2, IIa		
2, IIb		
2, IIc		
3		
4		
5, Ia		
5, Ib		
5, IIa		
5, IIb		
6a		
6b		
6c		
7a		
7b		
8		
9		
10		
Ep. Comp.		
TOTAL		

OBSERVATIONS :

IV-DIRECTIVES POUR L'ÉVALUATION

On accorde 1 point par réponse correcte pour chacun des item. On peut donc obtenir un maximum de 20 points, (la question complémentaire ne rentre pas dans l'évaluation quantitative).

On accorde :

1 point :

- pour une réponse correcte à chaque question.
- aux item 2 I, 2 IIa, 2 IIb, 5 Ia, 5 Ib, 5 IIa, 5 IIb, 7a, 7b, 8 et 9, on exige en plus une explication satisfaisante qui montre qu'il ne s'agit pas d'une réponse de simple hasard.

½ point :

- pour une réponse erronée, corrigée ensuite de façon spontanée au cours de l'explication (pour les item où une explication de la réponse est exigée).
- aux item 5 IIa et 5 IIb, quand l'enfant ne trouve que 2 des 3 dessins exigés.
- à l'item 7a, pour une réponse correcte avec comptage erroné lors de l'explication (par exemple : « Ils ont 4 drapeaux tous les deux »).
- à l'item 8, pour une réponse correcte à la 2e question.
- à l'item 9, quand l'enfant donne comme réponse à la première question un nombre supérieur à 3 et autre que 5 et répond bien à la 2e question.

0 point :

- pour une réponse incorrecte
- pour une réponse correcte sans explication ou avec une mauvaise explication, aux item où celle-ci est exigée.

V- INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

La cote brute peut être traduite en percentiles (tableau I) et interprétée en fonction de six catégories de difficulté dans l'apprentissage (tableau II).

Les conversions que nous présentons ici sont calculées exclusivement d'après les données obtenues à partir de l'échantillon qui a servi à la validation.

L'interprétation des résultats en relation aux catégories de difficulté dans l'apprentissage a été effectuée à partir de la corrélation test-critère.

Score	Percentile
20	99
19	95
18	90
16	75
14	50
11	25
8	10
6	5
2	1

TABLEAU I

Score	On peut prévoir un apprentissage :
20	Excellent
18 - 19	Sans difficulté
14 - 17	Normal +
10 - 13	Normal -
5 - 9	Avec difficultés
1 - 4	Échec

TABLEAU II

Pour les enfants ayant obtenu un résultat en-dessous de la normale, l'analyse qualitative des item non réussis donne des indices importants pour l'élaboration d'un programme d'enseignement adéquat. Cette analyse permet de mettre en évidence le type d'opération qui est difficile pour l'enfant et le type de réponse qu'il est capable de fournir.

VI- ANALYSE STATISTIQUE *

a) Échantillonnage

Nous avons appliqué le test à 186 enfants belges francophones répartis dans sept (7) classes (quatre classes de filles et trois de garçons) et fréquentant trois (3) écoles de villes différentes : Bruxelles, Wavre et Jodoigne.

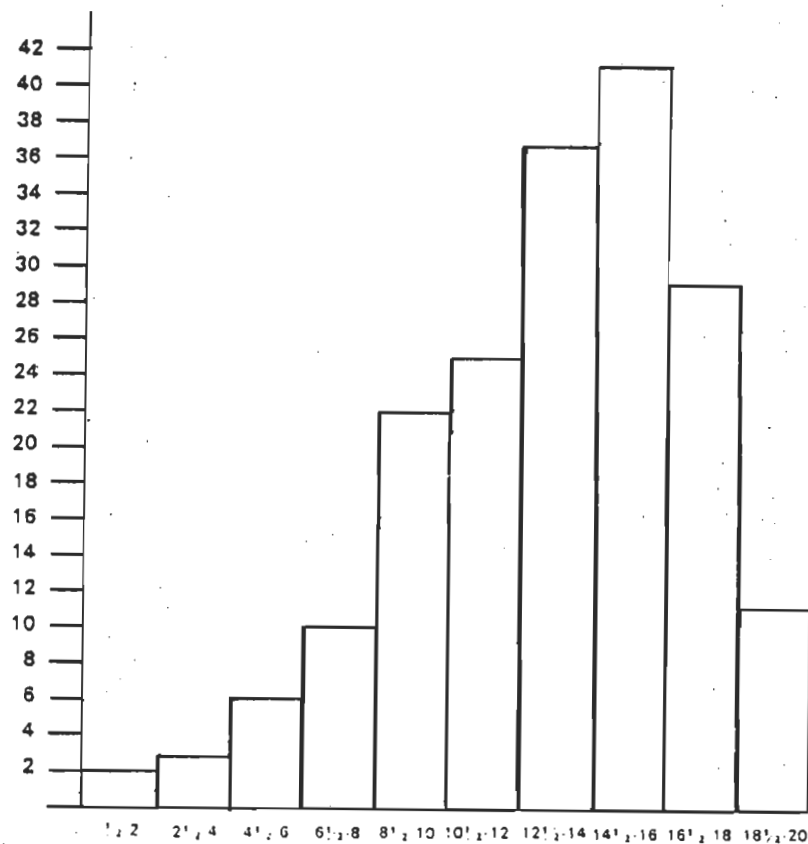
b) Valeur de la tendance centrale, mesure de la variabilité et de distribution de fréquences

Dans notre échantillon, nous avons obtenu une moyenne de 13,13 (sur un maximum possible de 20) avec un écart-type de 3,88. La distribution des fréquences tend à être négativement asymétrique (tableau III).

*c.f. Bibliographie, deuxième partie.

TABLEAU III

Histogramme de la distribution des scores.



La tendance à l'asymétrie négative s'explique facilement par le niveau de difficulté des item que nous avons retenus en fonction du but même du test. Les item très difficiles ont été éliminés parce qu'ils ne pouvaient servir qu'à établir des différences entre des enfants de niveau supérieur.

c) Fidélité

La consistance interne calculée selon la formule de KUDER-RICHARDSON est de .72.

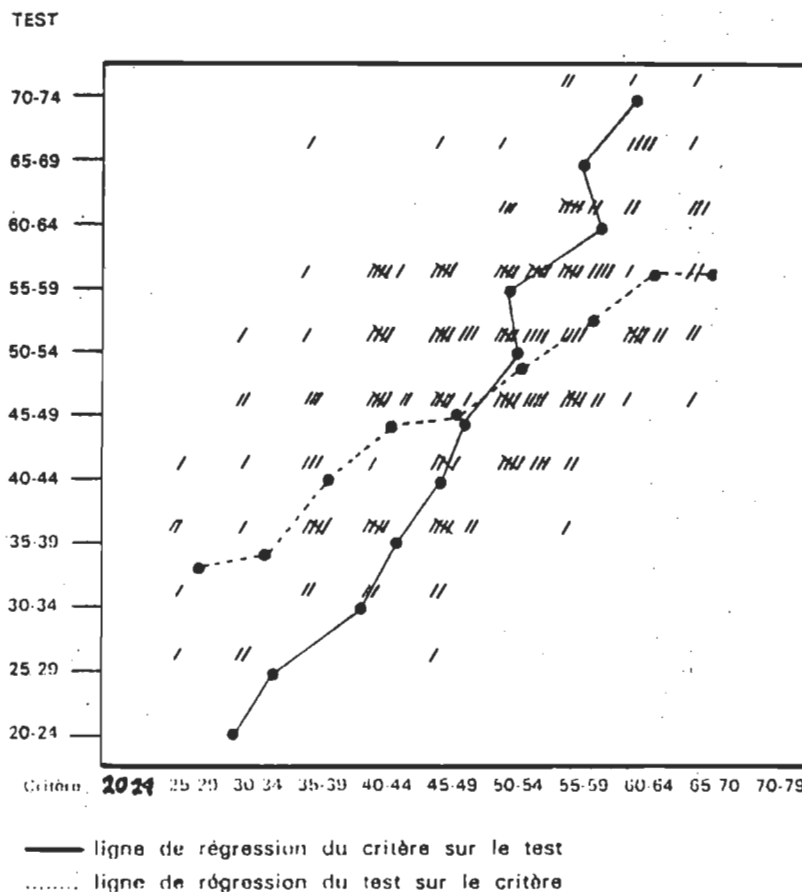
d) Validité

Pour établir la valeur prédictive du test, nous avons utilisé, à titre de critère, les trois formes du test de rendement en arithmétique élaboré par Anna Bonboir *.

Nous avons ensuite dressé le diagramme de la corrélation entre les résultats au critère (la cote moyenne des trois formes transformée en T scores) et les résultats au test (également convertis en T scores normalisés.)

TABLEAU IV

Diagramme de corrélation test-critère



* c.f. A. Bonboir « Etude psychopédagogique de l'arithmétique à l'école primaire » Commission Consultative Universitaire de Pédagogie, 1964, Bruxelles.

Comme nous pouvons le constater (tableau V), la corrélation est positive. Le cas le plus déviant est celui d'un sujet qui a un haut rendement dans le test (percentile 90, T score 67) et un faible rendement dans le critère (percentile 25, T score 39). L'analyse de ce cas particulier nous apprend toutefois que l'enfant concerné double son année scolaire à la suite d'une longue maladie.

Nous avons tout lieu de croire que des facteurs autres que la « maturité » spécifique appréciée à un moment défini, interviennent ici dans l'apprentissage.

Puisque la régression obtenue est linéaire, nous avons calculé l'indice de validité à l'aide de la formule du coefficient de corrélation de Pearson et obtenu le résultat .59.

VII- INFLUENCE DE CERTAINS FACTEURS DANS LE RENDEMENT AU TEST

Dans notre échantillon, nous avons pris soin d'inclure des sujets des deux sexes et de différents niveaux socio-culturels. L'échantillon contient par ailleurs des sujets d'âges variés, de cinq ans et huit mois (5 ans 8 mois) à six ans et onze mois (6 ans 11 mois) pour les enfants d'âge « normal », pour la première année : de sept ans (7 ans) à huit ans et six mois (8 ans 6 mois) pour les enfants qui doubleraient leur année.

En fonction de ces données, nous avons analysé les résultats dans le but de déterminer si l'âge, le sexe et le niveau socio-culturel pouvaient être considérés comme des facteurs ayant une influence sur la performance au test.

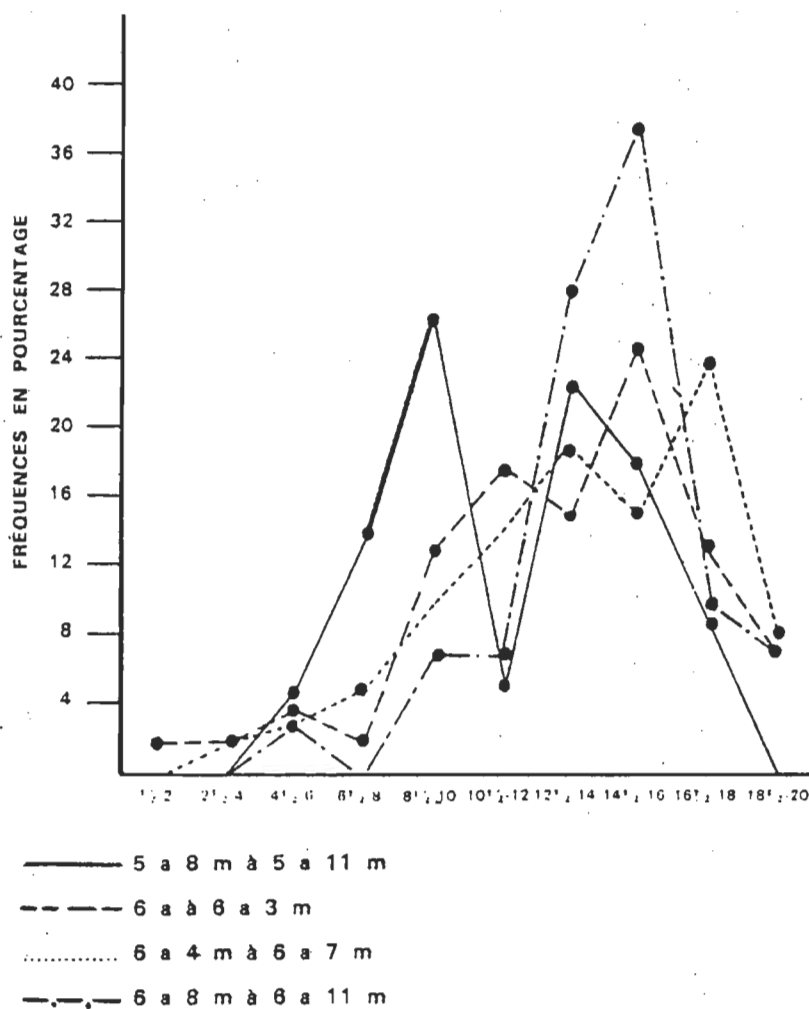
1) Âge chronologique

Les sujets ont été divisés en quatre (4) classes d'âge : cinq ans et huit mois (5 ans 8 mois) à cinq ans et onze mois (5 ans 11 mois) ; six ans (6 ans) à six ans et trois mois (6 ans 3 mois) ; six ans et quatre mois (6 ans 4 mois) à six ans et sept mois (6 ans 7 mois) ; six ans et huit mois (6 ans 8 mois) à six ans et onze mois (6 ans 11 mois).

Nous avons ensuite dessiné les polygones de fréquences de la distribution des scores correspondant à ces quatre classes (tableau V). La distribution des scores des enfants entre sept ans (7 ans) et huit ans et six mois (8 ans 6 mois) a été éliminée. Elle n'était pas significative pour deux raisons : le petit nombre des enfants de cet âge et l'irrégularité de la distribution.

TABLEAU V

Polygones de fréquences représentant les scores des quatre classes de sujets



La lecture de ce tableau nous permet de constater que les résultats du groupe le plus âgé sont supérieurs aux résultats des quatre groupes, et inversement, que les résultats du groupe le plus jeune sont inférieurs aux résultats des autres groupes. Cette constatation confirme l'influence de l'âge même, lors d'une différence de quelques mois seulement sur le niveau de maturité atteint par l'enfant.

2) Sexe

Les distributions de fréquences pour le groupe des garçons et pour le groupe des filles sont régulières.

Les moyennes des scores bruts des deux groupes sont cependant très rapprochées : 13,18 pour le groupe des filles et 13,06 pour le groupe des garçons.

Le sexe ne semble donc pas être un facteur influent.

3) Niveau socio-culturel

Pour analyser cette question, nous avons d'abord établi quatre catégories socio-culturelles à partir de la profession du père et en fonction des critères suivants : prestige social de la profession, scolarité requise, type d'activité et style de vie qui en découlent. Les catégories obtenues sont :

- I) journaliers et travailleurs agricoles
- II) ouvriers et employés
- III) commerçants, techniciens et enseignants
- IV) personnel de cadre et professions libérales

Dans le tableau qui suit (tableau VI) nous présentons d'une part les moyennes des scores bruts correspondant à chaque catégorie socio-culturelle et d'autre part les rapports critiques entre ces moyennes.

Les écarts entre les moyennes sont remarquables et les rapports critiques sont en général très significatifs, spécialement entre les catégories extrêmes.

Toutefois dans le cas des catégories III et IV, ce rapport n'est pas significatif.

TABLEAU VI

	CATÉGORIE SOCIO - CULTURELLE			
	I	II	III	IV
Nombre de sujets	22	56	49	59
Moyenne	7,98	11,91	14,48	15,12
Écart type	3,77	3,04	3,07	3,13
Rapport critique				
I	—	4,27	6,95	7,76
II	4,27	—	4,75	5,52
III	6,95	4,75	—	1,05
IV	7,76	5,52	1,05	—

La différence entre les résultats obtenus dans les deux écoles de filles vaut aussi d'être notée.

Dans l'école qui regroupe des enfants d'un niveau socio-culturel bas, la moyenne est de 10,50 alors que dans l'autre école, de niveau moyen et supérieur, la moyenne est de 13,92.

Nous pouvons donc ici conclure que ces résultats reflètent l'influence manifeste du milieu socio-culturel sur la maturité des enfants. Cette constatation est par ailleurs en accord avec les résultats d'autres études dans ce même domaine. Elle met en évidence l'importance qu'il faut accorder à la préparation des programmes d'éducation préscolaire.

BIBLIOGRAPHIE PREMIÈRE PARTIE

- AEBLI, H., *Didactique psychologique*. Delachaux et Niestlé, 1951, 163p.
- BELLEMARE, Thérèse, *La méthode Cuisenaire-Gattegno et le développement opératoire de la pensée*. Delachaux et Niestlé, Suisse, 1967, 167p.
- DECROLY, O. *Études de psychogénèse*, Lamartin, Bruxelles, 1932, 347p.
- DELOBELLE, C.M. *Les mesurations psychopédagogiques du calcul élémentaire*. Mémoire de Licence en psychologie, U.C.L., 1963.

- DESCOEUDRES, Alice, *Le développement de l'enfant de deux à sept ans*. Delachaux et Niestlé, 1946, 327p.
- DIENES Z.P. and JEEVES, M.A., « *Thinking in structures* » Hutchinson Educational Ltd., London, 1965, 128p.
- DIENES A.P., « *An experimental study of mathematics learning* » Hutchinson of London, 270p.
- GRECO, P. et MORF, A., *Structures numériques élémentaires*, Bib. Scien. Internat., Étude d'Epistémologie Génétique, P.U.F., 1962, 232p.
- GRECO, P. et GRIZE, J.B., PAPERT S. et PIAGET, J., *Problèmes de la construction du nombre*, Bib. Scien. Internat., Étude d'Epistémologie Génétique, P.U.F., 1960, 217p.
- GRECO, P., INHELDER, B., MATALON, B. et PIAGET, J., *La formation des raisonnements récurrentiels*, Bib. Scien. Internat., Étude d'Epistémologie Génétique, P.U.F., 1963, 321p.
- GRECO, P. et MORF, A., *Structures numériques élémentaires*, Bib. Scien. Internat., Étude d'Epistémologie Génétique, P.U.F., 1962, 232p.
- JAULIN-MANNONI, Francine, *La rééducation du raisonnement mathématique*, Les Éditions sociales françaises, Paris, 1965, 194p.
- LEFRANÇOIS, Guy, « *A treatment hierarchy for the acceleration of substance* » In Canadian Journal of Psychology, vol. 22, no 4, august 1968, 277p.
- MIALARET, Gaston, présenté par *l'enseignement des mathématiques*. P.U.F., 1964, 482p.
- MIALARET, G., *Recherches préliminaires à la pédagogie du calcul à l'école primaire*, Delachaux et Niestlé, Paris, 1953.
- MIALARET, Gaston, *L'apprentissage des mathématiques*. Dessart, Ex., 1967, 250p.
- PIAGET, J. et INHELDER, B., *La genèse des structures logiques élémentaires*, Delachaux et Niestlé, Paris, 1959, 295p.
- PIAGET, J. et SZEMINKA, Alina, *La genèse du nombre chez l'enfant*. Delachaux et Niestlé, 3e ed. 1964, 317p.
- PIAGET, J., BETH, E.W., DIEUDONNE, J., LICHNEROWICS, A., CHOQUET, G. et GATTEGNO, C., *L'enseignement des mathématiques*. Delachaux et Niestlé, Paris, 1955, 173p.
- PIAGET, J. et INHELDER, Barbel, *Le développement des quantités physiques chez l'enfant*. Delachaux et Niestlé, 2e ed. 1962, 344p.
- ROBAUX, Annie, *Étude préliminaire à l'élaboration d'une batterie de tests pour enfants d'âge préscolaire. Item quantitatifs et numériques*. Mémoire de Licence en Psychologie, U.C.L., 1963.
- VAN NIEULANDE, *Les mesures psychopédagogiques du problème d'Arithmétique*. Mémoire de Licence en Pédagogie, U.C.L., 1954.
- WALLON, Henri et SAUTEREY, Rachel, « *Pluralité et nombre chez les enfants de 4 ans et demi à 7 ans* » dans *Enfance*, no 3, 1962, France, pp. 201-220.

DEUXIÈME PARTIE

- ANASTASI, *Psychological testing*, Mc. Millan Co., New York, 1961, 2nd edition.
- BARNETTE, W., LESLIE, Jr., *Readings in Psychological tests and measurements*, The Dorsey Press, Inc., Homewood, Illinois, 1964, 351p.
- DAYHAW, L.T., *Manuel de Statistique*, Éditions de l'Université d'Ottawa, 1966, 3e édition.
- DOWNIE, N.M., *Fundamentals of Measurement*, Oxford University Press, London, 1967, 2nd edition.
- GUILFORD, *Fundamentals Statistics in Psychology and Education*, Mc Graw-Hill Book Company, 1965, 4th edition, 605p.
- GUILFORD, J.P. *Psychometric methods*, Mc Graw-Hill Book Co., N.Y., 1954, 2nd edition.
- GULLIKSEN, Harold, *Theory of mental test*, New York, John Wiley & Sons Inc., 1950.
- HORST, Paul, *Psychological measurement and prediction*, Wadsworth Publishing Company Inc., Belmont, California, 1966, 455p.
- KUDER, G.F. and RICHARDSON, M.W., *The theory of test reliability* in Psychometrika, 1937, vol. 2 no 3, p. 151-160.
- LINDQUIST, E.F. (Éditeur), *Educational Measurement*, American Council of Education, 1951, Washington, 819p.
- Mc CALL, William A., *Measurement*, 1940, The Macmillan Company, N.Y., 535p. C.O. 1939, 1940 2nd printing.
- MOSIER, C.I. and Mc QUITTY, J.V., *Methods of item validation and abacs for item test correlation and critical ratio of upper-lower differences*, in Psychometrika, 1940, 5, p. 57-65.

Appendice B

Résultats à toutes les épreuves en scores bruts

Sujet	M.A.E.	Matrices	WPPSIg	WPPSIv	WPPSIv	Arithmétique
1	13.5	18	120	112	124	13
2	5.0	14	91	82	103	5
3	4.0	12	97	94	101	7
4	11.0	19	116	110	120	13
5	8.5	14	104	105	101	10
6	10.0	17	102	100	104	8
7	11.0	17	108	100	115	12
8	13.0	27	132	129	130	12
9	11.5	19	105	105	104	11
10	10.5	19	106	102	108	11
11	6.0	14	91	92	91	7
12	16.0	21	122	110	131	14
13	3.5	9	82	92	74	8
14	13.0	12	96	91	103	9
15	12.0	20	113	110	114	10
16	5.5	17	106	104	108	10
17	12.5	22	110	109	110	11
18	12.0	19	103	100	105	10
19	8.5	14	102	95	110	9
20	17.0	22	116	111	118	12
21	9.0	15	85	95	77	10
22	8.0	15	101	107	93	10
23	4.0	15	90	97	84	11
24	9.0	16	86	94	80	8
25	10.5	14	106	107	103	10
26	4.0	14	90	91	91	10
27	5.0	14	93	94	95	8
28	4.0	11	93	94	95	12
29	12.0	14	115	116	111	15
30	9.5	18	96	97	96	9
31	4.0	16	90	90	92	7
32	14.5	22	109	110	105	11

Appendice C

Normes des Matrices progressives, M.A.E., WPPSI.

Table de percentiles de $5\frac{1}{2}$ à 7 ans pour les Matrices progressives de J.C. Raven.¹

Percentile	Age chronologique			
	$5\frac{1}{2}$	6	$6\frac{1}{2}$	7
95	19	21	23	24
90	17	20	21	22
75	15	17	18	19
50	14	15	15	16
25	12	13	14	14
10	-	12	12	13
5	-	-	-	12

Table de percentiles pour le M.A.E.²

Percentile	Score
5	3
25	5
50	9
75	12
90	14
95	16

WPPSI: Q.I.: 100, écart: 15.

1. Raven, J.C. Coloured progressives matrices, 1962.
2. Quintin, E., Rapport de recherche, 1978.

Appendice D

Résultats à toutes les épreuves en scores "z".

Sujet	M.A.E.	Matrices	WPPSig	WPPSIv	WPPSIInv	Arithmétique
1	1.08	0.37	1.48	1.10	1.50	1.31
2	-1.11	-0.67	-0.95	-2.01	0	-2.31
3	-1.37	-1.20	-0.45	-0.76	-0.14	-1.40
4	0.44	0.64	1.14	0.89	1.21	1.31
5	-0.20	-0.67	0.13	0.37	-0.14	-0.04
6	0.18	0.11	-0.03	-0.14	0.07	-0.94
7	0.44	0.11	0.47	-0.14	0.85	0.86
8	0.95	2.74	2.48	2.86	1.93	0.86
9	0.57	0.64	0.22	0.37	0.07	0.41
10	0.31	0.64	0.30	0.06	0.35	0.41
11	-0.85	-0.67	-0.95	-0.97	-0.85	-1.40
12	1.73	1.16	1.64	0.89	2.00	1.77
13	-1.50	-1.98	-1.71	-0.97	-2.07	-0.94
14	0.95	-1.20	-0.53	-1.08	0	-0.49
15	0.70	0.90	0.89	0.89	0.78	-0.04
16	-0.98	0.11	0.30	0.26	0.35	-0.04
17	0.82	1.43	0.64	0.78	0.50	0.41
18	0.70	0.64	0.05	-0.14	0.14	-0.04
19	-0.20	-0.67	-0.03	-0.66	0.50	-0.49
20	1.99	1.43	1.14	0.99	1.07	0.86
21	-0.07	-0.41	-1.45	-0.66	-1.86	-0.04
22	-0.33	-0.41	-0.11	0.58	-0.71	-0.04
23	-1.37	-0.41	-1.03	-0.45	-1.35	0.41
24	-0.07	-0.14	-1.37	-0.76	-1.64	-0.94
25	0.31	-0.67	0.30	0.58	0	-0.04
26	-1.37	-0.67	-1.03	-1.08	-0.85	-0.04
27	-1.11	-0.67	-0.78	-0.76	-0.57	-0.94
28	-1.37	-1.46	-0.78	-0.76	-0.57	0.86
29	0.70	-0.67	1.06	1.51	0.57	2.22
30	0.05	0.37	-0.53	-0.45	-0.50	-0.49
31	-1.37	-0.14	-1.03	-1.18	-0.78	-1.40
32	1.34	1.43	0.55	0.89	0.14	0.41

Références

- Allard, Diane (1979). Etude comparative sur le développement des conditions nécessaires à l'apprentissage de la lecture et des conditions nécessaires à l'apprentissage de l'arithmétique chez des enfants à la fin de la maternelle. Thèse de maîtrise inédite. Université du Québec à Trois-Rivières.
- Almy, M., Chistenden, E. et Miller, F. (1966). Young children's thinking, New York: Teachers college press.
- Anastasi, Anne (1937). Differential psychology, New York: Macmillan. 1958.
- Anastasi, Anne (1954). Psychological Testing, London: Macmillan 1968.
- Ausubel, David (1958). Theory and problems of child development, Grune and Stratton.
- Binet, A., T. Simon (1908). Le développement de l'intelligence chez les enfants. Année psychologique, vol. 14, p. 1-94.
- Cancro, Robert (1971). Intelligence, genetic and environmental influences, New York: Grune & Stratton.
- Cattell, Raymond B. (1967) The Theory of fluid and crystallized general intelligence checked at the 5-6 year-old level. British Journal of educational psychology, vol. 37, p. 209-224.
- De Backer, T., Ponjaert, I., Van Esbroeck, R. (1973). Aspects de la maturité psychique. Revue belge de psychologie et de pédagogie, XXXV (No. 142). 25-38.
- Dodwell, P.C. (1957). The evaluation of number concepts in the child, Mathematics Teaching, Kent, England, no. 5.
- Erickson, L.H. (1958). Certain ability factors and their effect on arithmetic achievement, The Arithmetic teacher, V, 287-293
- Gagné, Robert (1965). The Conditions of learning, New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Gesell, A., H. Thompson (1929). Learning and growth in identical enfants twins. An experimental study by the method of co-twins control. Genetic Psychology Monog., 6, 1-124, 1938.
- Guilford, J.P. (1942). Fundamental statistics in psychology and education, Mc Graw-Hill, 1965.
- Guilford, J.P. (1967). The Nature of human intelligence, Mc Graw-Hill.

- Hood, H.B. (1962). An Experimental study of Piaget's theory of development number in children, British Journal of Psychology, LIII, no. 3.
- Horowith, R.S. (1969). Teaching basic mathematics. Proceedings of the sixth annual conference of the association for children with learning disabilities, 261-269.
- Leblanc, John F. (1968). The Performance of first grade children in four levels of conservation of numerosness and three I.Q. groups when solving arithmetic subtraction problems. Thèse de doctorat inédite.
- Lovell, K. (1971). The Growth of understanding in mathematics: kindergarten through grade three, New York: Holt Rinehart and Winston.
- Morgan, C.T., King, R.A. (1956). Introduction to psychology. New York: Mc Graw-Hill, 1966.
- Munn, Norman L. (1970). Traité de psychologie, Paris.
- Nelson, Robert, John (1969). An Investigation of a group test based on Piaget's concept of number and length conservation and its ability to predict first grade arithmetic achievement. Thèse de doctorat. Purdue U.
- Piaget, Jean (1947). La psychologie de l'intelligence, Paris: Delachaux et Niestlé, 1967.
- Piaget, Jean (1964). Six études de psychologie, Genève: Gauthier.
- Piaget, Jean (1968). La naissance de l'intelligence chez l'enfant, Paris: Delachaux et Niestlé, 1970.
- Piaget, Jean (1974). Adaptation vitale et psychologie de l'intelligence, Paris: Herman.
- Piaget, Jean (1975). L'équilibration des structures cognitives, Paris: Presses Universitaires de France.
- Piéron, H. (1951). Vocabulaire de la psychologie, Paris: Presses Universitaires de France, 1973.
- Quintin, E. (1972). La maturité pour l'apprentissage de l'arithmétique au niveau élémentaire, L'Orientation professionnelle, 8 (No. 1). 53-65.
- Quintin, E. (1976). Adaptation du test M.A.E. au niveau d'une population québécoise (région 04). Communication présentée à l'A.C.F.A.S.

- Raven, J.C. (1956). The Coloured progressives matrices, London: Lewis, 1965.
- Reimer, A. J. Research in Progress, N.C.T.M., Research Newsletter.
- Rose A. W., Rose, H.C. (1961). Intelligence, sibling position and socio-cultural background as factors in arithmetic performance, The Arithmetic teacher, vol 8, 50-56.
- Sharpe, E. (1969). Thinking is child's play, New York: Dutton.
- Sillamy, N. (1965). Dictionnaire de la psychologie, Paris: Auge Gillon.
- Spearman, Charles (1927). The Abilities of man, New York, AMS Press, 1970.
- Steffe, Leslie, (1968). The relationship of conservation of numerosness to problem-solving abilities of first-grade children, The Arithmetic Teacher, vol. 15, no. 1.
- Terman, L.M. et al., (1925). Genetic studies of genius: Mental and physical traits of a thousand gifted children, Stanford Calif; Standford Univ. Press.
- Thorndike, R. L., E. P. Hagen (1955). Measurement and evaluation in psychology and education, Wiley & sons, 1969.
- Thurstone, L.L. (1938). Primary mental abilities, University of Chicago Press.
- Wechsler, David (1963). WPPSI manual, Wechsler preschool and primary scale of intelligence, The Psychological corporation.
- Williams, A.H. (1965). Mathematical concepts skills and abilities of kindergarten entrants, The Arithmetic teacher, vol 12, 261-268.