



HAL
open science

INHIBITION ET EMOTION : Conservations, fonctions exécutives et Hédonie.

Olivier Schirlin

► **To cite this version:**

Olivier Schirlin. INHIBITION ET EMOTION : Conservations, fonctions exécutives et Hédonie.. Psychologie. Université René Descartes - Paris V, 2004. Français. NNT: . tel-00150851

HAL Id: tel-00150851

<https://theses.hal.science/tel-00150851>

Submitted on 31 May 2007

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UNIVERSITE PARIS V – RENE DESCARTES
INSTITUT DE PSYCHOLOGIE

Année 2003-04

N° attribué par la bibliothèque

/ / / / / / / / / / / / / /

THESE

Pour obtenir le grade de
DOCTEUR DE L'UNIVERSITE PARIS V

Discipline : Psychologie

Présentée et soutenue publiquement

Par

Olivier Schirlin

Le 15.12.04

INHIBITION ET EMOTION :
Conservations, Fonctions exécutives
et Hédonie.

Directeur de thèse : M. Le Professeur Olivier Houdé

JURY

Professeur Alain Blanchet (Rapporteur), Université de Paris VIII.

Professeur Alain Trognon (Rapporteur), Université de Nancy II.

Professeur Olivier Houdé (Directeur), Université de Paris V.

Professeur Roland Jouvent (Co-Directeur), Université de Paris VI.

Docteur Arlette Pineau (Examinatrice), Université de Caen.

REMERCIEMENTS

Au terme de ces années d'amorçage négatif, je n'inhiberais pas mes remerciements chaleureux à Olivier Houdé pour la direction de cette thèse et son encadrement pédagogique me laissant une indépendance de pensée. Je le remercie également pour ses interventions pratiques m'ayant permis de poursuivre cette thèse dans de bonnes conditions financières.

A l'image du caractère chaleureux de ma région franc-comtoise, je ne peux que remercier très chaleureusement les personnes qui m'ont permis de réaliser mes expériences. M. Colin, Inspecteur de l'Education Nationale, qui m'a toujours fait confiance depuis maintenant plus de cinq ans. Les directrices, directeurs, enseignantes et enseignants des établissements scolaires qui, outre leurs accueils formidables, posaient des questions pertinentes faisant avancer cette thèse. Et enfin les enfants qui bien sûr par leur aimable participation et engouement ont permis le recueil des données si importantes pour notre science.

Je n'oublie pas la capitale qui compte des personnes sympathiques et prêtes à aider autrui. Merci à Odile Komano pour son travail très actif dans la thèse. Merci à Sylvain Moutier, Marguerite Fabre et Nancy Frosio pour leur accueil au laboratoire. Merci à tous les autres que je ne pourrais citer mais qui tous à leur manière ont contribué à cette thèse.

Merci à toute ma famille, mes parents et également mes amis. Merci à Virginie ma compagne qui a dû supporter mes cyclothymies inhérentes à ce travail. Merci à tous mes proches pour leur soutien et réconfort dans l'effort.

SOMMAIRE

Présentation de la thèse, 6

PARTIE THEORIQUE, 10

CHAPITRE I : Du constructivisme au modèle d'inhibition : fondements théoriques et applications, 11

- 1) *Le constructivisme Piagétien, 12*
 - a) *Définition de la théorie piagétienne, 12*
 - b) *Le cas de la conservation, 13*
- 2) *Les néo-piagétiens : Le modèle de Pascual-Leone, 17*
 - a) *Structure générale du modèle, 17*
 - b) *Le cas de la conservation, 21*
- 3) *Le modèle d'inhibition, 22*
 - a) *Structure générale du modèle, 22*
 - b) *Le cas de la conservation, 25*

CHAPITRE II : Fonctions exécutives et inhibition : Neuropsychologie et psychologie cognitive, 32

- 1) *Principes généraux, 32*
- 2) *Le Go / No – Go, 34*
- 3) *Les tâches de discrimination exécutive : Le Day / Night et la Main / Bougie, 37*
- 4) *Inhibition : processus général ou spécifique ?, 40*

CHAPITRE III : Emotion et inhibition : Du sentiment à l'hédonie , 44

- 1) *Historique du lien émotion-cognition, 45*
 - a) *De la Grèce Antique à la Renaissance, 45*
 - b) *Après Descartes, 48*
- 2) *L'étude expérimentale du lien émotion-cognition , 58*
 - a) *Les paradigmes s'appuyant sur des traits de personnalité : L'exemple particulier du Matching Familiar Figures de Kagan (1966), 58*
 - b) *Les paradigmes induisant un état émotionnel : La controverse de Mehler et Bever (1967) avec Piaget (1941a), 64*
 - c) *De l'anhédonie à l'hédonie, 66*

INHIBITION ET EMOTION : SYNTHESE DES QUESTIONS ET PRESENTATION DES CONTRIBUTIONS EXPERIMENTALES, 73

PARTIE EXPERIMENTALE, 78

CHAPITRE IV : Fonctions exécutives et conservation chez des jeunes enfants, 79

- 1) *position du problème*, 79
- 2) *présentation de l'expérience*, 85
- 3) *résultats*, 88
- 4) *discussion*, 95

CHAPITRE V : Chronométrie mentale et impulsivité dans la conservation du nombre : Le discontinu, 100

- 1) *position du problème*, 100
- 2) *présentation des expériences*, 104
- 3) *résultats*, 110
- 4) *discussion*, 117

CHAPITRE VI : Chronométrie mentale dans les conservations de la longueur et du poids : Le continu, 119

- 1) *position du problème*, 119
- 2) *présentation des expériences*, 125
- 3) *discussion*, 141

CHAPITRE VII : Test d'hédonie visuelle et conservation, 145

- 1) *position du problème*, 145
- 2) *présentation des expériences*, 147
- 3) *résultats*, 149
- 4) *discussion*, 156

CONCLUSION GENERALE, 160

- 1) *Synthèse des résultats*, 160
- 2) *Perspectives*, 163

BIBLIOGRAPHIE, 164

Annexes

Annexes concernant les épreuves de conservation de Piaget (1941a ; 1941b), 174

Annexes concernant les épreuves de fonctions exécutives, 177

Annexes : Analyse des justifications des enfants aux épreuves de conservation de Piaget (1941a ; 1941b), 181

Annexes : Items du test de Kagan (1966), 183

Annexes concernant le test d'hédonie visuelle, 189

Présentation de la thèse

Est-ce que se développer signifie savoir inhiber ? Est-ce que la composante émotionnelle intervient dans le fonctionnement cognitif ? La psychologie cognitive tente depuis longtemps de répondre à ces deux grandes questions. Derrière ces interrogations subsistent des débats toujours vifs dans le domaine de la psychologie et même plus largement des sciences humaines.

Répondre affirmativement à la question de l'inhibition dans le développement cognitif humain sous-entend déjà une certaine option théorique des chercheurs. En effet, la psychologie cognitive doit une grande part de la modélisation moderne du développement au psychologue suisse Jean Piaget. Le modèle piagétien développe l'idée d'un constructivisme de l'individu en réponse aux perturbations de l'environnement physique. La réputation de ce modèle n'est plus à faire tant il a marqué tout entier les travaux de psychologie. Pour Piaget, l'adaptation d'un individu à son environnement physique s'effectue dans le raisonnement par le biais d'opérations mentales nécessaires à la résolution de problèmes inhérents aux perturbations environnementales. Nous traiterons, dans cette thèse, d'une perturbation particulière survenant dans l'environnement : le principe physique de conservation. La conservation se définit comme la compétence à concevoir l'invariance de deux collections d'évènements quelles que soient leurs configurations spatiales ou temporelles. Piaget (1941a ; 1941b) place ce principe de conservation au centre du raisonnement du jeune enfant en expliquant que résoudre ce problème de conservation nécessite la présence d'opérations mentales comme la réversibilité ou la compensation. L'enfant avant l'âge de sept ans ne réussissant pas à la tâche de conservation montrerait donc une absence de raisonnement opératoire. En discussion de ce point de vue, un modèle nommé « néo-structuraliste » ou encore « néo-piagétien » vit le jour.

En réalité, l'approche « néo-structuraliste » semble être aussi multiple que le nombre de chercheurs la composant. Nous retiendrons dans cette thèse le modèle « néo-structuraliste » de Juan Pascual-Leone (1987) qui explique la résolution de problèmes par une programmation exécutive de la part de l'individu. Plus que l'enfant « opératoire » ou non, Pascual – Leone présente l'individu comme étant « exécutif » efficient ou non. Ainsi, par rapport à la tâche de conservation, Pascual – Leone préconise une programmation exécutive de schèmes permettant la réussite au problème. Nous énoncions précédemment que concevoir l'implication de l'inhibition dans le développement cognitif sous-entendait une option théorique des chercheurs. Cette thèse s'inscrira dans cette option théorique avec la présentation du modèle d'inhibition développé par Olivier Houdé (1995 ; 2000). Notre objectif sera de montrer que le principe de conservation, et plus particulièrement comme opérationnalisé dans les tâches de Piaget (1941a ; 1941b), doit son apparition développementale davantage à l'utilisation de l'inhibition plutôt qu'à la nécessité d'une logique opératoire sous-jacente chez l'enfant. Cette hypothèse est également celle des auteurs Nord-Américains menés par Franck Dempster (1992 ; 1995). Un des paradigmes expérimentaux permettant de mesurer l'inhibition dans une tâche cognitive a été mis au point par les psychologues spécialisés dans l'attention sélective (Tipper ; 1985). Ainsi, nos expériences sur le principe de conservation utiliseront ce paradigme de chronométrie mentale destiné à mesurer des phénomènes d'amorçages négatifs, révélateurs de l'inhibition, dans les temps de réactions des individus. Outre ces expériences, notre intérêt s'est porté sur un débat cette fois inhérent au modèle d'inhibition. Sans remettre en cause la présence de l'inhibition dans le traitement cognitif, les chercheurs se questionnent sur l'idée d'un processus d'inhibition généraliste ou de processus d'inhibition différents. En effet, est-ce que l'inhibition nécessaire à la conservation est la même que celle présente au niveau comportemental par exemple ? Nous répondrons à cette question en confrontant des tâches variées de fonctions exécutives et des tests de conservation.

La seconde grande question qui anime les sciences humaines actuellement concerne le lien entre l'émotion et la cognition. Le débat entre l'intellect qui guiderait l'émotion ou la réciproque n'est pas nouveau puisqu'il existait déjà entre les philosophes de l'antiquité. Nous chercherons à apporter une originalité dans le débat en présentant un nouveau test destiné à étudier le plaisir chez l'enfant. Les résultats de ce test seront ensuite confrontés aux résultats des épreuves mesurant l'inhibition. Notre perspective sera alors d'étudier le lien possible entre inhibition et émotion.

La thèse est organisée en deux parties, l'une théorique et l'autre expérimentale.

La première partie comprend trois chapitres.

En premier lieu, il sera présenté plusieurs explications possibles de l'accès au principe de conservation depuis le constructivisme piagétien jusqu'au modèle d'inhibition. Il sera présenté l'intérêt du modèle d'inhibition dans l'explication de la conservation ainsi que les premières données obtenues par Houdé et Guichart (2001) sur ce point. La confrontation des différents modèles théoriques permettra au lecteur de se faire une opinion sur les différentes modélisations possibles du développement cognitif.

Le second chapitre présentera les tâches de fonctions exécutives et leurs implications dans le modèle d'inhibition. Les travaux exposeront l'affirmation du siège de l'inhibition dans le cortex préfrontal et les corrélats avec le décours temporel du développement cognitif. Nous profiterons de ce chapitre pour envisager la question d'un processus général d'inhibition ou au contraire de processus spécifiques à l'âge et au domaine cognitif étudié selon l'hypothèse du « age-and-domain-specific ».

Le dernier chapitre traitera du lien émotion-cognition dans son historique et ses investigations expérimentales modernes. Nous soulignerons la possibilité d'un lien entre l'inhibition et l'émotion qui sera testée dans notre partie expérimentale.

La partie expérimentale exposera nos expériences et nos résultats.

Le chapitre 4 correspond à la passation d'une batterie d'épreuves de fonctions exécutives et de conservation chez des enfants de trois à six ans montrant des scores de performances proches de la compétence de conservation et des résultats renforçant l'hypothèse de l'inhibition comme « age-and-domain-specific ».

Le chapitre 5 présente les résultats d'une expérience de chronométrie mentale portant sur la conservation du nombre, une quantité discontinue, avec des sujets de l'âge de six ans à l'âge adulte. Il est également présenté les résultats d'un test mesurant la part d'impulsivité ou de réflexivité chez l'enfant. Les données expérimentales sont ensuite mises en relation.

Le chapitre 6 étudie chez les enfants de six à douze ans, les effets d'ordre négatifs présents dans les temps de réactions c'est-à-dire des augmentations de temps de réactions dues à l'ordre de présentation des items. Il s'agit dans ce chapitre, de tâches de chronométrie mentale impliquant les conservations des longueurs et du poids et de ce fait, des quantités continues.

Le chapitre 7 présente les résultats d'un test d'hédonie visuelle chez les enfants de six à douze ans. Les résultats sont mis ensuite en corrélation avec certaines données expérimentales des chapitres 5 et 6.

En conclusion, un apport nouveau au modèle d'inhibition est proposé avec des données renforçant l'hypothèse de l'inhibition comme « age-and-domain-specific ». Une hypothèse de deux voies cognitives différentes en fonction du type de quantité impliqué dans les tâches de conservation est discutée. L'implication de l'émotion dans l'inhibition est également justifiée tout en soulignant la nécessité de nouvelles investigations.

PARTIE THEORIQUE

CHAPITRE I

DU CONSTRUCTIVISME AU MODELE D'INHIBITION :

FONDEMENTS THEORIQUES ET APPLICATIONS

Introduction

La psychologie cognitive souhaite modéliser le développement du sujet humain en affectant un ou des mécanisme(s) responsable(s) de progrès ou de régressions. Incontestablement, les bases de cette approche de la psychologie ont été posées grâce à l'école « Genevoise » et plus particulièrement à l'esprit de Jean Piaget avec sa théorie prenant ses ancrages en biologie, épistémologie et en logique. Cette approche du développement humain recommandait l'idée d'un constructivisme de l'individu en rapport direct avec un environnement physique et d'une cognition permettant une adaptation. Dans la succession directe de cette approche, nous trouvons les théories différentes des « néo-piagétiens ». Pierre Mounoud, Juan Pascual-Leone, Kurt Fischer, Graham Halford ou encore Robbie Case sont les principaux défenseurs de ce courant de pensée. Chacun de ces chercheurs utilise des concepts théoriques qui lui sont propres, mais tous se rejoignent sur l'objectif d'étudier un sujet en situation de résolution de problème en réunissant les apports théoriques de Jean Piaget et ceux du cognitivisme anglo-saxon. En réaction à ces deux approches finalement assez proches comme nous le verrons, il est apparu un modèle original accordant une place importante à un mécanisme crucial du développement : l'inhibition. Ce modèle, réactualisation d'anciennes conceptions théoriques, est défendu essentiellement par les Nord-Américains, Franck N. Dempster et Charles J. Brainerd et en Europe par Olivier Houdé. L'intérêt de ce modèle défendu dans cette thèse sera montré à travers plusieurs applications concrètes.

1. Le constructivisme Piagétien

a) Définition de la théorie piagétienne

Le parcours scientifique de Jean Piaget reflète de manière limpide sa conception théorique du développement humain. Convaincu et passionné par l'approche biologique des événements de l'environnement, Piaget modélisait le développement par l'idée d'un constructivisme. En effet, dès son ouvrage de 1936 (Piaget ; 1936), la notion apparaissait puis elle fût argumentée par de nombreuses recherches ultérieures. Le terme convient tout à fait à son explication dans le sens où le constructivisme désigne la construction par soi-même du sujet humain. Lors de son existence, le sujet évolue dans un milieu physique où comme tout être vivant, il va chercher à s'adapter. La recherche d'une cohérence dans son environnement est le principe de toute existence biologique. Aussi, des processus vont être à disposition de l'individu pour effectuer ce que Piaget nommait « l'équilibration ». « L'assimilation » et « l'accommodation » sont les deux principes de « l'équilibration ». Le sujet va assimiler de nouvelles informations de la part de l'environnement physique et s'il se trouve en face de perturbations, c'est-à-dire d'informations non connues, il devra réaliser une « accommodation » qui pourrait se définir comme une reconstruction cognitive ou un changement conceptuel de pensée. Le processus « d'accommodation » s'explique par l'ancrage épistémologique de la théorie piagétienne. Lors de son développement, le sujet va construire successivement trois grandes structures de pensée correspondant à des agglomérats de compétences. Plus précisément, le bébé posséderait une structure de pensée dite sensori-motrice, l'enfant à partir de quatre ans restructurerait sa pensée en tant qu'intuitive puis opératoire et enfin l'adolescent posséderait comme l'adulte une structuration de type formelle.

Ce développement structurel de la pensée, le structuralisme (Piaget, 1968) ne pouvait s'opérer selon Piaget qu'à partir d'assimilations de nouvelles informations contradictoires, perturbatrices par rapport au système de pensée contemporain de l'individu.

Le processus « d'accommodation » se déclenchait alors pour rétablir une « équilibration » dans l'existence du sujet, en adoptant une nouvelle structuration de pensée. L'épistémologie (voir Piaget, 1950) est alors à comprendre dans le sens d'une reconstruction cognitive par remise en cause de l'ancienne structuration de pensée. Le développement cognitif s'exprimait donc d'une manière générale à partir de la dynamique « d'équilibration » selon Piaget. Toutefois, d'une façon plus analytique, Piaget au cours de ses études (voir pour exemples les plus illustratifs Piaget, 1941a ;1959) caractérisait l'accès à une adaptation satisfaisante par l'accès à une logique de type opératoire. De par son ancrage logique, la théorie piagétienne soulignait l'importance, pour maîtriser des événements physiques, d'une logique basée sur des opérations mentales universelles liées à des principes tels que la conservation (Piaget, 1941a ;1941b), la sériation ou encore l'inclusion des classes (Piaget, 1959). Piaget temporisait dans la chronologie du développement cet accès à la logique opératoire pour les enfants à sept ans environ.

b) Le cas de la conservation

Etant donné qu'il est extrêmement difficile et périlleux, d'expliquer la théorie de Piaget dans l'absolu, nous avons préféré redéfinir le principe de conservation pour illustrer le passage d'une pensée intuitive à une pensée opératoire chez l'enfant.

Dans le sens commun, la loi de conservation est une loi aux termes de laquelle, sous certaines conditions, certaines grandeurs physiques restent invariantes dans l'évolution d'un système donné.

Piaget, de par sa notion de constructivisme a accordé une place toute particulière à ce principe de conservation dans le développement des compétences de l'enfant. La conservation est avant tout une réponse cognitive à une perturbation de l'environnement physique. Piaget définissait ainsi la conservation : «Un ensemble ou une collection ne sont concevables que si leur valeur totale demeure inchangée quels que soient les changements introduits dans les rapports des éléments... » (Piaget, 1941a , p16-17). Dans sa théorie, la conservation était un principe physique important dans la recherche de cohérence vis-à-vis de l'environnement et l'accès à une logique opératoire : « ...la conservation constitue une condition nécessaire de toute activité rationnelle... » (Piaget, 1941a, p16). L'objectif de Piaget était donc d'opérationnaliser ce principe afin d'étudier son développement dans la pensée humaine. Il a réalisé ceci pour les domaines du nombre (Piaget, 1941a), du poids, du volume (Piaget, 1941b) et de la longueur (Piaget, 1948). Même si le matériel changeait en fonction du domaine étudié, le principe des expériences de conservation restait toujours identique. La première étape consistait à faire admettre à un sujet l'égalité de deux collections, condition sine qua non de la conservation. Le principe de conservation étant le fait de comprendre qu'il existe une invariance entre deux quantités égales en dépit de tous les changements n'affectant que l'apparence sous-entend bien évidemment de reconnaître à priori ces quantités comme équivalentes. Cette phase expérimentale s'intitulait dans les expériences piagésiennes le constat d'égalité. Par exemple, pour la conservation de la substance (Piaget, 1941b), l'expérimentateur réalisait une boulette d'argile et demandait à l'enfant de réaliser la même boulette avec la même quantité. L'enfant pouvait dès ce constat échouer et de ce fait être incapable de conservation par la suite. La deuxième phase expérimentale consistait à la déformation d'une des collections de l'expérimentateur ou de l'enfant qui n'affectait pas bien entendu la quantité de la collection. L'illustration de cette phase dans la conservation de la substance correspondait par exemple à transformer l'une des boulettes en saucisse.

L'expérimentateur demandait alors à l'enfant de lui dire si la quantité était toujours la même ou si elle avait changé. Les résultats de Piaget aux expériences de conservation indiquent d'une manière générale le passage d'une pensée intuitive basée sur la configuration des collections à une pensée dite logique où l'enfant comprend que la quantité est restée la même. L'âge d'apparition de cette logique n'est pas toujours le même chez les enfants en fonction du domaine étudié. Pour expliquer cela, Piaget a introduit la notion de décalage horizontal exprimant le fait qu'une même compétence (la conservation) pouvait apparaître à différents moments du développement en fonction de son application (longueur, poids, volume, nombre). Ainsi, à sept ans, les conservations de la substance, de la longueur et du nombre seraient acquises par les enfants, puis à dix ans, la conservation du poids et enfin vers douze ans, la conservation du volume. Les compétences de conservation, bien que n'étant pas contemporaines dans le développement de l'enfant, suivaient pourtant les mêmes stades cognitifs. Avant d'accéder à la logique opératoire nécessaire au principe de conservation, l'enfant raisonnait d'abord par intuition simple puis par intuition articulée. Nous pouvons illustrer ceci dans la conservation du nombre mais le raisonnement tient également pour les autres épreuves de conservation. L'enfant raisonnant en intuition simple se basera sur l'immédiateté perceptive dans le sens où de manière récurrente, il dira qu'une ligne est toujours plus nombreuse qu'une autre puisqu'elle est plus longue ou inversement. Notons que le terme d'intuition donné par Piaget définit davantage ici l'impossibilité de l'enfant à démontrer son raisonnement plutôt que le sens communément donné d'un raisonnement possible mais court-circuité par l'immédiateté (voir Bideaud, Houdé et Pedinielli ; 1993). Succédant à l'intuition simple, la correspondance terme-à-terme désigne la possibilité pour l'enfant de convenir de la conservation pour certains essais mais pas pour des essais où la perception est accentuée (par exemple une ligne beaucoup plus longue que l'autre).

Ce stade est également appelé le stade des réactions intermédiaires par Piaget, ce qui explique ce tâtonnement de l'enfant dans son raisonnement. La dernière étape correspond à la logique opératoire matérialisée par la conservation admise en toutes circonstances. Cette logique est dite opératoire car elle fait référence à des opérations mentales intériorisées chez l'enfant qui permettent le succès à la tâche. Piaget définissait trois types de réponses argumentées des enfants dans les épreuves de conservation. L'argument d'identité qui désignait des réponses des enfants relatives à la situation concrète en énonçant que c'était la même chose car rien n'avait été enlevé ni ajouté. L'argument de réversibilité par la négation de la situation lorsque l'enfant disait qu'il était possible de revenir à l'état initial et que par conséquent c'était toujours pareil. Enfin, l'argument de compensation certainement un des plus aboutis, correspondant à la recherche d'un facteur responsable de la déformation de la situation mais qui simultanément permet d'expliquer une invariance. L'enfant dirait par exemple pour ce dernier argument dans la conservation du nombre que c'est la même chose parce qu'effectivement une ligne est plus longue que l'autre mais dans cette ligne, l'espace entre les jetons est plus grand donc c'est pareil. A ces trois arguments, Piaget faisait correspondre un système d'opérations logiques combinant une opération directe (le passage de l'état initial à l'état final) et une opération inverse (le passage de l'état final à l'état initial) pour former une opération identique (même configuration qu'au départ de l'expérience) assurant de ce fait une réversibilité. Outre ce système opératoire nécessaire à la logique, il est important de noter que Piaget soutenait également que les compétences de conservation étaient sous-tendues par des possibilités de raisonnement quantitatif. Ainsi, il était possible d'inférer dans la théorie piagétienne que l'échec à l'épreuve de conservation était dû en partie à l'absence d'un raisonnement mathématique, quantitatif, suffisant chez l'enfant.

2. Les Néo-piagétiens : Le modèle de Pascual - Leone

a) Structure générale du modèle

A l'interface entre la théorie de Piaget et les apports du cognitivisme anglo-saxon (traitement de l'information, langage, logique...), nous trouvons les modèles « néo-piagétiens » destinés à expliquer le développement du sujet humain en situation de résolution de problème. Le propos de l'explication de ces modèles ici est davantage l'apport théorique vis-à-vis de la théorie piagétienne. A ce sujet, une revue de détail a été réalisée (Voir de Ribeaupierre ; 1997 ou Bideaud et al. ; 1993) sur les limites et apports des modèles « néo-piagétiens ». La présentation de tous les modèles n'est pas notre but et nous nous concentrerons donc sur le modèle particulier de Pascual – Leone avec son application possible dans la conservation.

L'auteur ayant démontré le plus d'originalité et d'exhaustivité dans ce courant de pensée est sans doute, Juan Pascual – Leone. Les prémisses de sa théorie appelée TCO (Theory of constructive operators) furent donnée dans son article de 1970 (Pascual – Leone ; 1970) mais les corrections les plus importantes du modèle peuvent être remarquées dans l'article de 1987 (Pascual – Leone ; 1987). L'idée du constructivisme piagétien est la base de la TCO par même la dénomination de celle-ci. Toutefois, l'originalité de Pascual – Leone est à chercher dans l'intégration d'aspects différentiels simultanément à des aspects développementaux. Dans les modèles « néo-piagétiens » la métaphore de l'être humain comme un ordinateur est omniprésente. La théorie de Pascual – Leone conçoit ceci dans l'aspect dualiste de l'individu en ce sens que le sujet (ou plutôt métasujet selon la dénomination de Pascual – Leone) possède deux systèmes cognitifs dans sa construction développementale.

Le premier système appelé système subjectif correspondrait à l'aspect « logiciel » de l'individu.

Ce système est composé d'un répertoire de schèmes avec une similitude par rapport à la théorie piagétienne s'entendant sur la définition d'un schème comme une action automatisée en raison de sa redondance dans les conduites de l'individu. Toutefois, il est intéressant de noter que ces schèmes sont plus complexes que ceux énoncés par Piaget. En effet, Piaget définissait trois types de schèmes sans subdivision avec les schèmes moteurs, mentaux ou complexes. Pascual – Leone définit trois grands types de schèmes avec des schèmes cognitifs, affectifs ou personnels. Les schèmes de ces trois catégories se subdivisent selon trois aspects discriminatoires. Ainsi, il peut s'agir de schèmes opératifs, figuratifs ou exécutifs en fonction de leur programmation. Le schème de type opératif va être relatif à l'action en référence à la mémoire procédurale du cognitivisme avec par exemple le schème de la marche pour un schème cognitif opératif. Le schème figuratif représentera l'imagerie mentale avec par exemple un trajet bien connu d'un sujet pour un schème cognitif figuratif. Le schème exécutif de plus grande importance pour Pascual – Leone comme nous le verrons plus loin correspond à des programmes de calculs ou de contrôles sur les autres schèmes. L'aspect combinatoire des schèmes exécutifs résonne avec les schèmes de type complexe de Piaget avec par exemple le schème de conservation qui serait un schème cognitif exécutif ou un schème complexe selon le positionnement théorique. La pluralité des registres de schèmes (cognitifs, affectifs et personnels) permet dans la théorie de Pascual – Leone d'intégrer une nouveauté par rapport à la théorie piagétienne : la variabilité inter et intra – individuelle. Chaque individu a des schèmes cognitifs qui pourraient être semblables mais il semble que les schèmes affectifs et personnels soient plus liés à la variabilité des individus. Les schèmes affectifs reflétant l'affectivité du sujet permettent donc de considérer un sujet comme un être cognitif mais également comme un être affectif.

Citer un exemple de schème affectif est toujours périlleux en raison du caractère abstrait de la TCO mais nous pouvons nous risquer à évoquer les sentiments en fonction d'une perception visuelle (une plage par exemple) qui seraient de l'ordre de schèmes affectifs figuratifs. La TCO permet également d'intégrer une composante sociale dans le développement de l'individu par le biais des schèmes personnels. Ces derniers sont en rapport avec le style cognitif d'un individu, style pouvant être déterminé par les croyances ou même la culture d'un sujet. Un schème personnel cognitif pourrait être par exemple le mensonge. Les exemples cités ne sont que des interprétations personnelles de la théorie. L'apport indéniable de la TCO au niveau de ce système subjectif de schèmes repose sur la prise en compte de l'être humain dans son affectivité, sa socialisation et sa cognition. Que ce soit pour le cognitivisme ou la théorie piagétienne, il n'était question que d'un trait de la personnalité d'un sujet (la cognition) sans jamais considérer le sujet comme entier.

Le second système ou composante de l'individu pour Pascual – Leone correspond à un système métaconstructif. Celui-ci pourrait être figuré par l'aspect « Machinerie » sous un angle informatique d'un sujet. Le système se compose d'opérateurs silencieux au nombre de six. Pascual – Leone parle d'opérateurs dans le sens d'un traitement cognitif sériel où les opérateurs seraient les facteurs intervenant aux différentes étapes. Ils sont silencieux car non nécessairement accessibles à la conscience du sujet. L'opérateur M est au centre de ce système car c'est l'opérateur réellement responsable du progrès cognitif. M désigne la puissance mentale d'un individu c'est-à-dire sa puissance de traitement cognitif en phase de résolution de problème. L'augmentation de cette puissance est définie par la formule « $M = e + k$ » où e signale la quantité disponible pour les schèmes exécutifs et k celle pour les schèmes cognitifs.

Il est à noter que la formule n'inclut pas les schèmes personnels et affectifs car ces schèmes bien que cités dans la TCO ne sont plus par la suite directement impliqués dans la conceptualisation de Pascual – Leone. L'accroissement de M s'effectue depuis la naissance jusqu'à l'âge seize ans où M serait égal à « $e + 7$ ». k va augmenter après trois ans pour obtenir à seize ans la valeur sept. Le chiffre sept n'est pas innocent dans la théorie de Pascual – Leone puisqu'il correspond à la valeur de l'empan mnésique de la mémoire de travail dans le cognitivisme c'est-à-dire la valeur maximale de co-existence d'informations dans l'espace d'exécution à plus ou moins deux informations (voir Miller ; 1956). Il est également possible de trouver des similitudes entre l'accroissement de M et la théorie piagétienne puisque par exemple à sept ans l'enfant a une puissance mentale de « $e + 3$ ». Ceci désigne la possibilité de combiner trois schèmes cognitifs correspondant aux trois opérations mentales piagésiennes du stade opératoire communes à toutes les épreuves de conservations et apparaissant également à sept ans. L'opération directe est la transformation opérée sur l'une des quantités, l'opération inverse permet d'imaginer le retour anticipé à la configuration initiale et enfin l'opération identique désigne la possibilité de combiner les deux premières opérations pour assurer la réversibilité et ainsi réussir les tâches de conservations.

Le système métaconstructif comprend cinq autres opérateurs. L'opérateur C désigne le contenu, le stock d'informations disponible pour un individu. L'opérateur L correspond au facteur d'apprentissage avec une distinction entre un facteur $L - C$ et un facteur $L - M$. $L - C$ s'appuie sur la connaissance expérientielle et va permettre par la fusion lente entre des schèmes différents de former un « super-schème » en raison des régularités de résultats obtenus par l'individu. $L - C$ est donc fortement lié au contexte d'une situation. $L - M$ est au contraire un apprentissage de type structural s'appuyant sur la connaissance rationnelle c'est-à-dire indépendant du contexte.

L'opérateur F désigne l'opérateur de champ du système métaconstructif. F va prendre en compte les aspects situationnels d'un problème (le champ perceptif) et éventuellement permettre l'activation immédiate et automatisée de schèmes figuratifs ou opératifs. Les deux derniers opérateurs correspondent à A et B étant respectivement les opérateurs affectifs et personnels.

b) Le cas de la conservation

La description de ces deux systèmes ne rend finalement compte que d'un aspect statique de l'individu face à une éventuelle résolution de problème. Pascual – Leone a donc mis au point un système spécifique impliqué directement lors d'un traitement cognitif : le système modulaire de l'attention mentale. Ce système comprend les opérateurs M et F déjà décrits, les schèmes exécutifs et un nouvel opérateur I pour inhibition. I est particulièrement intéressant puisqu'il permet l'intégration du mécanisme qui sera présenté comme crucial dans le développement cognitif plus en avant. Le lecteur peut trouver un nombre de précisions importantes sur le fonctionnement du système modulaire de l'attention mentale dans Houdé (1993 ; 1995) aussi nous ferons l'économie de la présentation totale pour nous centrer sur une situation-piège particulière : la conservation. Rappelons que dans la théorie piagétienne, la conservation devient opérante chez l'enfant lorsqu'il est capable de combiner trois opérations mentales à sept ans environ. Pour Pascual – Leone, le traitement cognitif lors d'une situation de conservation sera sériel et fortement dépendant du jeu entre activation et inhibition mais son analyse ne s'éloigne que peu de celle de Piaget. En effet, Pascual – Leone énonce le fait que l'échec en situation-piège est dû à un défaut de programmation exécutive sous-entendant une absence de rationalité. Reprenons l'expérience de conservation pour illustrer cet argument.

L'enfant va devoir pour faire preuve de conservation faire appel à son répertoire de schèmes exécutifs. Le dénombrement, la compensation, la réversibilité sont des schèmes potentiellement activables dans le répertoire de schèmes et qui peuvent permettre la réussite à la tâche. Toutefois, il y a co-existence avec ces schèmes, de schèmes « dangereux » c'est-à-dire des schèmes pouvant tromper l'enfant et le faire échouer à la tâche. Nous nous centrerons particulièrement sur l'un d'entre eux : le schème de la longueur égale au nombre.

Il s'agit ici d'une stratégie de type heuristique dans le sens où même les adultes font appel régulièrement à celle-ci. Cette routine consiste à énoncer que le nombre est proportionnel à la longueur comparativement à deux lignes d'éléments. L'erreur type relevée par Piaget (1941a) est de cet ordre quand l'enfant dit qu'il y a plus de jetons dans la ligne la plus longue en référence à l'heuristique « Longueur = Nombre ». Les étapes du traitement cognitif pour Pascual – Leone sont les suivantes : L'enfant va effectuer une programmation exécutive consistant à sélectionner les schèmes exécutifs en inhibant les « schèmes-dangereux » puis il va sur-activer un schème pertinent pour la résolution de la tâche. L'échec à ce traitement sériel est interprété par Pascual – Leone en terme de défaut de programmation exécutive qui sous-entend par le fait un défaut de compétence de conservation. Nous verrons que c'est sur ce point précisément que les options théoriques divergent avec le modèle actuel d'inhibition.

3. Le modèle d'inhibition

a) Structure générale du modèle

Dans le constructivisme piagétien et les théories néo-structuralistes, le développement cognitif obéit à une maturation de structures intellectuelles permettant l'accès à une logique chez l'être humain.

Une nuance apparaît dans la théorie de Pascual – Leone où la programmation exécutive de schèmes a une importance dans l'efficacité cognitive de l'individu. Toutefois, sommes-nous sûrs qu'un échec reflète nécessairement l'absence d'une structure cognitive permettant la résolution d'un problème ? En effet, certains faits expérimentaux posent question quant à cette omnipotence du développement linéaire et laissent place à une alternative comme l'a très bien défini la métaphore de Michel Serres (1992) du développement « qui se plie et qui se tord ».

Le modèle d'inhibition semble justement donner l'espace nécessaire à l'élaboration d'une théorie originale dans le sens où l'échec à une tâche n'est plus analysé en termes d'absence de structure mais plus en terme de défaut d'inhibition. Il en résulte que l'être humain n'est plus seulement compris comme une dichotomie entre compétence et incompétence mais davantage comme un être présumé rationnel pouvant parfois faire l'objet de défaut d'inhibition face à des pièges particulièrement prégnants. L'idée du concept d'inhibition comme primordial dans le fonctionnement psychique fût déjà énoncée dès le 19^{ème} siècle (pour revue voir Macmillan ; 1996) puis réactualisée par des auteurs nord-américains (voir Neill, Valdes et Terry, 1995 pour une synthèse et Dempster & Brainerd ; 1995) ou européens (Houdé ; 1995) au début des années 90. Nous nous centrerons principalement sur l'approche d'Olivier Houdé axée davantage sur la psychologie du développement qui peut être complétée par Dempster et Brainerd (1995), l'inhibition dans des tâches d'attention sélective étant développée dans le chapitre 2. Houdé (voir Houdé ; 2000) souligne que la contradiction de faits expérimentaux relevée dans des domaines tels que la construction de l'objet, le nombre, la catégorisation ou le raisonnement de l'enfance à l'âge adulte doit nous amener à considérer la modélisation du développement sous un angle différent des conceptions classiques de Piaget et des néo-structuralistes.

En effet, comme nous l'avons exposé précédemment, les perspectives piagésiennes et néo-structuralistes considèrent le développement comme une coordination – activation d'unités structurales. L'objectif d'Olivier Houdé est davantage de montrer que le développement n'est pas réductible à ce simple jeu de coordination – activation mais qu'il faut ajouter des processus de sélection – inhibition qui justement expliquent certaines contradictions expérimentales. Toutefois, nous pouvons réunir les conceptions d'Olivier Houdé et les autres sur une problématique commune : le sujet en tant que résolvant des problèmes.

Piaget et les néo-structuralistes considèrent alors que le sujet doit posséder des structures cognitives pour programmer des schèmes ou raisonner « logiquement » face à ces problèmes que lui soumet l'environnement. Néanmoins, ces conceptions contrairement à celle de Houdé, ne présument pas l'individu comme ayant déjà acquis ces structures cognitives. Ainsi, il est possible de s'interroger sur le fait que l'individu pourrait simplement être incapable de « bloquer », inhiber une mauvaise information faisant office de piège dans une situation précise en sachant que le même individu possède la compétence pour réussir cette tâche. Avant d'illustrer la perspective d'Olivier Houdé par des expériences avérées de la psychologie cognitive, prenons un exemple trivial qui aura peut-être le mérite d'éclairer le lecteur. Qui dans sa scolarité n'a pas été désorienté par des problèmes arithmétiques qui mis à part parfois leurs côtés saugrenus représentent de véritables illustrations du défaut d'inhibition ? En effet, nous avons tous fait face à des problèmes présentant des baignoires qui fuient ou des trains qui passent sous des tunnels ce qui ne représentaient en somme que des informations non-pertinentes dans la résolution du problème à proprement dite. L'élève confronté à ces problèmes arithmétiques et qui échoue, est-il pour autant incapable de réaliser l'addition ou la multiplication sous-jacente au problème ? Nous pourrions très bien imaginer que l'élève n'a pas su éliminer les pièges présents dans le problème alors qu'il réalise aisément l'opération arithmétique nécessaire si elle est présentée de manière isolée.

En ce cas, nous sommes face à un défaut caractéristique d'inhibition. Bien que la psychologie cognitive tente de modéliser le développement sur des compétences qui sont autres que les compétences scolaires, le modèle d'inhibition se base toujours sur ce défaut d'inhibition qui masque parfois la rationalité d'un individu. Nous revenons donc aux applications de la psychologie cognitive avec l'illustration du modèle d'inhibition dans le domaine de la conservation du nombre où il existe des paradoxes entre les faits expérimentaux.

b) Le cas de la conservation

L'exposé des perspectives de Piaget (1941a ;1941b) ou de Pascual – Leone (voir Houdé ; 1993) a permis d'expliquer que ces auteurs interprètent l'échec à une épreuve de conservation soit par l'absence de raisonnement logico-mathématique soit par un défaut de programmation exécutive d'un schème pertinent. Il en résulte que ces explications pourraient être suffisantes si les données expérimentales sur la conservation étaient restées inchangées à savoir que l'enfant échouait à cette tâche jusqu'à l'âge de sept ans environ. Or, depuis de nombreuses recherches (Wynn ; 1992 ; 1998 ; Bryant ; 1992), il a été démontré que le nombre est un concept acquis par l'enfant très tôt dans son développement. Déjà en 1967 (Mehler et Bever ; 1967), les résultats de Piaget (1941a) avaient été remis en cause par une expérience d'induction émotionnelle que nous ne présenterons pas encore ici car elle sera développée dans le chapitre 3. Plus récemment, l'expérience de Karen Wynn (1992) a quelque part révolutionné le champ d'étude de l'acquisition numérique de l'enfant puisqu'elle a réussi à démontrer expérimentalement que les nourrissons dès quatre mois pouvaient additionner et soustraire.

Wynn utilisait dans son expérience le paradigme de réaction à la nouveauté se centrant ainsi sur des temps de fixation visuelle face à des stimuli et non sur des comportements moteurs comme cela se faisait avant les travaux de Fantz (1964) ou Fagan (1970). Ce paradigme tient compte de la généralité selon laquelle le nourrisson a une forte tendance à regarder plus longuement quelque chose qu'il ne connaît pas dans son environnement. Aussi, les psychologues spécialisés dans l'étude du nourrisson ont mis au point un dispositif qui enregistre le regard du nourrisson pendant qu'il fixe des stimuli. De cet enregistrement, il est alors possible de constater des temps de regard du nourrisson face à des situations contrastées. La procédure expérimentale classique consiste alors à habituer le nourrisson à une présentation visuelle avant de lui soumettre une nouvelle présentation dans laquelle figure une violation ou une nouveauté par rapport à l'habituation. Il est alors considéré que si le nourrisson a regardé plus longuement le nouveau stimulus, c'est bien qu'il traite ce stimulus comme effectivement différent. L'application de Wynn (1992) consistait à présenter une scène plutôt qu'un stimulus statique. Dans un petit théâtre disposé devant le nourrisson, une marionnette « Mickey » était placée. Un écran de bois se soulevait alors pour dissimuler le « Mickey » et la procédure pouvait débuter. Une main amenait habilement un autre « Mickey » derrière l'écran de bois. Bien entendu, le nourrisson était placé de manière à pouvoir observer tout ce qui se passait dans la procédure. La situation était donc telle qu'en plus du « Mickey » placé au départ de la procédure, l'expérimentateur avait placé un autre « Mickey » derrière l'écran. Ceci correspondait donc à l'opération arithmétique : $1 + 1$. Suite à cette procédure, le nourrisson était confronté à deux événements distincts : Un événement possible et un événement impossible. L'événement possible était l'apparition suite à l'abaissement de l'écran de deux « Mickey », le résultat exact de l'opération $1+1$ alors que l'événement impossible désignait l'apparition d'un seul « Mickey ».

Cette procédure était adaptée lorsqu'il s'agissait de la soustraction et elle fût également développée avec des autres évènements impossibles. L'observation principale de Wynn (1992) est le fait que les temps de regard des nourrissons dès 4-5 mois, étaient toujours plus longs sur les évènements impossibles que sur les évènements possibles. L'auteur interprétait ceci comme la possibilité pour les nourrissons de faire un calcul exact sur des petits ensembles numériques dénotant ainsi, un raisonnement logico-mathématique. La critique fut importante et immédiate quant aux résultats de Wynn (voir Bryant ; 1992) mais il a été montré qu'il s'agissait bien d'un calcul exact de la part des nourrissons dans son expérience (voir Simon, Hespos et Rochat ; 1995) et non d'une simple représentation fondée sur l'identité propre des objets.

Ces résultats posent donc question quant à l'échec tardif des enfants à la tâche de conservation de Piaget (1941a) qui ne peut être expliqué par l'absence de raisonnement logico-mathématique. Une expérience de Houdé (1997) est intéressante sur ce point puisqu'elle montre que des enfants de deux et trois ans réussissent le paradigme de Wynn (1992) principalement d'ailleurs à trois ans en raison d'une redescription linguistique alors qu'ils échouent toujours massivement sur une expérience de type conservation impliquant de faibles ensembles numériques comme dans l'expérience de Wynn (1992). Comment alors expliquer cet échec ? La solution semble résider dans l'hypothèse d'un déficit d'inhibition dans la tâche de conservation de Piaget (1941a). En effet, nous avons pu observer précédemment qu'il existait un schème dangereux dans la tâche de conservation qui est celui de la longueur égale au nombre. Lorsque l'enfant utilise ce schème, il fait l'erreur de se baser sur la prégnance de la situation, c'est-à-dire une ligne de jetons plus longue que l'autre en omettant de compter les jetons et par conséquent en omettant d'émettre un raisonnement de type logico-mathématique.

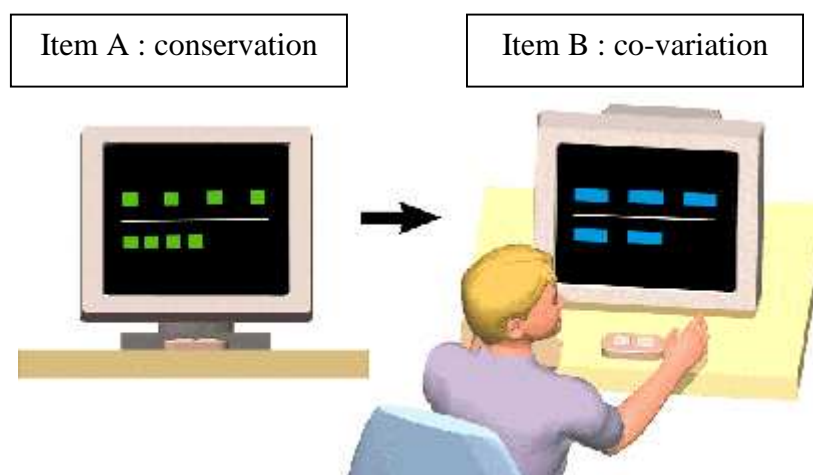
De ce fait, Piaget (1941a) en argumentant que l'absence de conservation chez l'enfant correspondait à l'absence de raisonnement logico-mathématique a peut-être occulté l'aspect du déficit d'inhibition de l'enfant qui ne remet pas en cause la présence d'un raisonnement logico-mathématique. Le modèle d'inhibition défendrait donc l'idée que l'échec à la tâche de conservation serait dû à l'incapacité de l'enfant à inhiber ce schème dangereux, piège, de la longueur égale au nombre pour ensuite mettre en place son raisonnement logico-mathématique dans la résolution de la tâche. Ceci ne resterait qu'une pure hypothèse si une étude récente de Houdé et Guichart (2001) ne confirmait pas cette idée. S'inspirant des travaux de Steven Tipper (1985) (voir aussi Tipper, Bourque, Anderson et Brehaut ; 1989), Houdé et Guichart ont mis au point une procédure de chronométrie mentale informatisée testant directement l'inhibition dans une tâche s'apparentant à celle de la conservation du nombre.

Les travaux de Tipper (1985) présentent des tâches d'attention sélective dans lesquelles il est possible de mesurer un phénomène appelé l'amorçage négatif ou *negative priming* qui est le révélateur direct de l'inhibition cognitive. Des déclinaisons différentes des tâches de Tipper existent mais la structure profonde du paradigme reste inchangée. La tâche se décompose en deux parties A et B. Dans la partie A, les stimuli présentés impliquent d'activer une stratégie pertinente (S1) tout en ignorant une autre stratégie non-pertinente (S2). La partie B implique soit d'activer la stratégie (S2), devenue une stratégie pertinente par construction expérimentale, soit d'activer une nouvelle stratégie. Le phénomène d'amorçage négatif (mesuré en millisecondes) se mesure alors selon Tipper (1985) par l'augmentation des temps de réactions des sujets dans la partie B en raison de l'inhibition de (S2) opérée dans la partie A. Si le sujet a effectivement dû inhiber (S2) dans la partie A, il mettra alors plus de temps à l'activer dans la partie B car une ré-activation (avec une désinhibition) prend plus de temps qu'une simple activation.

L'absence d'un effet d'amorçage ou le phénomène inverse d'amorçage positif pouvant être observés, conduit selon Tipper à conclure en faveur d'un épiphénomène d'inhibition car (S2) n'a pas été alors dissipée dans le traitement cognitif du sujet entre les parties A et B.

Houdé et Guichart (2001) ont cherché à adapter ce paradigme à la tâche de conservation de Piaget (1941a). L'expérience concernait vingt enfants âgés de neuf ans qui avaient réussi la tâche classique de conservation du nombre. Les items étaient construits en conformité avec les travaux de Tipper (1985) selon une séquence A – B. Les items A étaient les items de type conservation piagétienne avec une interférence entre les dimensions du nombre et de la longueur. Les stimuli étaient construits de telle manière qu'il existait une stratégie (S1) à activer (stratégie numérique) alors qu'une autre stratégie (S2) était à inhiber (Longueur = Nombre). Consécutivement, les items B étaient présentés où la stratégie (S2) devenait pertinente (où il y avait co-variation de la longueur et du nombre d'éléments) avec la stratégie S1 également pertinente. Un exemple d'une séquence A – B est donné dans la figure 1.

Figure 1 : Exemple d'une séquence A – B : étude de **Houdé et Guichart (2001)**



L'enfant est face à un ordinateur. Il apparaît sur l'écran deux ensembles en haut et en bas d'une ligne blanche scindant l'écran en deux. Les ensembles peuvent être soit équivalents soit différents en nombre. Le sujet doit répondre à l'aide d'un boîtier de réponse mesurant le temps de réaction du sujet en millisecondes. La consigne est de répondre le plus vite possible sans se tromper en pressant sur le bouton « même nombre » ou sur le bouton « pas même nombre ».

L'expérience était construite avec quatre items A et quatre items B réunis pour former huit paires d'items. L'épreuve comprenait deux conditions : une contrôle et une test. Dans la condition-contrôle, il y avait quatre paires d'items correspondant à une succession d'un item B puis d'un item A. La condition-test correspondait à quatre paires d'items obéissant à l'ordre de succession inverse c'est-à-dire un item A puis un item B. Les paires d'items étaient présentées de manière aléatoire aux sujets. Les différentes paires d'items étaient séparées par des items dits « neutres » où la stratégie (S2) n'était ni une stratégie pertinente ni une stratégie trompeuse. Dans ces items, les éléments à comparer étaient présentés de manière verticale déroutant ainsi l'utilisation de la stratégie « Longueur=Nombre » sous une dimension horizontale. La réponse aux items neutres était toujours « même nombre » afin de générer la même réponse que sur le premier item d'une séquence A – B et éviter ainsi un amorçage positif sur la réponse motrice.

L'effet éventuel d'amorçage négatif était alors mesuré par la comparaison des temps de réactions aux items B en condition-contrôle par rapport aux items B en condition-test puisqu'il s'agissait des items d'activation de la stratégie (S2). Plus précisément, s'il existait une réelle inhibition de la stratégie (S2) non-pertinente « Longueur = Nombre » dans les items de type piagétiens (les items A), les enfants répondraient plus lentement à un item B consécutif (donc une paire A puis B) par rapport aux temps des items B dans la condition inverse de présentation (B puis A).

Les résultats donnaient raison à cette hypothèse avec un effet d'amorçage négatif significatif ($p < .02$) de 158 ms entre les temps B en condition – test (1461ms) et les temps B en condition – contrôle (1303ms). Les enfants dans l'étude de Houdé et Guichart (2001) ont donc mis plus de temps à répondre sur des items d'activation de la stratégie « longueur = nombre » succédant à des items de type conservation de Piaget (1941a) car ils devaient justement inhiber cette même stratégie dans les items piagétiens.

Ce résultat fort permet donc de renforcer l'hypothèse théorique du modèle d'inhibition selon laquelle l'enfant échoue jusqu'à sept ans environ à la tâche de conservation non pas en raison de l'absence de logique opératoire mais davantage en raison d'un déficit d'inhibition. Ce résultat confirmait également l'hypothèse encore spéculative émise auparavant par Dempster (1995, p15) selon laquelle : « la conservation et l'inclusion des classes ont plus à voir avec la capacité à résister à l'interférence qu'avec la capacité de l'enfant à comprendre la logique sous-jacente » (voir également Dempster ; 1992).

L'illustration précédente du modèle d'inhibition en psychologie du développement permet de comprendre la divergence par rapport aux perspectives de Piaget et des auteurs néo-structuralistes mais le modèle d'inhibition ne se développe pas uniquement sur ce versant. En effet, le modèle est également argumenté par des études dérivées de la neuropsychologie s'intéressant plus directement aux bases neurales de l'inhibition.

CHAPITRE II
FONCTIONS EXECUTIVES ET INHIBITION
NEUROPSYCHOLOGIE ET PSYCHOLOGIE COGNITIVE

1. Principes Généraux

L'étude des fonctions exécutives implique de s'intéresser aux travaux de la neuropsychologie et par définition de prendre en considération la pathologie chez des patients, la neuropsychologie étant l'étude des effets des lésions cérébrales sur la cognition. Dans ce domaine, un ensemble important de recherches permet de montrer que l'inhibition reposerait davantage sur des bases neurales présentes dans le lobe frontal ou tout du moins dans le cortex préfrontal. Lors du chapitre précédent, l'inhibition était envisagée dans le développement normal de l'individu mais l'ensemble des données liées à la pathologie apportent des données également intéressantes au modèle d'inhibition. Il convient d'abord de s'entendre sur la définition des fonctions exécutives en psychologie. L'étude de ces fonctions repose sur l'examen de compétence, de performance des sujets à contrôler, exécuter des processus déterminants dans la réussite à une tâche. Zelazo, Piñon et Reznick (1995) donnent une définition intéressante des fonctions exécutives en énonçant qu'elles incluent à la fois les processus régulant la manipulation des représentations et les processus contrôlant l'action. Notre visée ne sera pas d'envisager tous les processus impliqués dans les fonctions exécutives mais de se focaliser sur le contrôle inhibiteur décrit comme ayant un rôle significatif dans ces processus par de nombreux travaux (voir Dowsett & Livesey ; 2000). Le contrôle inhibiteur apparaît comme crucial dans la performance exécutive dans la mesure où il permet de réguler l'attention sélective sur une tâche donnée et ainsi éviter des persévérations de réponses.

Une citation d'Adèle Diamond illustre bien ce propos lorsqu'elle énonce que « la capacité à résister à une forte tendance de réponse nous amène une extraordinaire flexibilité et une liberté à choisir et contrôler nos actions » (Diamond ; 1990, notre traduction)

La neuropsychologie permet donc de mettre en évidence des implications corticales dans la cognition en raison d'un déficit observé par une lésion ou un dysfonctionnement. La littérature montrant l'implication du lobe frontal dans la performance exécutive est abondante. Toutefois, en raison du caractère souvent étendu des lésions frontales, la neuropsychologie est restée prudente quant à des explications exhaustives sur le lobe frontal et ainsi cela reste une énigme importante pour nombre de chercheurs (voir Siéoff ; 2004, chap. V). Le cas clinique le plus célèbre de lésion frontale est sans conteste le récit du cas « Gage » (voir Damasio ; 1995) formulé par le docteur Harlow (1868). Phinéas Gage travailleur des chemins de fer en Amérique a été victime en 1848 d'un terrible accident alors qu'il utilisait une barre de fer pour enfoncer une charge de dynamite dans un rocher. L'explosif s'est soudain déclenché provoquant la propulsion de la barre de fer d'abord dans la joue gauche de Gage puis la traversée de part en part de son lobe frontal plus particulièrement dans la partie ventro-médiane des cortex frontaux bilatéraux. Gage survécut à cet accident mais sa personnalité changea radicalement le transformant en un être infantile et irresponsable alors qu'il était auparavant travailleur et sérieux. Antonio Damasio (1995) a montré qu'une lésion du cortex préfrontal ventro-médian droit comme pour le cas « Gage » ou d'autres patients atteints, provoquait des troubles du raisonnement, de la prise de décision, du sentiment même de soi (*feeling*) et des émotions. De ses observations, Damasio (1995) arrive à la conclusion que la prise de décision est altérée à cause du déficit émotionnel et de la perte du sentiment même de soi. Le contexte émotionnel dans lequel se trouvent les patients atteints par ce type de lésion provoquerait chez eux un déficit de la performance exécutive présente en mémoire de travail altérant ainsi le raisonnement nécessaire à la prise de décision (voir Damasio ; 1995, p 82).

Dans l'objectif de tester cette performance exécutive chez des patients atteints de syndromes frontaux, la neuropsychologie a mis au point plusieurs tâches différentes.

2. Le Go / No-Go

L'expérience princeps en ce domaine et certainement la plus spectaculaire en raison de son étonnante simplicité est celle du Go / No-Go inspirée par Donders (1969, 1868). Des variantes multiples de cette tâche apparaissent dans la littérature mais le principe fondamental demeure inchangé. Il s'agit pour le sujet de réaliser une tâche dans laquelle une règle lui est fixée énonçant une action pour certains stimuli (Go) et une inhibition sur d'autres stimuli (No-Go). Derrière la simplicité de la consigne, se cache en réalité une difficulté exécutive que ne parviennent pas à surmonter des patients atteints de syndromes frontaux ou de jeunes enfants. La réussite à ce type de tâche nécessite selon Diamond (1988,1991) une compétence à pouvoir retenir deux informations à l'esprit (les consignes) tout en inhibant une tendance forte de réponse. Cette hypothèse peut être argumentée par l'étude de Diamond (1990) sur des singes macaques Rhésus ayant des lésions du cortex préfrontal dorsolatéral dans une variante de la tâche de l'erreur A – non B (décrite p 41) de Piaget (1937). Devant les singes, un objet désiré était disposé dans une boîte ouverte laissant l'objet à la vue du singe. Devant cette boîte, une barrière transparente devait être contournée par le singe pour atteindre l'objet convoité. Diamond a alors noté que les singes atteints de lésions préfrontales avaient tendance à se focaliser exclusivement sur l'atteinte directe de l'objet désiré sans pouvoir contourner la barrière transparente. En modifiant la tâche, c'est-à-dire en rendant opaque la barrière, les singes cérébrésés réussissaient mieux. La lésion préfrontale empêchait donc les singes de pouvoir inhiber cette tendance motrice importante d'atteinte directe de l'objet.

Ce résultat rejoint alors les recherches de Barbizet (1970) cité par Diamond et Taylor (1996) qui exprimaient que les patients atteints de lésions frontales éprouvent des difficultés quand il faut répondre à un problème à deux étapes alors qu'ils sont tout à fait capables de réussir les étapes séparément.

Le déficit exécutif d'inhibition causé par une lésion frontale a été montré par Drewe (1975) dans une expérience portant sur des humains. Dans son étude, quarante-huit patients présentant des lésions cérébrales à quatre localisations différentes, devaient réaliser une tâche Go / No – Go. Sur soixante-dix essais, les sujets devaient appuyer sur une touche bleue lorsqu'une lampe rouge s'allumait et à l'inverse appuyer sur une touche rouge lorsque s'allumait une lampe bleue. Cette condition de l'expérience était contrastée avec une condition où il y avait congruence des couleurs entre les lampes et les touches. Les résultats indiquaient nettement une persévération de réponses chez les patients atteints de lésions frontales dénotant ainsi un déficit inhibiteur de la tendance préférée de concordance présente dans la condition-contrôle. Dans le même esprit que le Go / No – Go, Luria (1966) a mis au point un test de « *Tapping* ». Il s'agit toujours ici pour le sujet de maintenir deux informations en mémoire tout en exerçant un contrôle inhibiteur sur l'un des comportements. La tâche consistait pour le sujet à taper sur une table une fois quand un expérimentateur tapait deux fois ou de taper deux fois quand l'expérimentateur ne tapait qu'une fois. Les résultats de Luria montrent une fois encore des échecs importants à cette tâche chez des sujets atteints de lésions frontales. Il existe après ces quelques exemples des preuves pour montrer le corrélat entre les fonctions exécutives et le lobe frontal chez des patients cérébrolésés. Toutefois, ce corrélat ne se vérifie pas uniquement dans le domaine de la pathologie puisqu'il est inféré également chez le jeune enfant. Luria (1961) introduisit ce paradigme Go / No-Go chez l'enfant. Son expérience consistait à presser un ballon deux fois quand une lumière s'allumait ou de presser le ballon une fois si rien n'apparaissait.

Les résultats ont révélé que les enfants de trois ans étaient incapables d'inhiber le programme moteur demandé et faisaient preuve de persévération de réponse en pressant sans cesse le ballon. Il fallait attendre l'âge de cinq ans pour voir les enfants réussir cette tâche.

Reprenant le test de « *Tapping* » de Luria (1966), Diamond et Taylor (1996) ont réalisé ce test sur cent soixante enfants de trois à sept ans. La passation se réalisait sur seize essais. Les résultats indiquent de faibles performances en dessous de six ans puis une performance importante après cet âge. Un contrôle expérimental effectué permettait d'affirmer que les enfants avaient parfaitement compris la tâche et que par conséquent l'échec ne pouvait être analysé qu'en terme de déficit exécutif. Un autre fait intéressant était celui de l'épuisement des sujets. En effet, les sujets les plus jeunes étaient plus performants sur les quatre premiers essais puis leur réussite déclinait très fortement alors que les sujets plus âgés étaient constants dans leurs réponses. Diamond et Taylor (1996) concluent ces résultats en faveur d'un déficit inhibiteur pour les sujets les plus jeunes avec un palier de développement se situant à environ six ans. Les auteurs mettent alors en relation hypothétique ce changement développemental avec des corrélats neuronaux qui montreraient des changements importants dans la maturation du lobe frontal pendant la période de trois à six ans chez l'enfant. D'autres études en adaptant la tâche Go / No – go (i.e. Bell et Livesey ; 1985 ; Livesey et Morgan ; 1991) trouvent des résultats similaires situant la réussite à ce type de tâche à environ six ans pour les enfants. Toutefois, lorsqu'une procédure d'entraînement est jointe à la situation expérimentale, des résultats plus précoces peuvent être trouvés. En effet, Dowsett et Livesey (2000) grâce à une étude s'inspirant de la procédure Go / No-go obtiennent des résultats de réussite à l'âge de cinq - six ans mais lorsqu'un entraînement accompagne la tâche, les enfants réussissent dès trois ans. Globalement, nous pouvons donc dire que la tâche de type Go / No – Go est réussie par les enfants à environ six ans et qu'elle teste indirectement un déficit inhibiteur en raison des parallèles avec les résultats des patients atteints de lésions frontales.

3. Les tâches de discrimination exécutive : Le Day / Night et La Main / Bougie

Comme pour les tâches Go / No – Go, les tâches de discrimination exécutive permettent d'étudier la performance exécutive de sujets par rapport à leur contrôle inhibiteur. La tâche princeps dans le domaine de la neuropsychologie mettant en place une règle entraînant une discrimination est celle de John Ridley Stroop (1935). La tâche Stroop comme elle est appelée communément consiste à nommer les couleurs de mots inscrits devant le sujet. A partir de cette consigne simple, une interférence est créée dans le matériel puisque les mots inscrits sont en réalité des noms de couleurs. Ainsi, un sujet devra nommer une couleur en ignorant la lecture du mot qui lui est proposé car l'interférence est créée par le fait que la couleur et le mot lu ne sont pas congruents. La compétence exécutive requise dans cette tâche réside dans la possibilité pour le sujet d'inhiber une forte tendance de lecture pour réussir la tâche qui est de nommer la couleur correctement. Une étude intéressante a pu montrer que cette tâche est réellement sensible à la compétence exécutive car Perret (1974) a trouvé que les patients atteints de lésions frontales répondaient significativement moins bien que n'importe quel autre sujet. Comme dans le Go / No – Go, il semble qu'il y ait donc un corrélat possible entre le lobe frontal et cette compétence exécutive de contrôle inhibiteur. La lecture dans la tâche Stroop peut être un artéfact chez l'enfant en raison des disparités développementales qui existent dans son apprentissage. La complexité de la tâche Stroop rend donc difficile l'étude de la compétence exécutive chez les enfants. Les chercheurs ont dû la simplifier en l'adaptant pour les enfants. Passler, Isaac et Hynd (1985) furent les premiers à le faire grâce à une tâche de conflit verbal, n'impliquant pas de lecture. La tâche de Day / Night de Passler et al. (1985) correspondait à une production verbale de l'enfant en fonction d'une représentation imagée.

Le conflit, condition sine qua non d'un contrôle inhibiteur de l'enfant résidait dans la divergence entre la représentation imagée présentée à l'enfant et la production verbale demandée par la consigne. Le matériel comprenait huit cartes blanches et huit cartes grises symbolisant le jour (cartes « Day ») et la nuit (cartes « Night »). La consigne donnée à l'enfant était de dire « jour » lorsqu'il lui était présenté une carte « Nuit » et de dire « nuit » lorsqu'il s'agissait d'une carte « Jour ». Une condition –contrôle où l'enfant devait dire « jour » ou « nuit » en fonction de la même représentation imagée permettait de s'assurer que l'enfant avait bien compris la consigne et associait correctement représentation et production verbale. Les enfants dans cette étude avaient entre six et douze ans. Les résultats montraient une performance correcte très nette à seulement dix ans pour cette tâche. Les auteurs concluaient donc que la compétence exécutive d'inhibition pour les enfants dans ce type de tâche de conflit verbal ne se situait qu'à environ dix ans. En réaction à cette recherche, l'étude de Gerstadt, Hong et Diamond (1994) montre des résultats plus précoces. Les auteurs ont repris la tâche de Passler et al. (1985) en augmentant le contraste entre la carte « jour » et la carte « nuit ». Les cartes n'étaient plus seulement blanches et grises mais présentaient des détails plus marqués comme la lune pour la nuit et le soleil pour le jour. La cohorte de sujets de cette expérience était de cent soixante enfants âgés de trois ans et demi à sept ans. Les résultats indiquent que les enfants avant cinq ans ont de grandes difficultés à effectuer la tâche ne révélant pas ainsi une performance correcte. Entre cinq et sept, la performance des sujets devient meilleure et la réussite fixée à 80 % des items correctement répondus n'apparaît qu'à partir de six ans. En revanche, la condition – contrôle, où il y avait congruence entre production verbale et carte présentée, est réussie dès trois ans et demi pour les sujets. Ainsi, la difficulté rencontrée par les enfants dans la condition de conflit verbal n'était pas due à une mauvaise compréhension de la tâche mais bien à un déficit exécutif de l'inhibition de la représentation imagée pour accéder à la production verbale attendue.

Les résultats de Gerstadt et al. (1994) ont été confirmés également par l'étude de Diamond et Taylor (1996) qui avec la même tâche ont obtenu des résultats strictement identiques. Il semblerait donc bien que la tâche du Day / Night n'est réussie qu'à partir de six ans par les enfants ce qui dénoterait un processus exécutif plus tardif et en tout cas différent par rapport aux tâches Go / No-Go.

Dans notre partie expérimentale, nous utiliserons une autre tâche de discrimination exécutive mise au point par Serguei Titaëvski (2000). Cette expérience originale permet de faire l'amalgame entre une tâche de type Go / No-go et une tâche de type Day / Night. En effet, le sujet doit, en fonction de deux cartes imagées représentant une main ou une bougie, programmer deux actions motrices différentes. Dans une condition – contrôle, le sujet doit taper sur une carte « Main » et souffler sur une carte « Bougie ». Similairement à la tâche Day / Night, il y a alors congruence entre la représentation imagée et l'action motrice. La condition – expérimentale de la tâche Main / bougie, qui pourrait être nommée également condition d'inhibition, consiste pour le sujet à faire strictement l'inverse de la condition – contrôle. Le sujet doit donc inhiber la représentation imagée (par exemple la main) pour programmer une action motrice contradictoire (c'est-à-dire le souffle) en raison du caractère non-associatif de la condition. Les résultats de Titaëvski (2000) montraient un échec massif des enfants cérébrolésés à cette tâche ce qui ne représente pas un intérêt direct pour notre travail puisque nous travaillons sur le développement normal. Les résultats à cette tâche dans notre recherche seront donc exploratoires.

L'exposé des tâches Go / No-go, Day / Night et Main / bougie permet donc de montrer que sous un même processus exécutif de contrôle inhibiteur, l'inhibition peut être de nature différente. Elle sera motrice pour le Go / No – go, verbale pour le Day / Night et qualifions-la de sémantique (sémantique de l'action) ou encore perceptivo-motrice pour la Main / Bougie.

4. Inhibition : processus général ou spécifique ?

A ce point de la présentation du modèle d'inhibition, une question s'ouvre au lecteur : s'agit-il du même processus d'inhibition dans la conservation et dans les tâches des fonctions exécutives ? En d'autres termes, le processus d'inhibition est-il un processus global ou bien spécifique à chaque domaine cognitif ?

La réponse d'Olivier Houdé (2000) à cette question correspond à la perspective de l'inhibition comme « *age-and-domain-specific* ». Comme exposé au chapitre 1, à travers des exemples de faits expérimentaux dans les domaines de la construction de l'objet, du nombre, de la catégorisation et du raisonnement, Olivier Houdé redéfinit un modèle de développement devant se baser sur l'inhibition spécifique à chaque âge de développement et au domaine étudié. Comme dans les processus exécutifs, la clé du développement selon Houdé semble résider dans l'inhibition de structure ou schème trompeur correspondant à des interférences, pour accéder à l'activation de la bonne structure ou schème (voir Houdé ; 1995). Se développer c'est donc aussi savoir inhiber. Or comme nous l'avons remarqué dans les fonctions exécutives, le succès aux tâches de performance exécutive nécessite l'inhibition d'une information interférente pour activer l'information pertinente. Le schéma général du développement cognitif suivrait donc toujours la même procédure impliquant l'inhibition de mauvaises informations dans une situation-problème pour accéder à l'activation de la bonne information. Il n'y a donc pas d'incompatibilité entre la conception d'Olivier Houdé et les conclusions des auteurs dans les tâches de fonctions exécutives. Simplement, Houdé (2000) argumente que selon le domaine cognitif étudié, l'inhibition n'apparaît pas aux mêmes âges du développement. Ainsi, l'inhibition dans la construction de l'objet chez le nourrisson est beaucoup plus précoce que celle apparaissant dans la logique des classes de l'enfant de cinq - six ans.

Ce phénomène d'inhibition spécifique à l'âge et au domaine étudié explique l'emploi de la métaphore du développement « qui se plie et qui se tord » (Serres ; 1992) marquant ainsi les variations de l'inhibition dans le décours développemental.

Nous pouvons illustrer cette différence de l'inhibition en fonction du domaine cognitif par la confrontation de la construction de l'objet avec la conservation décrite précédemment (p 14). Le domaine de la construction de l'objet doit son étude principale à Jean Piaget avec sa tâche de l'erreur A – non-B. Cette tâche de Piaget (1937) était destinée à tester la compétence de permanence de l'objet chez le bébé. Concevoir la permanence d'un objet, c'est comprendre que l'objet peut continuer d'exister en dépit de sa disparition de la perception du sujet. Ainsi, par rapport à la compréhension de l'environnement physique dans lequel vit un être humain, ce concept a une incidence importante puisqu'il permet d'assurer une certaine cohérence des objets dans leurs existences. Le constructivisme piagétien étant la recherche d'équilibration du sujet, nous comprenons aisément l'importance de la permanence de l'objet dans la construction de l'intelligence pour Piaget. La tâche de l'erreur A – non –B consistait à mettre des nourrissons face à deux écrans opaques : un écran A et un écran B. L'expérimentateur montrait un objet au bébé puis le cachait derrière l'écran A. La mesure de l'expérience était la bonne atteinte motrice du nourrisson pour chercher l'objet. Lorsque le bébé réussissait à prendre l'objet derrière l'écran A, l'expérimentateur renouvelait plusieurs fois cette manipulation. Puis, à un moment où il était jugé que le nourrisson avait compris la tâche, l'objet était transporté de manière visible de l'écran A à l'écran B. L'erreur A – non – B du nourrisson consistait alors à persévérer dans la recherche de l'objet derrière A alors qu'il était derrière B. Piaget (1937) interprétait cette erreur en terme d'absence de permanence de l'objet ne permettant pas ainsi au nourrisson de comprendre qu'il s'agissait du même objet, continu dans l'espace, qui avait été transporté derrière B.

Piaget situait la fin de cette erreur A – non – B et par conséquent l’acquisition de la permanence de l’objet vers douze mois chez le nourrisson. Toutefois, un facteur important avait été négligé dans cette expérience comme dans d’autres études sur le nourrisson contemporaines à l’erreur A – non – B lié au caractère propre de la tâche. Dans l’erreur A – non – B, la réussite était mesurée par la bonne atteinte de l’objet sans tenir compte des possibilités motrices du nourrisson. Le paradigme de fixation visuelle présenté dans le chapitre 1 a permis de remédier à cela. Ainsi, dans des expériences liées à ce paradigme (Baillargeon, Spelke et Wasserman ; 1985 ; Baillargeon ; 1987), le concept de permanence de l’objet a pu être mis en évidence comme déjà présent à quatre mois chez le nourrisson. Comment alors expliquer ce paradoxe entre la persévérance de l’erreur A- non – B jusqu’à plus de huit mois chez le nourrisson avec la présence du concept de permanence de l’objet avérée dès quatre mois ? Houdé (2000) souligne qu’il faut alors interpréter l’erreur A –non – B davantage en terme de déficit inhibiteur plutôt qu’en termes d’absence d’une structure cognitive ou du schème de la permanence de l’objet comme le suggéraient Piaget et les néo-structuralistes. Cette interprétation d’un déficit exécutif inhibiteur de la tendance motrice présente dans l’erreur A –non – B est défendue par Adèle Diamond (1988 ;1991). Diamond (1991 ;1998) précise même ce déficit par une interprétation d’un dysfonctionnement « mémoire + inhibition ». Le sujet échouerait à la tâche A- non – B en raison de l’impossibilité d’inhiber la tendance motrice dominante présente en mémoire de travail (voir Baddeley ; 1986) ce qui serait également étroitement lié à une immaturité du cortex préfrontal. Ce corrélat neuronal entre l’erreur A –non –B et le cortex préfrontal a d’ailleurs été mis en évidence par plusieurs études (i.e. Dehaene et Changeux ; 1989 ; Diamond ; 1991 ; 1998 ; Bell et Fox ; 1992).

Pour autant, est-il possible de concevoir qu’il s’agit du même processus d’inhibition dans la conservation et dans l’erreur A –non – B ?

Le décalage développemental existant entre la survenue du contrôle inhibiteur ne permet pas d'affirmer qu'il s'agit de la même inhibition. Cependant, le fonctionnement cognitif est similaire puisque dans l'erreur A –non- B et la conservation, le sujet doit inhiber un schème trompeur pour activer le schème pertinent qui est de toute façon présent dans le registre cognitif du sujet. La conclusion d'Olivier Houdé (2000) correspond donc au fait que l'inhibition est bien « *age-and-domain-specific* » en soulignant toutefois qu'il faut dorénavant considérer le développement cognitif comme dépendant davantage du mécanisme d'inhibition.

Les constats d'Olivier Houdé ne renvoient toutefois pas aux rapports pouvant exister entre l'inhibition présente dans les tâches de psychologie cognitive et les tâches de fonctions exécutives. En effet, les faits expérimentaux donnent raison à l'inhibition comme « *age-and-domain-specific* » dans les tâches de construction de l'objet, de conservation, de catégorisation et de raisonnement mais il n'existe pas de données pouvant montrer un lien entre les fonctions exécutives et ces autres tâches. Seuls, certains auteurs ont élaboré des hypothèses à ce sujet. En effet, Adèle Diamond (voir Diamond et Taylor ; 1996) pense que le contrôle inhibiteur chez le jeune enfant est le même pour toutes les tâches auxquelles il peut faire face. Plus précisément, pour Diamond, l'échec aux tâches de fonctions exécutives entre trois et six ans et par conséquent le déficit inhibiteur de l'enfant, est de même nature que celui démontré dans les tâches de conservation de Piaget ou dans d'autres domaines du développement cognitif comme par exemple la théorie de l'esprit avec la tâche de distinction apparence – réalité (voir Flavell ; 1993). Franck N. Dempster (1992) a également supposé que le processus inhibiteur impliqué dans les tâches de fonctions exécutives et de conservation était le même mais ceci ne s'appuyait pas sur des faits expérimentaux concrets. Par conséquent, nous nous efforcerons de tester cette forte hypothèse de manière plus approfondie dans notre partie expérimentale.

CHAPITRE III
INHIBITION ET EMOTION
DU SENTIMENT A L'HEDONIE

Introduction

Les chapitres précédents ont permis de supposer la modélisation du développement comme dépendant de l'inhibition. Il serait pourtant naïf de croire que l'être humain ne se développe que de manière cognitive. Le développement doit effectivement être conçu comme un ensemble de facteurs concourant à son déroulement. La socialisation et l'affectivité d'un sujet sont des données à intégrer avec la cognition dans le développement personnel. Cette conviction bien qu'admise par tous ne se retrouve pourtant pas dans les travaux de psychologie. Les recherches tentent de croiser les facteurs deux à deux mais jamais il n'a été tenté d'analyse englobant tous les facteurs possibles du développement. Le lecteur pourrait alors s'exclamer face à ces propos : « mais alors tentons !! ». En réalité, cette entreprise n'est pas tentée pour la simple et bonne raison qu'il est absolument impossible et incrédule de penser tout contrôler dans une étude de psychologie. La fameuse phase scientifique « toutes choses égales par ailleurs » n'est finalement qu'une vue de l'esprit ou tout du moins une assurance de bonne conscience pour les chercheurs. Alors que faire ? La meilleure façon de se prémunir face à cette impression trompeuse d'exhaustivité est justement d'avoir conscience que nous ne contrôlons pas tout dans nos études et quelque part d'entrer dans une dimension micro-psychologique. Nous ne dérogerons pas à ce principe dans notre perspective puisque nous nous centrerons sur un aspect dualiste de l'individu qui de tout temps a retenu l'attention des chercheurs, c'est-à-dire le lien entre l'émotion et la cognition. Depuis l'Antiquité à nos jours, l'aspect affectif lié à l'intellect a nettement fasciné la science ceci en raison certainement d'un désir de l'être humain à contrôler ses émotions.

Ce domaine d'étude connaît actuellement un regain d'intérêt considérable avec pour preuve la multiplication très importante des recherches sur ce fameux lien émotion – cognition. Il a même été créé une revue en langue anglaise (Cognition and Emotion) tout entière dédiée à ce lien. Face à un domaine aussi vaste, notre objectif sera donc de présenter une approche du lien émotion-cognition la plus large possible sans toutefois oublier qu'elle ne peut de toute façon tout présenter sur le sujet.

1. Historique du lien émotion – cognition

a) De la Grèce Antique à la Renaissance

Dès l'Antiquité, le débat sur le lien possible entre l'émotion et la cognition semblait alimenter l'esprit des philosophes grecs (voir Houdé, Mazoyer et Tzourio-Mazoyer ; 2002). Aristote (384-322 av. J.-C.) donna le premier une importance aux émotions dans la pensée humaine. Sa théorie dite du cardio-centrisme plaçait le cœur comme étant le siège des facultés mentales et émotionnelles de l'Homme. L'explication de cette localisation aujourd'hui saugrenue demeurait dans la chaleur particulière du cœur, partie la plus chaude de l'organisme qu'Aristote opposait au cerveau considéré comme un organe froid. Aristote situant l'âme dans le cœur la classifiait en trois parties : la végétative, la sensitive et l'intellective (voir Channouf et Rouan ; 2002). Le lien émotion – cognition se retrouvait dans la théorie aristolicienne dans la prise de conscience que l'individu devait prendre de soi-même l'amenant à une connaissance sur le monde. La sensation sur un objet c'est-à-dire l'émotion ressentie utilisait ce passage pour exercer une modification de l'activité organique de l'être humain. La cause de la sensation n'était pas cependant seulement externe puisqu'elle dépendait également de l'activité interne des organes.

En opposition à Aristote, Platon (427-347 av. J.-C.) développa une théorie nommée cérebromentriste. S'inspirant des travaux d'Alcméon qui avait mis en évidence chez l'animal des « passages » sanguins entre les organes et le cerveau, Platon situe le siège de l'âme humaine dans le cerveau. Platon précise cette opinion dans le *Phédon* avec ces termes : « L'élément par lequel nous pensons serait-il le sang ? Ou l'air ? Ou le feu ? Ou bien il n'est aucun de ceux-ci, étant le cerveau, qui nous procure les sensations de l'ouïe, de la vue et de l'odorat ? Et de ceux-ci naissent la mémoire et l'opinion ? Puis de la mémoire et de l'opinion devenues stables, naît de la même manière la science ? ». La sensation dans la théorie de Platon n'est pas liée à une connaissance, une prise de conscience, comme pour Aristote. En effet, la sensation est innée et ne peut faire l'objet d'un effort de conscience car alors le malade connaîtrait mieux son mal que le médecin. Sur les notions de plaisir et de douleur, Platon cite également dans le *Phédon* (voir Burloud ; 1948, chap. VII) que le plaisir et la douleur ne sont pas deux pôles inverses mais se situent bien sur une même chaîne.

Outre l'opposition entre Aristote et Platon sur le siège de l'âme, nous pouvons donc noter également quant au lien émotion-cognition qu'il s'agit de deux visions différentes en termes d'inné et d'acquis. Dans le débat de la Grèce antique, il faut également citer Socrate (470-399 av. J.-C.) pour qui les émotions sont contrôlables par la pensée mais non par rapport à des mécanismes cognitifs comme nous le penserions à notre époque mais davantage par rapport à la morale. La société devrait donc régir les émotions pour Socrate ce qui témoignait quelque part de cette sorte d'appréhension face aux affects dans la philosophie grecque. Les théories s'ingéniaient à situer l'âme au niveau physiologique mais se gardaient d'entrer trop en avant dans le traitement des émotions de peur sans doute de leur caractère incontrôlable. Cette hypothèse est bien illustrée dans la théorie d'Hippocrate (460-377 av. J.-C.) plus connue pour son aspect éthique mais qui présente les passions (dans le sens d'émotions fortes non contrôlables) comme pouvant entraîner des pathologies du corps et du mental voire la mort.

La suite de l'étude des émotions dans l'histoire de la psychologie se fera dans la droite lignée des philosophes grecs sans réels changements épistémologiques.

Il faudra attendre le seizième siècle pour voir ressurgir un intérêt certain pour l'étude des émotions en reprenant l'effort de compréhension des philosophes grecs. La théorie de Gerolamo Cardan (1501-1576) dans la tradition des conceptions grecques, semble d'abord susciter une avancée dans le domaine des émotions. Il essaie de dégager une typologie entre le corps et l'âme. Pour Cardan, chaque propriété morphologique serait associée à différents vices humains, cette théorie étant quelque part l'avant-garde de la future phrénologie de Franz Joseph Gall (1758-1828). Concernant les passions, Cardan exprime que leurs effets organiques peuvent aller jusqu'à provoquer une mort soudaine, ce qui reprend l'idée d'Hippocrate. La véritable avancée dans le domaine de l'émotion va se situer avec la présentation de la théorie de René Descartes (1596-1660). La théorie cartésienne est surtout réputée pour son aspect du dualisme de la pensée mais nous nous intéresserons davantage à l'étude de Descartes sur les passions pouvant être résumée dans son traité : *Des passions de l'âme* (1650). Cet ouvrage de Descartes se veut davantage correspondre à une physiologie des passions plutôt qu'une visée philosophique. Dans son traité, Descartes distingue six émotions primitives : la joie, la tristesse, le désir, la haine, l'amour et l'admiration au sens de l'étonnement. L'emploi du mot « émotion » au sens entendu à l'heure actuelle est d'ailleurs attribué pour la première fois dans l'histoire de la psychologie à Descartes. Les émotions primitives peuvent selon Descartes amener des passions particulières qui sont des déclinaisons de ces émotions. La théorie cartésienne sur les émotions se veut principalement interactionniste au niveau du corps et de l'âme. L'âme produirait des facultés mentales par ce que Descartes nommait les « esprits animaux » présents dans les voies de transport du corps (nerfs, vaisseaux sanguins) tout entier. L'âme localisée par Descartes dans la glande pinéale provoquerait donc une émotion par le biais des « esprits animaux ».

L'âme synthétiserait alors des informations sur la provenance des « esprits animaux » (leurs vitesses, leurs directions,...) qui lui permettraient en retour de mouvoir la glande pinéale et ainsi de réorienter les « esprits animaux » dans différents endroits du corps. Ce cycle peut se répéter plusieurs fois. Le lien émotion – cognition est donc clairement établi dans le sens primat de l'âme (la cognition) régulant l'émotion mais avec cette idée de non-achèvement du cycle cognition – émotion. Bien entendu, nous résumons très fortement la visée de Descartes mais cette théorie est finalement encore très actuelle et a des retentissements dans les recherches contemporaines. La théorie de Descartes marque la fin d'une époque où l'étude de l'émotion se faisait sous une forte tradition philosophique, la continuité historique s'inscrira davantage sous un angle scientifique.

b) Après Descartes

L'approche scientifique des émotions débute réellement avec les travaux de Charles Darwin (1872) et son ouvrage traitant de l'aspect expressif des émotions chez l'Homme et l'animal. Conformément à sa théorie générale de l'évolution des espèces, Darwin défend l'idée que les expressions mimiques des émotions ont une grande part d'hérédité dans chacune des espèces. La visée de Darwin est bien entendue biologique et donc nous ne sommes pas encore en présence d'une théorie essentiellement psychologique mais elle a le mérite de se détacher des approches philosophiques. De plus, par ses observations, Darwin se place dans l'aspect expressif de manifestations émotionnelles mais pas encore dans l'aspect de relation entre l'émotion et la cognition. Néanmoins, la théorie de Darwin demeure le point de départ d'une nouvelle approche de l'émotion déclenchant le sensationnel essor de la recherche dans ce domaine des 19^{ème} et 20^{ème} siècles.

Dans cette période, il est possible d'établir une délimitation très nette entre une approche basée davantage sur l'aspect physiologique des émotions et une autre intellectualisant les émotions.

L'aspect physiologique est à entendre dans le sens des émotions comme primitives pouvant exister en-dehors de la cognition (voir Ribot ; 1896). Cette perspective était menée par le psychologue américain William James (1890) et l'anatomiste Carl Lange.

A l'opposé, nous trouvons la théorie dite « intellectualiste » menée par le philosophe Johann Friedrich Herbart considérant que les émotions sont totalement dépendantes de la connaissance et ne peuvent exister que par elle.

Débutons par la théorie de James – Lange dite « périphéraliste » qui présente les émotions comme l'expression directe du corps. Les auteurs avancent l'idée que les émotions ne sont pas déclenchées par la cognition mais plutôt qu'elles déclenchent la cognition. En d'autres termes, ce sont les manifestations périphériques qui déclenchent l'émotion elle-même. L'émotion serait donc la conséquence de réactions corporelles ou physiologiques et non plus la cause comme admis dans la science auparavant. Outre le caractère discutable de la thèse de James – Lange (voir une revue intéressante à ce sujet, Chazaud ; 2000), l'intérêt réside sans nul doute dans l'apport expérimental des travaux de recherche. La théorie pouvait être testée par la confrontation de sujets atteints de pathologie avec des sujets sains. James a réalisé ceci avec des patients atteints de lésions de la moelle épinière et présentant ainsi une paralysie partielle ou totale. Il a alors observé que l'atteinte dans les manifestations physiologiques due au handicap des patients affaiblissait en retour leur traitement émotionnel. La conclusion de James était que l'altération de l'émotion expliquait à elle seule cette hypothèse de réseau de traitement émotion – cognition. En raison du caractère contre-intuitif de cette théorie, nous pouvons inviter le lecteur à réfléchir à partir de cette phrase de James résumant bien sa visée : « Nous avons peur parce que nous constatons que nous tremblons » (et non l'inverse).

La réaction à cette théorie sur le plan physiologique s'est manifestée au début du 20^{ème} siècle par le physiologiste Walter Bradford Cannon (1914 ; 1922 ; 1927). Sa théorie dite « centraliste » défend la conviction inverse de James – Lange c'est-à-dire l'hypothèse des émotions ayant pour source le système nerveux central. A partir de l'expérimentation animale, Cannon a contredit méthodiquement la théorie de James-Lange en éliminant par ablation progressive le système nerveux sympathique (périphérique) et en confrontant à une émotion un animal opéré de la sorte avec un animal non opéré. Ses observations montrent que l'émotion est manifestée de manière identique pour les deux animaux. Par conséquent, ce n'est pas le système périphérique qui déclenche l'émotion mais une autre source. L'autre source est essentiellement le cortex d'où sont ordonnées les modifications corporelles. Les manifestations de l'organisme sont également plus réduites pour Cannon que pour James-Lange puisqu'elles sont le reflet d'une réaction d'alarme de fuite ou de combat. Ainsi, peu importe la multiplication des émotions puisque le primat des manifestations physiologiques reste le même. Comment alors dans la théorie de Cannon peut-on différencier les émotions ? Schachter (1959 ; 1964 ; cité par Mangard ; 2002) va répondre à cette objection avec sa théorie de « la double composante des états émotionnels ». Cette perspective s'appuie sur la notion « d'étiquetage cognitif » des émotions par les sujets eux-mêmes à partir de sensations somatiques. La première composante du système d'autoperception des émotions correspond à une phase d'éveil physiologique perçue par les sujets. La seconde composante en interaction avec la première va correspondre à une cognition, un « étiquetage cognitif » par rapport à l'éveil physiologique. L'excitation physiologique de la première composante de par son intensité va permettre aux sujets de différencier les différentes émotions en ayant recours également à d'autres connaissances de sujets et pas seulement en terme de cognition individuelle.

Les théories de James-Lange ou Cannon ont fait l'objet de nombreuses discussions et vives critiques par la suite parfois inattendue. Il est possible de citer Vygotski (2003) qui taxa la théorie de Cannon de réductionnisme biologique en énonçant qu'il n'existe pas de liaison univoque entre une émotion et son expression physiologique. Citons encore Freud (1924 ; cité par Vygotski ; 2003) pour qui James – Lange n'ont étudié que la pelure des émotions en délaissant le noyau le plus psychologique c'est-à-dire qu'ils se sont centrés sur l'aspect physiologique des émotions éludant la compréhension réelle de l'émotion en tant que telle. Le débat entre James-Lange et Cannon perdure encore à l'heure actuelle avec le concours de la modernisation de nouveaux paradigmes en psychologie. Prenons pour exemple l'étude de Cobos, Sanchez, Garcia, Vera et Vila (2002) qui ont contrasté deux groupes de sujets dans une étude utilisant le paradigme de vision d'images émotionnelles de Lang (1995). Les sujets étaient des adultes sains ou des patients atteints de lésions de la moelle épinière (SCI) auxquels on soumettait des images émotionnelles accompagnées d'un bruit blanc ou non tout en mesurant leurs manifestations physiologiques périphériques (fréquence cardiaque, réflexes et réponse électrodermale) et leurs jugements face aux stimuli. Les images émotionnelles étaient pré-testées comme étant neutres émotionnellement, plaisantes ou non plaisantes. Hormis pour la réponse électrodermale, les résultats indiquaient des manifestations périphériques et des jugements identiques pour les patients et les sujets sains face aux différents stimuli émotionnels dans cette étude. Des résultats similaires avaient été trouvés dans une étude de Birbaumer (2001 ; cité par Cobos et al. ; 2002) pour des patients atteints d'une paralysie totale (ALS : Amiotrophic Lateral Sclerosis) ou sur des sujets sains avec des émotions induites de natures différentes (voir Prkachin, Williams-Avery, Zwaal et Mills ; 1999).

Les conclusions de Cobos et al. (2002) énonçaient des possibilités pour les patients de pouvoir toujours éprouver des émotions au niveau subjectif, expérenciel et de ce fait, le traitement émotionnel semblait davantage impliquer des centres corticaux plutôt que des organes périphériques. Toutefois, il serait également possible d'exposer des travaux montrant le contraire.

Outre l'aspect physiologique des émotions, d'autres auteurs se sont davantage intéressés à l'implication psychologique des émotions dans la tradition des travaux de Herbart (cité par Ribot ; 1896). Pour Herbart, les états affectifs c'est-à-dire les émotions devaient être considérés comme secondaires par rapport à la cognition. Herbart parlait alors d'intelligence « confuse » dans le sens des émotions conçues comme des dérivations de l'intelligence, de la connaissance. L'état affectif ne peut alors apparaître qu'en raison d'une coexistence dans l'esprit d'idées compatibles ou incompatibles. Par rapport à une ligne de base de la cognition, Herbart imaginait l'état affectif comme une dissonance, une variation intense de cette ligne de base. Cette variation ne pouvait être dirigée que par l'intellect et l'émotion correspondait à la prise de conscience de cette variation. L'école allemande de pensée de Herbart a ainsi mis en exergue la pensée intellectuelle comme étant la condition sine qua non de la perception des émotions. Le psychologue autrichien Nahlowsky (cité par Burloud ; 1948) a précisé la théorie de Herbart. Une perception émotionnelle entre dans la conscience où elle va rencontrer d'autres représentations avec lesquelles elle va être en accord ou en désaccord. Ce réseau est identique à celui décrit par Herbart, mais Nahlowsky précise que l'accord entre les représentations va entraîner une accélération du « cours » des représentations alors que le désaccord aura pour conséquence un ralentissement. Lorsqu'un individu prendra conscience de ce changement de rythme, il éprouvera alors un sentiment. Le schéma présenté dans la théorie « intellectualiste » pourrait amener à trouver une étrange ressemblance avec le modèle d'inhibition au niveau du conflit d'idées présent dans la conscience.

En réalité, Herbart est également connu pour son apport dans le domaine de l'inhibition (voir Macmillan ; 1996). Il présentait la nécessité de l'inhibition pour expliquer l'élimination des idées mentales ne s'accordant pas hors de la conscience. Toutefois, il précise que ce sont les idées qui sont pourvues d'une énergie inhibitrice et donc il ne s'agit pas d'un mécanisme cognitif au sens où nous pourrions l'admettre.

L'opposition entre des théories « intellectualiste » et « physiologique » ne satisfait pas à toutes les explications. De ce fait, des théories permettant d'amalgamer les deux conceptions ont vu le jour.

La plus argumentée est sans doute celle proposée par Théodule Ribot (1896). Dans son ouvrage « *la psychologie des sentiments* », Ribot tente de contraster les théories physiologique et intellectualiste en répondant à des questions centrales pour définir ce que pourrait être réellement l'émotion. La première interrogation de Ribot concerne la primauté des modifications physiologiques pour ressentir l'émotion (théorie de James) ou à l'inverse la primauté de la prise de conscience (théorie intellectualiste). Ribot préfère alors parler de tendances comme élément premier dans la perception des émotions. Par ce terme, il entend un mouvement brusque ou un arrêt brusque dans la physiologie de l'individu qui va lui permettre ensuite d'accéder aux sentiments de plaisir ou de douleur. La primauté de l'émotion reste donc d'abord une modification physiologique entraînant un ressenti chez l'individu mais elle n'est pas le seul maillon de la chaîne de compréhension des émotions. D'ailleurs, Ribot insiste sur ce point en énonçant que les états émotionnels accompagnent logiquement les états intellectuels. Toutefois, Ribot n'exclut pas la possibilité d'existence d'une émotion seule. Par rapport au caractère endogène ou exogène des émotions, Ribot affirme que les sensations externes ont un rôle bien mince par rapport aux sensations internes.

Afin de préciser la perspective de Ribot, citons sa propre définition de l'émotion : « Pour nous, l'émotion est, dans l'ordre affectif, l'équivalent de la perception dans l'ordre intellectuel, un état complexe, synthétique qui se compose essentiellement : de mouvements produits ou arrêtés, de modifications organiques (dans la circulation, la respiration, etc...), d'un état de conscience agréable ou pénible ou mixte, propre à chaque émotion. Elle est un phénomène à apparition brusque et à durée limitée ; elle se rapporte toujours à la conservation de l'individu ou de l'espèce ; - directement pour les émotions primitives, indirectement pour les émotions dérivées. » (Ribot ; 1896 p.12). La définition de Ribot n'occulte donc aucune dimension puisqu'elle intègre à la fois la nécessité biologique mais également la nécessité psychologique. Ribot fait également référence à Darwin en précisant que les émotions sont un trait adaptatif d'une espèce. Ribot établit également une hiérarchie au sein des émotions : il parle d'émotions primitives et de sentiments supérieurs. Les émotions primitives (peur, colère, affection, l'amour-propre, émotion sexuelle auxquelles il est possible d'ajouter la joie et le chagrin) suivent un ordre de développement rigoureux chez l'enfant et sont irréductibles. Les émotions primitives apparaissent comme innées de par leur développement suivant un décours temporel bien déterminé. Jusqu'ici, il n'y a pas de divergence avec les théories classiques dans la mesure où toutes ont dressé un inventaire des émotions en cherchant à donner les plus primitives possibles. L'intérêt de la théorie de Ribot réside davantage dans la suite de sa hiérarchie des émotions. Ribot définit des sentiments d'ordre supérieurs qui vont se manifester au cours de la vie en fonction des représentations de chaque individu. Ainsi, les sentiments supérieurs seront inaccessibles dans leur intensité la plus forte à la plupart des Hommes puisqu'ils sont directement dépendants d'une connaissance, d'une représentation, dans un domaine. Un des sentiments supérieurs peut être celui du sentiment intellectuel c'est-à-dire « *les états affectifs, agréables, désagréables ou mixtes, qui accompagnent des opérations de l'intelligence* » (Ribot ; 1896 p.369).

Comme tous les états supérieurs, ce sentiment a une base primitive, une tendance qui est la curiosité, le besoin de connaître. Ribot pour exprimer sa hiérarchie dans les sentiments explique que la curiosité peut apparaître sous une forme basique avec le chien qui flaire un objet par exemple jusqu'à une forme des plus élaborées qui serait un savant faisant des découvertes.

Ribot dégage trois moments dans l'apparition du sentiment intellectuel : la surprise, l'étonnement et l'interrogation. La surprise consiste à une désadaptation, un choc qui va imprimer un mouvement de l'esprit, une transition entre deux états. Ribot cite alors des corrélats physiologiques avec cette première étape comme les sourcils relevés ou encore les yeux grands ouverts. Vient ensuite l'étonnement qui va correspondre à l'état stable permettant la réadaptation du sujet. L'étonnement va correspondre à une phase d'attention importante, sorte d'excitation de l'individu lui permettant d'accéder à la troisième phase : l'interrogation. L'interrogation va correspondre à une réflexion nécessaire pour intégrer l'objet de surprise à des perceptions ou représentations antérieures de l'individu. Le sentiment aura alors une intensité forte lorsque la représentation antérieure sera également forte.

La théorie de Ribot tente donc un amalgame entre la physiologie et la psychologie pour décrire le traitement émotionnel. Sur la nature du lien entre émotion-cognition, nous pouvons en déduire que ce lien est indivisible chez Ribot et que chaque élément est indispensable au traitement émotionnel. Outre cet aspect, Ribot préférait, pour le plaisir par exemple, définir les émotions contrastées comme étant des états successifs plutôt que des pôles strictement opposés. C'est ainsi qu'il a introduit la notion d'anhédonie pour définir le manque de plaisir et placer de ce fait le plaisir et la douleur dans une succession d'états et non dans un antagonisme.

D'autres auteurs ont critiqué cette omniscience du débat entre physiologie ou psychologie des émotions. Burloud (1948) souhaite par exemple introduire la notion de schèmes sentimentaux [l'ancêtre du schème affectif de Pascual – Leone (1987) ?] dans le traitement émotionnel. Chaque individu possède ses propres schèmes sentimentaux mais également des schèmes sentimentaux inhérents à l'espèce. Burloud (1948) entend par schème la même définition que celle donnée par Jean Piaget c'est-à-dire des actions répétables en des circonstances semblables. De ce fait, chaque émotion correspondrait à un schème avec par exemple la peur pouvant se retrouver dans un schème du *danger*.

Intéressons-nous également à la théorie de Georges Dumas découlant de ses études particulières sur le sourire. Dumas présente le sourire comme la manifestation marquée de la joie la plus accessible pour l'organisme en raison de l'extraordinaire flexibilité des muscles du visage. Cette conception en soi n'a rien d'originale puisqu'elle pourrait faire référence à des énoncés de James mais Dumas nuance l'expression de joie par la cognition. En réalité, pour Dumas, même si l'expression première de la joie reste le sourire, une joie intense se manifesterait par le biais de la cognition par une tension musculaire dans l'organisme entier. En raisonnant sur le lien émotion – cognition, Dumas préconise donc une réaction physiologique primaire pouvant être modulée par la cognition.

Plus proche de notre époque, il convient de citer deux approches importantes qui continuent d'apporter leur pierre à l'édifice de l'étude des émotions. Débutons par l'approche de Peter Lang (1979 ; 1993 ; 1994) qualifiée de « théorie hiérarchique des émotions ». Lang a mis au point une procédure expérimentale destinée à étudier les réactions d'un sujet face à des images émotionnelles ou imaginant des scènes émotionnelles du point de vue de son jugement affectif ou ses manifestations périphériques (fréquence cardiaque, électromyographie du visage, etc...). L'intérêt de l'approche de Lang réside dans l'articulation qui est faite entre une vision physiologique et une vision psychologique des émotions.

Le modèle de Lang présente les émotions comme dépendantes de dispositions d'actions déterminées par des circuits corticaux spécifiques. Ces réseaux sont localisés dans les structures corticales profondes et sous-corticales et sont étroitement liés à des systèmes motivationnels appelés « défensif » et « appétible » par Lang. L'activation de l'un des systèmes va alors occasionner une augmentation des manifestations physiologiques, comportementales et subjectives des émotions d'un individu. Ces manifestations sont régulées hiérarchiquement par des processus qui sont à la fois physiologiques et cognitifs. Par rapport au lien émotion – cognition, Lang préconise donc une simultanéité du physiologique et du cognitif pour accéder à la production d'émotions spécifiques.

Une autre approche contemporaine importante correspond à la perspective d'Antonio Damasio (1995) et son hypothèse des « marqueurs somatiques ». L'hypothèse de Damasio correspond à l'idée que l'émotion sera produite lorsqu'un individu aura pris conscience de modifications cérébrales et périphériques (vagues) causées par une situation particulière. Lorsque cette situation se présente à nouveau dans la vie du sujet, il pourrait alors mettre en place des représentations cognitives de l'image du corps (i.e. les modifications périphériques) lesquelles joueraient le rôle de « marqueurs somatiques ». Les « marqueurs somatiques » seraient donc des états du corps qui par apprentissage ou également de manière innée seraient adaptés à une situation favorable ou défavorable. Les cortex somatosensoriels et préfrontal en liaison avec les sites limbiques seraient responsables de l'activation des « marqueurs somatiques ». La théorie de Damasio correspond donc à une approche physiologique mais il ne commet pas l'erreur de James en mettant l'activité corticale en simultanéité avec l'activité périphérique. Au niveau du lien émotion – cognition, nous pourrions alors inférer que Damasio serait davantage en faveur de la cognition, mais par apprentissage, la cognition finalement se simplifierait.

Au terme de cet exposé, non exhaustif, des principales perspectives d'étude du lien émotion – cognition, nous ne pouvons clairement apporter une réponse définitive sur la nature de ce lien. Le débat reste entier entre partisans de la théorie physiologique et ceux de la théorie psychologique. De plus, l'abondance des travaux sur l'émotion et la cognition doit conduire les chercheurs à la plus grande prudence.

2. L'étude expérimentale du lien émotion – cognition

Outre l'aspect historique de l'étude du lien émotion – cognition, il semble que les paradigmes expérimentaux testant ce lien ait connu une avancée formidable. De la philosophie à l'imagerie cérébrale, cette évolution spectaculaire de l'étude des émotions a bien entendu contribué à l'évolution des théories. Passant du dogmatisme intuitif de la philosophie Antique au caractère plus objectif de l'imagerie cérébrale, l'évolution paradigmatique permet aujourd'hui de trouver des faits à peine soupçonnés auparavant (voir Houdé, Zago, Crivello, Moutier, Pineau, Mazoyer et Tzourio-Mazoyer ; 2001). L'objectif n'est pas ici de faire une description de toutes les méthodes étudiant l'émotion mais de présenter des études testées dans la partie expérimentale. Un classement des paradigmes liés à l'émotion est toutefois possible entre les expériences s'appuyant sur des traits de personnalité des sujets et les études induisant un état émotionnel spécifique chez le sujet.

- a) Les paradigmes s'appuyant sur des traits de personnalité : L'exemple particulier du Matching Familiar Figures de Kagan (1966)

L'ensemble des paradigmes testant les caractéristiques personnelles d'un individu permet aux chercheurs d'étudier des compétences cognitives et de les relier à des prototypes de personnalité différents selon les sujets.

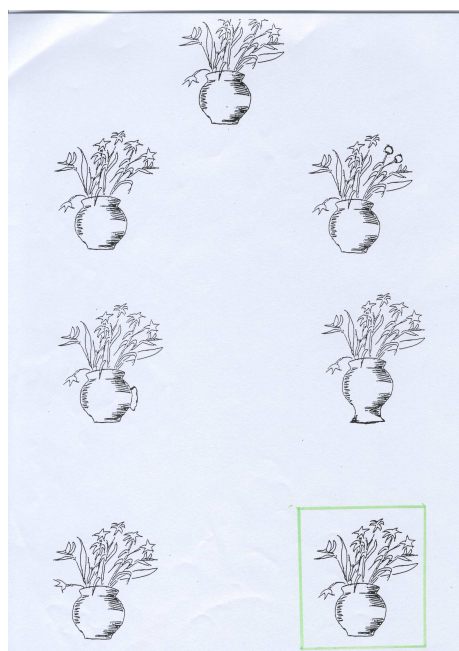
La visée d'une étude utilisant ce type de paradigme est également d'espérer une objectivité puisque les traits de personnalité d'un sujet sont inférés et non provoqués par un contexte expérimental spécifique. Classiquement, de telles études utilisent des échelles mesurant la personnalité d'un individu ou tout du moins un trait de personnalité spécifique. Toutefois, nous avons choisi de présenter ce type de paradigme à partir du test particulier du MFF (Matching Familiar Figures) mis au point par Jérôme Kagan en 1966 pour sa version finalisée.

Jérôme Kagan expliquait que les dimensions d'impulsivité et de réflexivité de la personnalité d'un sujet pouvaient avoir une influence directe sur la performance de résolution d'un problème. Kagan expliquait que la résolution d'un problème impliquait quatre phases distinctes : d'abord le décodage du problème, une seconde phase de choix d'une hypothèse pouvant résoudre le problème, une phase de test de l'hypothèse et enfin l'évaluation de l'exactitude de la solution apportée au problème. Les dimensions d'impulsivité ou de réflexivité d'un individu pouvaient alors avoir une influence directe sur la seconde et la dernière phase d'une résolution de problème. Le choix d'une hypothèse de résolution serait alors court-circuité par la dimension impulsive d'une personnalité et aurait pour répercussion l'inexactitude lors de l'évaluation de la bonne résolution d'un problème. Partant de cette hypothèse, Kagan souhaitait alors créer un outil destiné à mesurer cette part d'impulsivité – réflexivité dans la personnalité des sujets en se focalisant plus particulièrement sur les enfants, plus enclins à être sensibles à cette dimension. Kagan a pu montrer que ce test d'impulsivité – réflexivité permettant de scinder les enfants en deux catégories distinctes pouvait être mis en corrélation avec des performances différentes des groupes de sujets dans des tâches cognitives. Les dimensions d'impulsivité – réflexivité de la personnalité des enfants étaient mises en évidence par Kagan à l'aide des temps de réponses des sujets, c'est-à-dire en réalité des temps de décisions ainsi que par rapport à l'exactitude des réponses ou non.

Kagan formulait alors plusieurs hypothèses concernant les corrélations possibles entre la personnalité d'un sujet et ses performances cognitives avec notamment sa troisième hypothèse particulièrement intéressante sur le plan de l'émotion : « *Si l'anxiété de l'enfant envers une erreur possible est plus forte que son désir envers un succès rapide, il sera réflexif. Si cette anxiété envers l'action erronée est moins en relation avec son désir d'un succès rapide, il sera impulsif* » (Kagan ; 1966, p.18, notre traduction). Kagan énonçait également que ces dimensions de personnalité chez l'individu ne pouvaient avoir une influence sur la performance cognitive que dans le cas de tâches ayant des réponses incertaines avec une nécessité de sélection.

L'objectif de ce test était donc de pouvoir mesurer chez l'enfant la caractéristique personnelle d'impulsivité ou de réflexivité. Le matériel expérimental correspondait à douze planches qui étaient présentées à des enfants âgés de huit ans. Sur les planches, il y avait un modèle et six variantes disposées au-dessous du modèle (voir Fig. 1).

Figure 1 : Exemple d'une planche du test de **Kagan (1966)**



Seule une des variantes était strictement identique au modèle. Bien entendu, les dessins des variantes étaient tels qu'il était nécessaire de prêter attention à tous les dessins pour définir lequel était le même que le modèle. Les réponses des sujets étaient mesurées par rapport à leur exactitude ou non. En ajout, le temps de réponse des sujets était chronométré. A l'issue des résultats de tous les sujets, Kagan avait réalisé les calculs de médianes pour les temps de réponses et les scores de performances. Le caractère impulsif ou réflexif d'un sujet était alors déterminé en fonction de son appartenance à une partie en dessous de la médiane ou au-dessus pour les deux variables mesurées. Plus précisément, les enfants impulsifs étaient ceux dont les temps de réponses étaient en dessous de la médiane ainsi que leurs scores de performances. Les enfants réflexifs correspondaient aux patterns de réponses strictement inverses.

Suite à l'établissement de deux groupes de sujets distincts en termes d'impulsivité ou de réflexivité, Kagan a alors soumis les enfants à des tâches cognitives. Il s'agissait des échelles d'information et de vocabulaire du *WISC (Wechsler Intelligent Scale for Children ; 1949)* et d'une tâche d'apprentissage sériel. La tâche d'apprentissage sériel correspondait à des listes de mots entendus par un magnétophone, devant être rappelées à l'expérimentateur après l'écoute. Les résultats des expériences indiquaient clairement que le caractère impulsif d'un sujet dégradait sa performance dans la tâche d'apprentissage sériel. En revanche, il n'y avait pas de corrélations nettes entre la performance aux échelles du *WISC* et le caractère impulsif ou réflexif de la personnalité. Dans l'étude de Kagan, une caractéristique de la personnalité d'un sujet a donc une influence nette sur des performances cognitives. D'autres études ont cherché à tester ce lien entre la caractéristique personnelle d'impulsivité- réflexivité et des performances cognitives. Citons d'abord les travaux de Toner, Holstein et Hetherington (1977) destinés à mettre en relation les résultats du MFJ de Kagan (1966) avec une batterie d'épreuves mesurant le comportement régulateur de Soi et pouvant s'apparenter à des épreuves de fonctions exécutives.

Il s'agissait plus exactement d'une tâche d'inhibition motrice, d'une tâche avec un délai de gratification et d'une tâche de résistance à la tentation. La cohorte de sujets se composait de cinquante-cinq sujets âgés de trois à cinq ans. Il est à noter que le MFF proposé aux sujets était une version adaptée du test de Kagan c'est-à-dire ne comportant que dix items. Les résultats indiquaient une corrélation nette entre l'appartenance à l'impulsivité ou la réflexivité mesurée par le MFF des sujets et leurs performances sur toutes les tâches. Plus précisément, il était montré que le caractère impulsif d'un enfant détériorait sa performance aux tâches de contrôle de Soi.

Une autre étude intéressante par rapport aux applications du MFF de Kagan est celle de Barstis et Leroy (1977). Les auteurs cherchaient à démontrer qu'il était nécessaire d'ajouter de nouvelles catégories au test de Kagan (1966).

En effet, la dichotomie impulsif – réflexif n'étant pas totalement satisfaisante, Barstis et Leroy ont ajouté les catégories de « rapide-exacts » et « lent-inexacts ». Les catégories impulsif et réflexif demeurent inchangées par rapport à Kagan (1966). La catégorie « rapide-exacts » correspond aux sujets qui répondent en dessous de la médiane pour leurs temps de réponses mais au-dessus de la médiane pour leurs scores de performances montrant ainsi une certaine exactitude dans leurs réponses. La catégorie « lent-inexacts » est quant à elle, la part des sujets qui répondent au-dessus de la médiane pour leurs temps de réponses et en dessous de la médiane des scores de performances montrant ainsi une inexactitude dans leurs réponses. L'étude de Barstis et Leroy, pour des enfants de cinq à huit ans, reprend la procédure de Kagan (1966) avec le même nombre d'items mais ils ajoutent d'autres conditions. Dans une condition, ils précisent à l'enfant qu'il faut être très exact dans leurs réponses, dans une autre condition, il faut aller le plus vite possible et enfin une ultime condition où il est dit à l'enfant de faire vraiment de son mieux pour gagner une compétition.

L'objectif des différentes conditions est d'étudier la possibilité pour les enfants de changer de profil en fonction de la consigne donnée. Parallèlement à cela, les auteurs proposent aux enfants une expérience classique de conservation du nombre selon le modèle de Piaget (1941a). La population de l'expérience est scindée en deux groupes d'âges distincts c'est-à-dire les sujets de cinq à six ans et les sujets de sept à huit ans. Les résultats permettent de montrer qu'il y a une association forte entre le « tempo » cognitif réfléchi et la performance à l'épreuve de conservation pour les enfants les plus jeunes. La caractéristique personnelle de réflexivité fournit en effet le plus fort pourcentage d'enfant ayant la compétence de conservation ou étant en train de l'acquérir. Pour les enfants plus âgés, les meilleures performances de conservation sont également celles du groupe d'enfants réfléchis. Les auteurs concluent que le caractère réflexif peut faciliter l'acquisition de la conservation mais qu'il ne faut en aucun cas le considérer comme un pré-requis.

Concernant l'autre aspect de l'expérience, c'est-à-dire la flexibilité possible à changer sa caractéristique personnelle en fonction de la consigne donnée dans la tâche, l'hypothèse des auteurs se vérifie encore. Les auteurs supposaient que les enfants réfléchis ne pourraient adapter leur temps de réponses dans la condition de vitesse et les résultats leur donnent raison. La flexibilité de changement de profil ne s'effectue donc pas de la même manière pour les enfants à profil réfléchis et tous les autres.

Les études montrent donc un intérêt certain par rapport au modèle d'inhibition. En effet, puisque le MFF permettant de déterminer un profil réflexif ou impulsif chez l'enfant semble lié très étroitement à la performance sur des tâches cognitives avec qui plus est une sélection nécessaire, pourquoi ne pas imaginer une incidence de ce profil sur l'inhibition ? D'ailleurs Toner et al. (1977) ne montrent-ils pas des résultats reliant le contrôle exécutif et l'impulsivité – réflexivité ? Nous reviendrons donc au test de Kagan (1966) dans notre partie expérimentale afin de tester un lien possible entre inhibition et impulsivité – réflexivité.

- b) Les paradigmes induisant un état émotionnel : La controverse de Mehler et Bever (1967) avec Piaget (1941a)

A l'opposé des paradigmes utilisant les caractéristiques émotionnelles intrinsèques des sujets, nous trouvons les expériences induisant le sujet dans un certain état émotionnel grâce à un matériel atypique ou une procédure particulière. La palette des paradigmes utilisant ce procédé semble plus vaste que pour l'autre type de paradigme puisque le chercheur peut puiser dans des études s'étendant de l'hypnose au Stroop (1935) émotionnel.

Il est vrai que la profusion des recherches est à mettre davantage sur le compte des études utilisant le Stroop émotionnel. Il s'agit simplement de reprendre le test classique du Stroop et de changer le matériel pour induire un état émotionnel particulier chez le sujet (voir pour un article illustratif : Waters, Sayette et Wertz ; 2003). Nous avons choisi de présenter un exemple de ce type de paradigme avec l'expérience très controversée de Mehler et Bever (1967). Les auteurs affirmaient que la compétence de conservation du nombre était présente dès l'âge de trois ans chez l'enfant. Dans leur expérience, Mehler et Bever induisaient un état émotionnel particulier chez l'enfant en remplaçant les jetons classiques de Piaget (1941a) par des bonbons unicolores de petite taille. L'expérience était destinée à des enfants de deux ans et demi jusqu'à sept ans. Présentons l'expérience en détail. Comme dans la procédure de Piaget (1941a), l'expérimentateur constituait une ligne de quatre jetons ou bonbons et demandait à l'enfant de faire la même ligne. Ensuite, l'expérimentateur effectue une transformation pour qu'il y ait six jetons ou bonbons dans une ligne en regard de la ligne - témoin de quatre éléments. L'expérimentateur demande alors à l'enfant de désigner la ligne où il y a plus d'éléments s'il s'agit de jetons ou la ligne qu'il souhaiterait manger le plus s'il s'agit de bonbons. La ligne - test correspond donc dans tous les cas à celle qui comporte le plus d'éléments.

Simplement, dans une situation elle est plus longue que la ligne – témoin et dans une autre, elle est plus courte. La preuve d'une notion de conservation chez l'enfant serait alors, selon Mehler et Bever, la capacité de l'enfant à désigner la ligne - test comme ayant le plus d'éléments dans le cas où elle est plus courte que la ligne – témoin. Les résultats indiquent que les enfants de trois ans ont cette capacité et Mehler et Bever énoncent que l'enfant a une notion de conservation avant celle indiquée par Piaget (1941a) c'est-à-dire dès trois ans. D'emblée, un problème important se pose dans l'expérience de Mehler et Bever, celui du concept même étudié c'est-à-dire la conservation. Piaget (In Piaget et Fraise ; 1969, p.135) répondra très justement à Mehler et Bever en indiquant qu'il ne s'agissait pas de conservation dans leur épreuve.

En effet, par définition, l'ajout ou le retrait d'éléments entre la phase initiale et la phase - test comme dans Mehler et Bever enlève tout son sens à la définition du concept de conservation. L'enfant ne peut pas concevoir l'invariance d'une quantité d'éléments en dépit de transformations spatiales quand justement la quantité varie ! Cependant, Mehler et Bever avaient totalement raison sur leur procédure d'induction émotionnelle. L'ajout et le retrait d'éléments étaient nécessaires dans leur perspective à la création d'un véritable enjeu émotionnel dans l'expérience de conservation. Simplement, leur expérience ne peut fort logiquement être intégrée au champ d'étude de la conservation. Toutefois, l'idée d'une implication émotionnelle dans la compétence de conservation reste tout à fait possible. Bizarrement, les recherches ultérieures n'ont pas réellement persévéré dans cette voie en testant le concept de conservation exact avec une induction émotionnelle. Nous tenterons de lever cette objection dans notre partie expérimentale. Il convient tout de même de souligner l'effort réalisé par Inhelder, Sinclair et Bovet (1974) qui dans l'expérience de conservation de la substance de Piaget(1941b) ont ajouté le terme « Manger » à la question de conservation.

La question posée à l'enfant devenait alors « Y'a t'il plus à manger pour toi ou pour moi de pâte ? ». Leurs résultats n'indiquaient pas de précocité de la conservation chez les enfants mais il est possible de mettre la pertinence de l'induction émotionnelle. Les auteurs n'ont en effet pas changé le matériel de l'expérience et donc l'enfant n'aimant pas a priori la pâte à modeler n'a pas fait clairement d'expérience émotionnelle contrairement à ce qui était proposé par Mehler et Bever (1967). Nous tenterons également de lever cette objection dans notre partie expérimentale par l'utilisation d'un matériel réellement inducteur d'une émotion.

c) De l'anhédonie à l'hédonie

Outre les deux types de paradigmes précédemment cités, il existe une manière différente d'étudier l'émotion dans la tradition de la psychologie, c'est-à-dire par le biais de la pathologie.

La pertinence de cette méthode a pu être démontrée grâce notamment à la méthode anatomo-clinique qui expliquait le fonctionnement cérébral par la dissection post-mortem de patients atteints d'un dysfonctionnement cognitif relié a posteriori à une aire corticale lésée.

De la même manière, la psychologie pour étudier le plaisir cherche à étudier l'absence ou la diminution de plaisir c'est-à-dire l'anhédonie. Ribot (1896) fût le premier dans « *la psychologie des sentiments* » (ouvrage cité plus haut) à utiliser le terme d'anhédonie pour caractériser un manque de plaisir. Les travaux de ses contemporains présentaient davantage le plaisir comme une absence de douleur. Ribot préféra employer le terme anhédonie car pour lui le plaisir était davantage dans une succession d'états avec la douleur plutôt que dans un antagonisme. Une autre observation de Ribot est que si la douleur est très étudiée, le plaisir l'est beaucoup moins.

Ceci tient au fait que les recherches du 19^{ème} siècle considéraient le plaisir comme une énergie modérée et donc pas comme un état en tant que tel mais plutôt comme une sensation. Or pour Ribot, le plaisir ne tient à une certaine quantité d'excitation mais au caractère intellectuel qui est accordé à une sensation. Ainsi, le plaisir serait d'abord une sensation, un état présentatif (en citant Herbert Spencer) puis deviendrait par la représentation reliée à cette sensation, un sentiment, fort pouvant exister par lui-même. Le sentiment le plus fort n'était-il pas d'ailleurs le sentiment intellectuel pour Ribot ? Cette perspective était quelque part révolutionnaire puisque le plaisir et la douleur pouvaient enfin être considérés comme une succession, sous un aspect dimensionnel et non plus catégorisés comme deux états bi-polaires.

Toutefois, il est vrai que l'anhédonie est également un trait particulier qui apparaît dans plusieurs maladies mentales. La science a donc fait une distinction entre une anhédonie – état qui va correspondre à un symptôme d'une maladie et une anhédonie – trait (voir Loas et Pierson ; 1989) qui constitue un trait de personnalité chez un individu sain (pour cette nécessité de considérer l'individu sous l'aspect dimensionnel du normal au pathologique, voir l'ouvrage de Roland Jouvent ; 2000).

Emile Kraepelin (1913 ; cité par Chapman, Chapman et Raulin ; 1976) fût le premier à citer l'anhédonie comme un symptôme de la schizophrénie. Klein (1974) présenta dans la dépression « endogénomorphe » l'anhédonie comme en étant le symptôme fondamental. L'anhédonie étant avérée comme un symptôme clinique, l'objectif des chercheurs était donc de pouvoir mesurer cette caractéristique chez un patient. Le premier outil abouti sur la question peut être attribué à Chapman et al. (1976) (voir aussi Chapman et Chapman ; 1978) grâce à leurs échelles d'anhédonie physique et d'anhédonie sociale. Les échelles permettaient de mesurer la capacité à éprouver du plaisir à partir d'énoncés regroupés comme étant du plaisir « physique » (40 items puis 21 de plus en 1978) ou du plaisir « social » (48 items).

L'expérience s'adressait à des sujets adultes « sains » ainsi qu'à des patients atteints de schizophrénie. Les réponses des sujets face aux énoncés étaient mesurées par un format de type « Vrai – Faux » en raison des essais malheureux obtenus dans le passé par des recherches utilisant des échelles de Likert avec des patients schizophréniques. D'autres aspects comme la désidérabilité sociale ont été étudiés mais nous ne les présenterons pas car ils n'ont pas un intérêt direct avec notre perspective. Les énoncés de type plaisir « physique » correspondaient à une sensation non sociale liée très fortement au sensoriel avec par exemple : « J'ai toujours aimé avoir un massage du dos ». Les énoncés de type plaisir « social » représentent des plaisirs liés à des relations inter-personnelles avec par exemple : « Etre ensemble avec de vieux amis a toujours été un de mes plus grands plaisirs ». Les sujets devaient donc dire si les énoncés présentés étaient « vrai » ou « faux » par rapport à leurs cas personnels. Les résultats ont montré que les sujets schizophréniques étaient plus anhédoniques que les sujets « sains » dans les deux échelles. Un autre résultat intéressant était que l'échelle d'anhédonie sociale présentait une distribution des scores de tous les sujets plus importante que pour l'échelle d'anhédonie physique. L'échelle d'anhédonie physique a depuis été traduite (voir Loas ; 1993) et ré-ajustée en fonction des scores-seuils nécessaires au dépistage de l'anhédonie chez le sujet sain (voir Loas, Dubal et Pierson ; 1996).

L'existence de l'anhédonie peut être perçue également chez le sujet sain en dehors de toute pathologie avérée, il s'agit simplement d'une capacité moindre à éprouver du plaisir par rapport à une norme. Il est alors possible de rejoindre la définition de Ribot (1896) pour qui l'anhédonie est à considérer sous un aspect dimensionnel.

Le fonctionnement cognitif des sujets dits anhédoniques sans tenir compte de l'anhédonie – trait ou l'anhédonie – état a été étudié.

Dubal, Pierson et Jouvent (2000) font une synthèse des résultats portant sur la question et concluent que les sujets anhédoniques ont des processus d'organisation perceptifs intacts mais que des déficits apparaîtraient lorsque la tâche demanderait d'importantes ressources attentionnelles. Les auteurs appuient leur idée sur la passation d'une tâche d'attention sélective mise au point par Eriksen et Eriksen (1974). Inspirée du test du Stroop (1935), la tâche de Eriksen et Eriksen (1974) consiste à demander au sujet d'identifier un élément sur un écran (par exemple la lettre N). Les présentations sont ensuite organisées de telle manière que l'élément cible peut être accompagné d'éléments congruents (NNNNN) ou d'éléments non congruents (HHNHH). L'expérience mesurait les temps de réponses des sujets face aux stimuli ainsi que des données corticales mesurées par électroencéphalogramme. L'effet Stroop ou l'effet d'interférence était alors mesuré entre les conditions congruentes et non congruentes. Les résultats indiquaient des temps de réponses plus longs pour les sujets anhédoniques par rapport aux sujets « normaux » dans tous les cas. L'effet d'interférence était obtenu pour tous les sujets dans le sens où ils mettaient plus de temps à répondre en condition non congruente qu'en condition congruente. Par contre, et c'est là le fait important, une analyse d'interaction entre la condition et le type de sujet a montré que les sujets anhédoniques étaient moins sensibles à l'interférence que les sujets « normaux ». Ainsi, il était possible d'inférer que les sujets anhédoniques allouaient moins de ressources attentionnelles à la tâche expliquant cet effet moindre de l'interférence sur leurs temps de réponses entre les deux conditions.

Les données électrophysiologiques montraient quant à elles une diminution de l'amplitude de l'onde cérébrale appelée P300 chez les sujets anhédoniques. L'onde P300 nommée ainsi car elle survient près de 300ms après la présentation d'un stimulus est particulièrement connue pour impliquer l'allocation de ressources attentionnelles. Ces données physiologiques sont donc bien en adéquation avec les résultats chronométriques observés par les auteurs.

Les résultats de cette étude peuvent également être interprétés par la théorie de John Hughling Jackson, père fondateur de la neurologie moderne. La théorie de Jackson dont les écrits les plus illustratifs datent de 1876 (voir James Taylor ; 1932, cité par Siéoff ; 2004) établit une hiérarchie fonctionnelle dans le système nerveux.

Plus précisément, le système nerveux comprendrait trois niveaux du réflexe au contrôle de l'organisme avec pour chacun des niveaux des localisations précises. Le niveau de contrôle se situerait ainsi dans le cortex préfrontal. Jackson travaillait essentiellement avec des patients atteints de lésion cérébrale mais sa perspective fût reprise ensuite par Henri Ey (1975) avec sa perspective « *organodynamique* » pour l'appliquer à l'ensemble des troubles psychiatriques. Jackson expliquait que dans toute maladie provoquée par des lésions cérébrales, il y avait des troubles négatifs et des troubles positifs. Les troubles négatifs correspondaient à la lésion de la structure nerveuse et les troubles positifs se déclenchaient par la libération des structures sous-jacentes jusque-là inhibées par la structure nerveuse lésée. Henri Ey reprenait cette conception en ajoutant que dans toute maladie mentale, il y avait un aspect négatif qui était la déstructuration de conscience et un aspect positif correspondant à la désinhibition des structures plus archaïques du système nerveux libérant ainsi l'inconscient. S'il était pris pour base cette conception « jacksonienne » ou « néo-jacksonienne », nous pourrions alors inférer des résultats de Dubal et al. (2000) l'idée que l'anhédonie outre son aspect négatif de la diminution du plaisir conduit à une levée de l'inhibition opérée par le cortex préfrontal, niveau le plus élevé de la théorie hiérarchique fonctionnelle, se traduisant ainsi positivement dans des tâches de sélection avec une interférence. La diminution de l'onde P300 dans les résultats de Dubal et al. (2000) pourrait donc s'expliquer par la levée d'inhibition opérée par le cortex préfrontal. Cette hypothèse est particulièrement intéressante pour notre modèle théorique d'inhibition.

Cette question pourrait nous intéresser quant à la problématique du modèle d'inhibition puisqu'il serait possible d'imaginer qu'un trait anhédonique chez un sujet pourrait amoindrir un effet d'interférence dans des tâches d'amorçage négatif comme celle de Houdé et Guichart (2001). Nous reviendrons sur cette question dans notre partie expérimentale.

Il faut cependant revenir sur la problématique propre de l'anhédonie pour expliquer que toutes ces études s'adressent à l'adulte. Qu'en est-il de l'anhédonie chez l'enfant ?

En effet, cherchant plus en avant à étudier l'interaction entre l'inhibition et l'hédonie chez l'enfant, comment l'anhédonie est-elle alors étudiée pour les enfants ? Il n'existe en réalité qu'une seule étude sur la question avec l'échelle de plaisir pour enfants (PSC : Pleasure Scale for Children) mise au point par Kazdin (1989) et traduite en français par Perot, Loas, Dolhem, Chopin, Boudaille, Mille et Piussan (1999) sous le nom d'EPE (Echelle de Plaisir pour Enfants). Cette échelle était destinée à mesurer l'anhédonie chez l'enfant de six à treize ans. Comme pour Chapman et al. (1976), des énoncés étaient proposés à l'enfant qui devaient répondre si cela le rendrait ; « très heureux », « heureux » ou « indifférent ». Pour aider l'enfant, les énoncés étaient accompagnés de petits visages (Smyleys) exprimant les degrés de cotation. L'échelle étudiait trois types de plaisirs : le plaisir physique, le plaisir social et une catégorie impliquant les autres types de plaisirs.

Les énoncés étaient similaires à l'échelle de Chapman et al. (1976) mais bien entendu adaptés à l'enfant. La validation de cette échelle a montré des scores importants d'anhédonie chez les enfants présentant par ailleurs des troubles d'ordre dépressifs. L'échelle était donc sensible à l'anhédonie chez l'enfant mais permettait également de distinguer des scores d'hédonie différents sans pour autant parler de déficit hédonique important. Outre cette échelle qui a une réputation incontestable, il n'a pas été tenté de recherche mettant en relation l'anhédonie avec le fonctionnement cognitif chez l'enfant.

Pourtant, il est possible d'imaginer que comme chez l'adulte (Dubal et al. ; 2000), l'anhédonie chez l'enfant pourrait avoir des répercussions sur ses capacités attentionnelles. Nous chercherons donc dans notre partie expérimentale à tester ce lien éventuel entre l'hédonie et le fonctionnement cognitif à partir de nos tâches de chronométrie mentale.

INHIBITION ET EMOTION :
SYNTHESE DES QUESTIONS ET PRESENTATION DES CONTRIBUTIONS
EXPERIMENTALES

Les objectifs de cette thèse sont de contribuer à la modélisation de la conception du développement cognitif comme dépendant du mécanisme d'inhibition telle que la défend Olivier Houdé (1995) ainsi qu'au domaine d'étude spécifique de l'émotion.

Comme il a été montré dans le chapitre 1 à travers l'exemple particulier du développement du principe de conservation, selon les conceptions, l'explication de résultats expérimentaux peut être différente. Jean Piaget (1941a ; 1941b) explique que le principe de conservation est dépendant d'un développement opératoire de l'individu et qu'ainsi concevoir l'invariance d'une quantité nécessite la combinaison d'opérations mentales. Plus particulièrement dans la conservation du nombre, l'enfant doit faire preuve d'un raisonnement logico-mathématique qui n'est pas abouti avant sept ans chez l'enfant selon Piaget (1941a). Toutefois, des faits expérimentaux contradictoires montrent des capacités numériques présentes dès l'âge de quatre-cinq mois chez le nourrisson (i.e. Wynn ; 1992). Ainsi, l'erreur de conservation persévérant jusqu'à l'âge de sept ans chez l'enfant ne peut être expliquée par l'absence d'un raisonnement mathématique. Franck Dempster (1992 ; 1995) propose alors une hypothèse basée sur le processus d'inhibition qui serait responsable de l'échec tardif des enfants à cette tâche de conservation en dépit d'un raisonnement mathématique abouti. Nous aurions pu également expliquer cet échec tardif par le modèle de Juan Pascual-Leone (1987) pour qui la programmation exécutive de schèmes est au centre du développement cognitif. Cependant, l'importance du processus de sélection n'est pas si prégnante dans ce modèle « néo-structuraliste » que pour le modèle d'inhibition défendu par Olivier Houdé (1995) et des auteurs nord-américains (voir Neill et al. ; 1995).

De plus, des données expérimentales récentes obtenues par le paradigme d'amorçage négatif montrent qu'il est effectivement plus important de concevoir la tâche de conservation comme impliquant un schème trompeur devant être inhibé avant l'activation d'une réponse appropriée (i.e. Houdé et Guichart ; 2001). La stratégie heuristique de la longueur égale au nombre est alors en l'occurrence la stratégie trompeuse dans la conservation du nombre, et plus qu'un raisonnement mathématique il importe davantage que l'enfant sache inhiber cette stratégie pour réussir la tâche. Notre souhait était donc de poursuivre ces investigations à l'aide de la même méthodologie dans la conservation du nombre mais également dans d'autres tâches de conservation puisque dans l'ensemble des tâches piagésiennes, il existe toujours un schème trompeur synonyme d'interférence devant être inhibé par le sujet. Ainsi, la conservation des longueurs comprend une stratégie trompeuse du nombre d'éléments égal à la longueur totale et la conservation du poids comporte le piège du nombre d'éléments égal au poids total. Ces deux types de conservations seront abordés dans la partie expérimentale.

Le second chapitre présente l'apport de la neuropsychologie au domaine d'étude de l'inhibition par le biais des épreuves de fonctions exécutives. Les fonctions exécutives concernent des processus de contrôle lors de l'exécution d'une tâche. La question posée alors est la suivante : Est-ce que le processus de contrôle, c'est-à-dire l'inhibition, est commun à toutes les fonctions exécutives ou est-il différent selon le type de tâche ? Davantage, selon l'idée de Houdé (2000) est-ce que le processus d'inhibition est « *age-and-domain-specific* » ou un processus général ? La présentation des différentes épreuves apporte l'idée que des processus différents sont impliqués dans les tâches du Go / No-Go (Donders ; 1969 ; 1868), du Day / Night (Gerstadt et al. ; 1994) ou de la Main / Bougie (Titaëvski ; 2000), la partie expérimentale permet alors de confronter les différents processus pour déterminer s'il existe des ressemblances ou non.

L'intérêt secondaire est de confronter ces processus d'inhibition exécutifs avec les processus d'inhibition normalement impliqués dans les tâches de conservation piagésiennes. Les résultats permettront de répondre à l'hypothèse de l'inhibition comme « *age-and-domain-specific* ».

Le chapitre 3 aborde l'étude de l'émotion chez l'homme et plus particulièrement l'interaction existante entre la cognition et l'émotion. Il a été présenté des données concernant un trait de personnalité particulier d'impulsivité ou de réflexivité chez l'enfant mesuré à l'aide du test de Kagan (1966) et pouvant être mis en relation avec des compétences cognitives. Kagan avait montré des performances cognitives moindres en raison du caractère impulsif d'une personnalité chez l'enfant. Nous utiliserons donc cet outil dans la partie expérimentale afin de tester un lien éventuel entre la caractéristique personnelle d'impulsivité et un défaut d'inhibition dans une tâche de conservation. Un autre point abordé dans le chapitre 3 fait état de la controverse existante entre des données de Mehler et Bever (1967) et les données classiques de Piaget (1941a). Les auteurs montraient que lorsqu'un enjeu émotionnel était créé dans une tâche de conservation du nombre, les performances des enfants à cette tâche était plus précoce. Piaget (1969) répondait à cette objection en expliquant que la tâche de Mehler et Bever (1967) ne mesurait pas une compétence de conservation et ne contredisait donc pas ses résultats. Curieusement, ce débat n'a pas fait l'objet d'études ultérieures impliquant un enjeu émotionnel et reprenant strictement les procédures des épreuves de conservation. Notre objectif sera donc de clarifier ce point dans notre partie expérimentale. Dans un dernier point, le chapitre 3 présentait l'étude particulière de l'anhédonie, c'est-à-dire l'absence ou le manque de plaisir chez l'être humain. Nous avons dans un premier temps montrer que le plaisir devait être davantage envisagé sous un aspect dimensionnel et non sous un aspect bi-polaire avec la douleur comme l'avait auparavant énoncé Théodule Ribot (1896).

Ensuite, la présentation des contributions expérimentales marquantes dans l'étude de l'anhédonie a révélé une interaction possible entre l'anhédonie et l'inhibition.

L'étude de Dubal et al. (2000) montre en effet que des sujets anhédoniques (dans le sens de moins hédoniques par rapport à une moyenne) présentaient une sensibilité aux interférences plus faibles que les autres sujets et par conséquent réussissaient davantage des tâches impliquant justement une interférence. Nous souhaitons alors poursuivre un double-objectif dans notre partie expérimentale : d'une part, la construction d'un nouvel outil adapté aux enfants et se référant davantage à l'hédonie visuelle (selon l'idée du paradigme de Lang 1979 ; 1993) et d'autre part, la mise en relation de l'hédonie avec l'inhibition normalement impliquée dans les tâches de conservation. Nous postulons alors que les résultats de Dubal et al. (2000) obtenus sur des adultes pourraient être similaires à ceux obtenus sur des enfants.

La partie expérimentale s'organisera selon quatre chapitres correspondant à plusieurs questions distinctes émanant de nos interrogations théoriques.

Le chapitre 4 présentera une étude réalisée sur 96 enfants âgés de trois à six ans. Le double objectif dans cette recherche est de tester l'hypothèse de l'inhibition comme « *age-and-domain-specific* » (i.e. Houdé ; 2000) et d'apporter une réponse à la controverse opposant Mehler et Bever (1967) à Piaget (1941a).

Le chapitre 5 correspond à une étude portant sur 700 sujets de l'enfance à l'âge adulte et reprenant la procédure de chronométrie mentale mise au point par Houdé et Guichart (2001). L'objectif est de répliquer les résultats montrant que l'inhibition est le processus principal impliqué dans la tâche de conservation du nombre. Cette étude présente également des données obtenues à l'aide du test de Kagan et mises en relation avec les résultats de chronométrie mentale. Il est ainsi tester l'idée que l'impulsivité chez un sujet peut entraîner une inhibition moindre que chez les sujets à caractère réflexif.

Le chapitre 6 correspond à l'extension de la procédure de Houdé et Guichart (2001) sur les tâches de conservation des longueurs et du poids. La population pour cette étude est de 873 sujets au total de l'enfance à l'âge adulte.

Le chapitre 7 présente le test d'hédonie visuelle destiné à des enfants de six à douze ans. 228 sujets ont participé à cette expérience. L'objectif est de confirmer la dichotomie entre un plaisir de type « social » et de type « physique » comme chez l'adulte. Les données de cette étude sont ensuite mises en relation avec les résultats des mêmes sujets aux épreuves de chronométrie mentale.

Les quatre recherches de la partie expérimentale permettront ainsi de répondre à l'hypothèse de l'inhibition comme « *age-and-domain-specific* », à l'hypothèse de la présence d'inhibition dans les tâches de conservation et enfin de souligner un lien éventuel entre inhibition et émotion par le biais de l'hédonie visuelle.

PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE IV

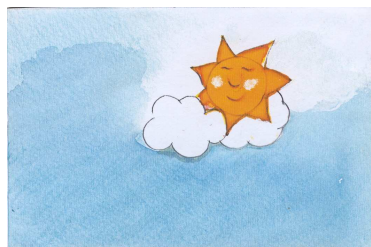
FONCTIONS EXECUTIVES ET CONSERVATION CHEZ DES JEUNES ENFANTS

1. Position du problème

Les travaux présentés dans le chapitre 1 mettent en évidence l'importance qui doit maintenant être accordée dans la recherche à la place des processus d'inhibition dans le développement cognitif.

L'étude des fonctions exécutives chez l'être humain permet de déterminer des compétences exécutives d'inhibition. Les diverses épreuves sont constituées de telle manière, qu'elles testent un certain type de performance exécutive (voir chapitre 2). Dans notre étude, nous nous sommes intéressés à trois types de processus différents. L'étude de l'inhibition langagière / sémantique à l'aide de l'épreuve du Day / Night, l'inhibition motrice avec la tâche Go / No-Go et enfin l'étude d'une inhibition qui serait de type sémantique (de l'action) ou encore perceptivo-motrice avec la tâche originale de Main / Bougie.

La tâche de conflit verbal du Day / Night, adaptée aux enfants par Gerstadt, Hong et Diamond (1994), comprend deux conditions. Une condition – contrôle où le sujet doit par rapport à seize cartes (huit de chaque catégorie) dire « jour » lorsque la carte matérialise le jour et dire « nuit » lorsqu'il s'agit de la nuit.



Carte « jour »



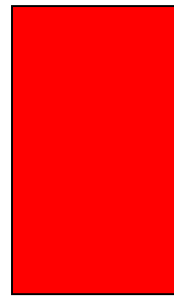
Carte « nuit »

Une condition – test correspondant à la condition d’inhibition, c’est-à-dire où le sujet doit inhiber la consigne de la condition – contrôle en énonçant « jour » face à une carte nuit et « nuit » face à une carte jour. Cette tâche mesure une inhibition de type sémantique.

La tâche Go / No – Go (Donders ; 1969,1868) est plus connue en psychologie cognitive. Beaucoup de déclinaisons de cette tâche ont été réalisées mais le principe fondamental d’inhibition d’un acte moteur reste le même. Pour notre expérience, nous avons choisi un format de cartes s’assurant ainsi que l’enfant ne sera pas perturbé par un changement de matériel dans les épreuves de fonctions exécutives. Le matériel de l’expérience comprend seize cartes avec huit rouges et huit bleues. Il n’y a qu’une condition dans cette expérience et la consigne consiste à taper sur les cartes bleues et ne pas taper sur les cartes rouges.



Carte « Go »



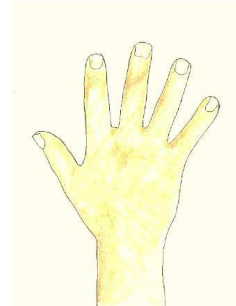
Carte « No – Go »

Dans cette tâche, le processus d’inhibition est mesuré par la compétence des sujets à bloquer, inhiber leur acte moteur sur un des types de stimuli de l’expérience.

La dernière épreuve testant des fonctions exécutives est la tâche de Main / Bougie inventée par Titaevski (2000). Cette expérience teste une inhibition liée à une sémantique de l’action donc peut-être plus complexe que pour les épreuves précédentes. Le matériel comprend seize cartes dont huit cartes « Bougie » et huit cartes « Main ».



Carte « Bougie »



Carte « Main »

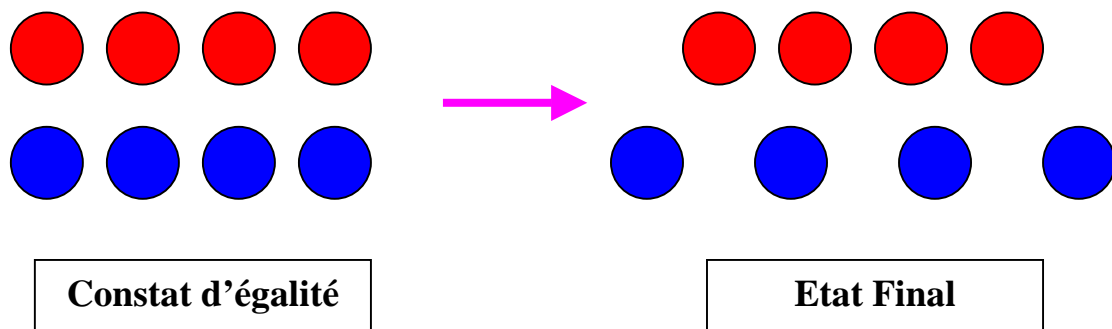
Le sujet doit dans une condition – contrôle souffler sur la carte « bougie » et taper sur la carte « main » lors de leurs apparitions. Dans la condition – test d’inhibition, le sujet doit faire l’inverse en soufflant sur la carte « Main » et tapant sur la carte « Bougie ». Nous énonçons que cette épreuve est davantage en rapport avec une inhibition conceptuelle car pour réussir la tâche, le sujet doit associer un acte moteur différencié selon le stimulus (ce qui n’est pas le cas dans le Go / No – Go) avec des représentations automatisées au niveau cognitif (la main tape, on souffle sur une bougie) n’impliquant pas directement le langage comme dans le Day / Night.

L’objectif de ces trois épreuves est de vérifier tout d’abord si les enfants les plus jeunes sont capables d’inhiber les processus impliqués et ensuite, tester si ces processus sont réellement distincts et n’apparaissent pas simultanément dans le développement cognitif ou si au contraire ils sont similaires et contemporains.

La deuxième batterie d’épreuves de notre étude correspond aux expériences classiques de conservation de Piaget (1941a, 1941b). Les sujets devront réaliser les deux épreuves princeps de conservation de la substance et du nombre. Le principe reste identique dans toutes les expériences de conservation créées par Piaget. Il s’agit après avoir constaté une égalité entre deux collections numériques ou continues, de constater cette même égalité après une déformation n’affectant que l’apparence sans changer les quantités des deux collections.

Plus précisément, pour la conservation du nombre, l'épreuve consiste à faire constater l'égalité entre deux lignes d'un même nombre de jetons alignés entre eux (phase de constat d'égalité) avant de déformer horizontalement l'une des lignes pour en modifier seulement l'apparence (état final).

Exemple d'essai dans l'épreuve de conservation du Nombre : Piaget (1941a)



La question posée à l'enfant est alors : « Y'a t'il toujours ou pas toujours, autant ou pas autant de jetons pour toi et pour moi ? ». Piaget (1941a) a montré que l'enfant ne réussit pas cette tâche avant l'âge de sept ans en raison d'une absence de logique opératoire (voir chapitre 1 pour une discussion). Pourtant, il semble que soit impliqué dans ce type d'épreuve un processus d'inhibition démontré expérimentalement par Houdé et Guichart (2001) qui expliquerait davantage cet échec de l'enfant avant sept ans. De plus, les résultats de Piaget ont été remis en cause par Mehler et Bever (1967) montrant des compétences de conservation dès trois ans avec l'utilisation d'un matériel plus émotionnel pour les enfants. Cependant, (voir chapitre 3), l'épreuve ne testait pas directement le phénomène de conservation puisqu'il était créé un enjeu émotionnel par l'ajout ou le retrait d'éléments (donc une non-conservation des quantités) ce qui avait été souligné à juste titre par Piaget (1969).

Afin de clarifier ce débat inachevé, nous voulions tester cette hypothèse en utilisant une méthodologie impliquant réellement des épreuves de conservation avec pour seul changement, le type de matériel.

Dans l'épreuve de Piaget (1941a), il est également intéressant d'analyser plus particulièrement, la formulation de la question de conservation énoncée par l'expérimentateur. En effet, des études sur la structuration de l'interrogation, lorsque l'expérimentateur effectue une relance dans un entretien de recherche, conduites par Alain Blanchet ont pu mettre en évidence que la structuration même de l'interrogation pouvait amener à des réponses diamétralement opposées à l'opinion réelle d'un individu (voir Blanchet ; 1989 ; Jakobi, Blanchet et Grossir-Le-Nouvel ; 1990 ; Blanchet, Bromberg et Urdapilleta ; 1990). Ces études s'intéressant à des adultes sont sans doute transposables à l'enfant. Nous verrons plus en avant qu'après la question de conservation classique, l'expérimentateur doit réitérer les propos de l'enfant puis lui poser de nouveau la question de conservation dans la procédure de Piaget (1941a). Il s'agit alors dans ce cas d'une réitération interrogative propositionnelle comme énoncée par Blanchet (1989) mettant directement en cause les propos de l'interviewé dans un entretien de recherche. L'étude de Jakobi et al. (1990) montre clairement que dans une situation d'entretien de recherche, l'interviewé peut changer d'opinion exprimant alors un phénomène de réactance (voir Brehm ; 1966) c'est-à-dire traduisant un engagement dans des opinions ou comportements diamétralement opposés à ceux ressentis par l'interviewé comme étant ceux de l'interviewer. Ce changement d'opinion de l'interviewé tient principalement à la structuration de l'interrogation de l'interviewer. Ce phénomène de réactance observé expérimentalement par Blanchet est particulièrement important pour notre théorie de l'inhibition et les expériences présentées dans ce chapitre. En effet, la relance de l'expérimentateur dans la tâche de conservation doit pour notre expérience avoir le rôle d'interférence pour accentuer l'idée d'une inhibition nécessaire de l'enfant. Pour Piaget (1941a), l'objectif de cette relance était de s'assurer de la stabilité du raisonnement de l'enfant. Selon les travaux conduits par Alain Blanchet, notre relance jouera donc bien le rôle d'une interférence avec une inhibition nécessaire pour ne pas entrer dans la réactance.

Par rapport à notre hypothèse sur l'implication d'un matériel plus émotionnel pour l'enfant que dans l'expérience de Piaget, nous avons donc répliqué d'une part l'épreuve classique de Piaget (1941a) sur huit essais différents de conservation et d'autre part une épreuve comprenant un matériel plus émotionnel sur huit essais strictement identiques à ceux de la première épreuve. Les essais étaient entièrement contrebalancés ainsi que l'ordre des deux épreuves. Nous avons choisi pour matériel de la seconde épreuve des bonbons roses unicolores de manière à garder une induction émotionnelle identique puisque la déformation opérée au cours des huit essais pouvait se faire à partir de la ligne de l'expérimentateur ou de l'enfant.

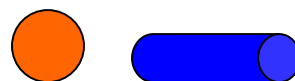
L'induction émotionnelle aurait pour but de provoquer une inhibition plus précoce chez les enfants. Notre attente dans cette épreuve correspondait donc à des meilleures performances dans cette épreuve d'induction émotionnelle (voir chapitre 3) par rapport à l'épreuve classique piagétienne.

L'autre épreuve de conservation était celle de la substance. Dans cette expérience, le constat d'égalité admis par l'enfant permet de faire reconnaître l'égalité de substance entre deux boules de pâte à modeler ou boulettes d'argile selon l'expérience de Piaget (1941b). L'expérimentateur effectue ensuite une déformation en changeant par exemple l'une des boules en saucisse.

Exemple d'essai dans l'épreuve de conservation de la substance : Piaget (1941b)



Constat d'égalité



Etat Final

La question posée à l'enfant est alors : « Y'a t'il toujours ou pas toujours, autant ou pas autant de pâte à modeler pour toi et pour moi ? ».

Les résultats de Piaget (1941b) montrent que l'enfant ne réussit cette tâche pas avant l'âge de six ans environ en raison d'absence de logique opératoire. Comme pour la conservation du nombre, il est possible d'envisager que l'épreuve comporte un processus d'inhibition et qu'ainsi, en favorisant l'inhibition dans cette tâche, les performances des enfants seront meilleures.

De ce fait, nous avons décidé de mettre au point une épreuve de conservation de la substance impliquant un matériel plus émotionnel pour l'enfant c'est-à-dire qu'il peut réellement manger (voir chapitre 3) : la pâte d'amande. L'épreuve de conservation de la substance comprenait huit essais avec le matériel classique de Piaget (1941b) et huit essais identiques réalisés avec un matériel plus émotionnel. Les deux groupes de huit essais étaient contrebalancés et les essais à l'intérieur de chaque groupe également. La pâte d'amande était de couleur rose de manière à conserver la même couleur que les bonbons.

L'objectif de manière identique au nombre était d'obtenir de meilleures performances chez les enfants grâce à l'induction émotionnelle favorisant une inhibition plus précoce.

Nous souhaitions également mettre en relation les processus d'inhibition des tâches de fonctions exécutives avec les processus d'inhibition normalement impliqués dans la conservation. Puisque toutes ces épreuves sous-tendent un contrôle inhibiteur des enfants, notre questionnement reposait sur l'idée de processus inhibiteurs « *age-and-domain-specific* » comme soulignés par Houdé (2000) ou à contrario d'un processus d'inhibition central, commun à toutes les tâches.

2. présentation de l'expérience

population

L'expérience porte sur un échantillon de 96 sujets âgés de trois à six ans. Les sujets sont divisés en trois groupes d'âges de 32 sujets chacun.

Le groupe I de trois à quatre ans (âge moyen = 3; 8 ans), le groupe II de quatre à cinq ans (âge moyen = 4; 9 ans) et le groupe III de cinq à six ans (âge moyen = 5; 9 ans). L'échantillon est issu de deux écoles maternelles situées en Haute – Saône.

Matériel

Le matériel est composé de seize cartes rigides en carton fort (Dimension : 13.5 X 8 X 0.5 cm) pour chaque épreuve de fonctions exécutives. Deux pains de pâte à modeler de couleurs orange et bleue, un pain de pâte d'amande rose sont utilisés pour la conservation de la substance. La conservation du nombre se déroule avec dix jetons rouges, dix jetons bleus et des bonbons unicolores roses « Fraisoo » de la marque KESTELOOT ayant la forme d'une petite boule dure.

Procédures

Procédure des épreuves de conservation

Chaque enfant est testé individuellement dans une pièce isolée du bruit dans l'enceinte des écoles. Pour certains enfants, la passation des épreuves était filmée mais nous ne prendrons pas en compte ces données pour le traitement des résultats, ce support ne servant qu'à titre de contrôle expérimental. La passation totale de l'expérience comprend sept épreuves différentes qui ont été présentées de manière contrebalancée selon les sujets. Les quatre épreuves de conservation (substance ou nombre et émotionnel ou classique) comprennent huit essais qui sont présentés de manière contrebalancée aux enfants (voir exemple en annexe, p 174). Les épreuves de fonctions exécutives comprennent toutes seize items qui sont présentés dans un ordre pseudo-aléatoire (le détail est donné en annexe, p 177). Les épreuves de conservation se déroulent toutes de la même manière.

Par exemple pour la conservation du nombre, l'expérimentateur réalise une ligne de jetons et demande à l'enfant de faire la même ligne pour qu'il y ait autant de jetons pour lui et l'expérimentateur. Lorsque le constat d'égalité est établi, l'expérimentateur réalise une déformation d'une des lignes (espacement ou resserrement) et demande à l'enfant l'item classique piagétien : « Et maintenant, y'a t'il toujours ou pas toujours, autant ou pas autant de jetons pour toi et pour moi ? ». L'expérimentateur demande à l'enfant de justifier sa réponse, ces propos faisant ensuite l'objet d'une analyse de contenu. Si l'enfant répond correctement à la question de conservation, l'expérimentateur pose alors une contre – suggestion (une interférence) s'appuyant sur les propos de l'enfant qui pouvait être par exemple : « Mais regarde, pourtant c'est plus long là ! Alors est-ce qu'il y a autant ou pas autant de jetons pour toi et pour moi ? ». La cotation des scores de performances de l'enfant s'effectue donc à partir de seize points, huit pour les items classiques et huit pour les items de contre – suggestion. Les autres épreuves de conservation suivent la même procédure à l'exception des épreuves employant un matériel émotionnel où la question devient alors : « Et maintenant, y'a t'il toujours ou pas toujours, autant ou pas autant à manger pour toi et pour moi ? ». Il est également à noter que dans les épreuves utilisant un matériel émotionnel, un contrôle expérimental a été réalisé afin de s'assurer que les enfants aimaient effectivement le matériel.

Procédures des épreuves de fonctions exécutives

La batterie d'épreuves de fonctions exécutives comprend une consigne spécifique pour chaque expérience. Le Day / Night était présenté comme un jeu où l'enfant allait voir des cartes comme suit c'est-à-dire avec un soleil représentant le jour et une lune représentant la nuit. Après s'être assuré que l'enfant faisait bien la distinction entre les deux types de stimuli, l'expérimentateur présentait les cartes une à une à l'enfant.

Le sujet devait répondre le plus vite possible sans se tromper. Dans une première condition – contrôle, l'enfant devait dire « jour » pour une carte jour et « nuit » pour une carte nuit.

Dans la condition – test d'inhibition, le sujet devait dire strictement l'inverse c'est-à-dire énoncer « jour » pour une carte nuit et « nuit » pour une carte jour. Chaque condition était notée sur un total de seize points pouvant être ainsi comparée aux scores de conservation. L'épreuve du Go / No – Go ne comprenait qu'une seule condition notée sur seize points. L'objectif pour le sujet était de taper sur les cartes bleues et de ne pas taper sur les cartes rouges.

L'épreuve de Main / Bougie comprenait deux conditions chacune notée sur seize points. La condition – contrôle correspondait pour l'enfant à souffler sur les cartes « Bougie » et taper sur les cartes « Main ». Dans la condition – test d'inhibition, le sujet devait cette fois taper sur les cartes « Bougie » et souffler sur les cartes « Main ».

3. Résultats

Nous nous sommes intéressés dans un premier temps aux résultats spécifiques aux épreuves de conservation.

Conservation

Il convient en premier lieu de donner les scores moyens de performances des sujets.

Scores moyens de performances aux épreuves de conservation (sur un total de 16 points)

| Expériences | Groupe I | Groupe II | Groupe III | Total |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <i>Conservation du Nombre classique</i> | 5.06 (7.5) | 3.19 (6.28) | 3.66 (6.64) | 3.97 (6.8) |
| <i>Conservation du Nombre émotionnelle</i> | 5.56 (7.66) | 2.69 (5.87) | 4.41 (6.87) | 4.22 (6.87) |
| <i>Conservation de la Substance classique</i> | 5.56 (7.68) | 1.88 (5.08) | 1.72 (4.62) | 3.05 (6.15) |
| <i>Conservation de la Substance émotionnelle</i> | 6 (7.71) | 1.88 (4.89) | 2.19 (5.13) | 3.36 (6.28) |

N.B. : les données entre parenthèses correspondent à l'écart type des scores bruts.

Nous avons procédé à une analyse de la variance des scores des sujets aux différentes épreuves qui révèle un effet significatif du groupe pour la conservation de la substance [$F(2,93) = 4.28, p < .01$ pour la conservation classique et $F(2,93) = 4.76, p < .01$ pour la conservation émotionnelle]. En revanche, il n'a pas été observé d'effet significatif pour la conservation du nombre [$F(2,93) = 0.65, p < .52$ pour la conservation classique et $F(2,93) = 1.46, p < .23$ pour la conservation émotionnelle].

Des comparaisons post-hoc effectuées à l'aide du test de Scheffé permettent de déterminer où se trouvent les différences significatives des scores moyens. Pour la conservation de la substance classique, il existait une différence significative ($p < .04$) entre le score moyen du groupe I (5.56) et le score moyen du groupe III (1.72).

Dans l'épreuve de conservation de la substance émotionnelle, il a été trouvé une différence significative ($p < .02$) entre le score moyen du groupe I (6) et le score moyen du groupe II (1.88) et une autre différence significative ($p < .04$) entre le score moyen du groupe I (6) et celui du groupe III (2.19).

Nous avons ensuite réalisé pour chaque groupe d'âge et la population totale de l'expérience, des comparaisons entre les scores des différentes épreuves à l'aide de t de Student. Les comparaisons n'ont révélé aucune différence significative entre les épreuves de conservation ayant une comparaison pertinente (c'est-à-dire pour les paires d'épreuves du Nombre classique/émotionnelle ainsi que pour la Substance classique/émotionnelle)

L'étape suivante du traitement statistique correspondait à l'analyse des corrélations possibles entre les scores des épreuves. Il s'est avéré qu'il existait toujours des corrélations significatives entre les scores des épreuves. Nous ne donnerons ici que les corrélations obtenues sur la population totale de sujets.

Corrélations entre les scores des épreuves de conservation : Population totale

| | Conservation du nombre classique | Conservation du nombre émotionnelle | Conservation de la substance classique | Conservation de la substance émotionnelle |
|---|--|---|--|---|
| Conservation du nombre classique | | .81 | .60 | .63 |
| Conservation du nombre émotionnelle | .81 | | .58 | .54 |
| Conservation de la substance classique | .60 | .58 | | .95 |
| Conservation de la substance émotionnelle | .63 | .54 | .95 | |

N.B. : les valeurs en gras indiquent que la corrélation est significative au seuil de $p < .05$

Le contrôle expérimental opéré sur la reconnaissance du matériel émotionnel en tant que tel par les enfants, s'est révélé positif. Les enfants ont aimé les bonbons pour 87.5 % d'entre eux et la pâte d'amande pour 75 %. Il est intéressant de noter que parfois même si certains enfants n'aimaient pas le matériel, il n'y a pas eu d'effet sur leurs performances où il aurait été possible d'imaginer une régression. Un autre contrôle expérimental permet de noter que concernant le constat d'égalité des épreuves de conservation, les enfants de trois ans établissaient ce constat pour environ 60 % d'entre eux sur la quantité exacte et ce pourcentage augmentait (plus de 80 %) dès quatre ans.

L'analyse de contenu des propos des enfants à la justification de la conservation montrait une forte tendance (Détail en annexe, p 181). Les enfants de trois ans justifiaient leurs réponses de conservation par une réponse du type « Parce que.. » sans suite et dès quatre ans ils justifiaient ces réponses par le fait que « c'est pareil ». Lorsqu'il s'agissait de réponses de non-conservation, les enfants répondaient majoritairement à tout âge avec des justifications du type « il y en a plus parce que c'est plus long la ligne.. » ou encore « il y en a plus dans la saucisse car c'est plus long... ».

Nous souhaitons également apporter un autre traitement statistique concernant la proportion d'enfants « conservants » et d'enfants « non-conservants ». En effet, les données brutes de l'expérience montrent que les enfants réussissant lors du premier item réussissent également le deuxième item de manière systématique. Ainsi, nous présentons les pourcentages des deux catégories de sujets en fonction de leurs âges en catégorisant les sujets dans une catégorie « conservants » lorsqu'ils avaient un score moyen de seize points. La catégorie « non-conservants » concerne les sujets restants. Nous ne donnons ainsi que les pourcentages des enfants « conservants » pour chaque groupe d'âge et pour la population totale de l'expérience.

Pourcentages d'enfants « conservants » aux expériences de conservation

(scores moyens de 16 points)

| | Groupe I | Groupe II | Groupe III | Population Totale |
|---|----------|-----------|------------|-------------------|
| Conservation du nombre classique | 31.25 | 18.75 | 21.88 | 23.96 |
| Conservation du nombre émotionnelle | 34.38 | 15.63 | 25 | 25 |
| Conservation de la substance classique | 34.38 | 12.5 | 9.38 | 18.75 |
| Conservation de la substance émotionnelle | 37.5 | 12.5 | 9.38 | 19.79 |

Fonctions exécutives

La deuxième partie des résultats concerne les comparaisons des épreuves de fonctions exécutives. Comme pour la conservation, nous donnons d'abord les scores moyens de performances des sujets.

Scores moyens de performances des sujets aux épreuves de fonctions exécutives
(sur un total de 16 points)

| Expériences | Groupe I | Groupe II | Groupe III | Total |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <i>Day / Night : condition – contrôle</i> | 12.44(6.07) | 15.41(2.84) | 15.22(3.12) | 14.35(4.44) |
| <i>Day / Night : condition - test</i> | 6.25(6.56) | 12.19(5.41) | 14.53(3.31) | 10.99(6.29) |
| <i>Go / No - Go</i> | 12.12(6.55) | 14.81(3.68) | 15.87(0.42) | 14.27(4.58) |
| <i>Main / Bougie : condition - contrôle</i> | 14.06(4.69) | 15.78(0.49) | 15.53(1.46) | 15.12(2.92) |
| <i>Main / Bougie : condition - test</i> | 6.47(6.3) | 13.87(3.02) | 14.16(2.51) | 11.5(5.55) |

N.B. : les données entre parenthèses correspondent à l'écart type des scores bruts.

Nous avons procédé à une analyse de la variance des scores des sujets aux différentes épreuves incluant leurs différentes conditions. L'analyse montre des effets systématiquement significatifs du groupe d'âge pour toutes les épreuves, récapitulés dans le tableau suivant :

Effets significatifs du Groupe d'âge pour les épreuves de fonctions exécutives

| Expériences | <i>F</i> | <i>ddl.</i> | <i>p</i> < |
|---|----------|-------------|-------------|
| <i>Day / Night : condition – contrôle</i> | 4.86 | (2,93) | .009 |
| <i>Day / Night : condition - test</i> | 20.93 | (2,93) | .000 |
| <i>Go / No - Go</i> | 6.32 | (2,93) | .002 |
| <i>Main / Bougie : condition - contrôle</i> | 3.4 | (2,93) | .04 |
| <i>Main / Bougie : condition - test</i> | 33.08 | (2,93) | .000 |

Des comparaisons post-hoc effectuées à l'aide du test de Scheffé permettent de déterminer où se trouvent les différences significatives des scores moyens. Pour l'épreuve du Day / Night, les scores moyens des différents groupes étaient toujours significativement différents entre eux.

Dans l'épreuve du Go / No – Go, seuls les scores moyens du groupe I (12.12) et du groupe III (15.87) étaient significativement différents ($p < .004$). Dans l'épreuve de Main / Bougie, les scores moyens dans la condition – contrôle n'étaient jamais significativement différents. Dans la condition – test, les scores du groupe I (6.47) et du groupe II (13.87) étaient significativement différents ($p < .000$) ainsi que les scores du groupe I (6.47) et du groupe III (14.16) ($p < .000$).

Nous avons ensuite réalisé pour chaque groupe d'âge et la population totale de l'expérience, des comparaisons entre les scores des différentes épreuves à l'aide de t de Student. Les résultats montraient un grand nombre de différences significatives. L'intérêt résidait surtout dans les comparaisons des scores des différentes conditions expérimentales. Dans l'épreuve du Day / Night, les scores des conditions – contrôles et des conditions – tests étaient toujours significativement différents avec pour la population totale : $t(95) = 6.47$, $p < .000$. Le même schéma de résultats a été trouvé dans l'épreuve Main / Bougie pour les différences entre condition – contrôle et condition – test avec par exemple concernant la population totale : $t(95) = 6.89$, $p < .000$.

Les autres comparaisons importantes intéressaient les différences possibles entre les scores des conditions-tests des épreuves Main / Bougie et Day / Night par rapport à l'épreuve du Go / No – Go. Ces comparaisons se sont avérées toujours significativement différentes hormis pour le groupe II ($t(31) = -1.44$, $p < .16$) entre l'épreuve Main / Bougie et le Go / No – Go. Il est important de noter que les comparaisons entre les conditions – tests de l'épreuve du Day / Night et l'épreuve de Main / Bougie n'ont apporté aucune différence significative.

L'étape suivante du traitement statistique correspondait à l'analyse des corrélations possibles entre les scores des épreuves. Il s'est avéré qu'il existait toujours des corrélations significatives entre les scores des épreuves à l'exception du groupe III qui était plus nuancé. Nous ne donnerons donc ici que les corrélations obtenues sur les scores du groupe III.

Corrélations entre les scores des épreuves de fonctions exécutives : Groupe III

| | Epreuve du Day / Night | Epreuve du Go / No-Go | Epreuve de Main / Bougie |
|--------------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Epreuve du Day / Night | | .77 | .14 |
| Epreuve du Go / No-Go | .77 | | .26 |
| Epreuve de Main / Bougie | .14 | .26 | |

N.B. : les valeurs en gras indiquent que la corrélation est significative au seuil de $p < .05$

Conservation et Fonctions exécutives

Dans notre étude, nous souhaitons également tester les relations éventuelles entre épreuves de conservation et épreuves de fonctions exécutives.

La première étape de ce traitement était les comparaisons entre les scores moyens de performances aux conditions –tests des épreuves de fonctions exécutives et les scores moyens de performances aux épreuves de conservation à l'aide de t de Student. Pour les groupes II et III, les scores moyens des épreuves de conservation étaient toujours significativement inférieurs ($p < .000$ pour toutes les comparaisons) aux scores moyens des conditions-tests des épreuves de fonctions exécutives. Dans le groupe I, les scores moyens des épreuves de conservation étaient seulement significativement inférieurs par rapport au score moyen à l'épreuve du Go / No – Go.

La deuxième étape de traitement résidait dans l'analyse de corrélations éventuelles entre les scores aux épreuves de conservation et les scores aux épreuves de fonctions exécutives. Les scores des deux batteries d'épreuves ne corrôlaient jamais ensemble.

4. Discussion

Au terme du traitement des résultats, l'effet global de l'âge sur les performances apparaît. Cependant, si un progrès dans les scores des enfants a été observé dans les épreuves de fonctions exécutives, ce n'est pas le cas dans les épreuves de conservation. Au contraire, les scores régressent dans ce type d'épreuve. Comment expliquer ce phénomène contre-intuitif ? La solution semble résider dans l'analyse des justifications de la conservation ou de la non-conservation pour les enfants. Alors que les scores sont plus élevés chez les enfants de trois ans, leurs justifications semblent toutefois être moins construites que pour les enfants plus âgés. En répondant majoritairement par une réponse du type « parce que (sans suite) », les enfants de trois ans ne sont donc pas « conservants » au sens piagétien (Piaget ; 1941a, 1941b). En effet, le phénomène de conservation selon Piaget est accompagné d'une justification nécessaire qui n'est pas conforme au type de justification qui a été obtenu pour les enfants de trois ans. En revanche, pour les enfants de quatre à six ans, les justifications employées sont tout à fait dans ce que Piaget reportait dans ses expériences. Le phénomène de courbe en U des scores de conservation entre les enfants de trois ans et les enfants de quatre à six ans, serait donc étroitement liée à la finesse des justifications n'apparaissant qu'à partir de l'âge de quatre ans. Suite à l'analyse des scores moyens de conservation, il est tout de même possible de conclure que le phénomène de conservation n'est pas présent globalement chez les enfants de trois à six ans. Face à ces résultats, il peut être également envisager une autre hypothèse liée plus directement à l'inhibition de la stratégie « Longueur = Nombre ».

En effet, le jeune âge des sujets du groupe I de notre étude peut entraîner par rapport au schème de la longueur égale au nombre, un entraînement moindre que pour les sujets des groupes II et III.

Si l'on tient compte du fait que dans le matériel pédagogique proposé aux enfants de l'école maternelle, la notion de numération est abordée à partir de la stratégie « Longueur = Nombre », les enfants scolarisés en première année seront moins sensibles à cette heuristique que les enfants plus âgés. Par exemple, sur des comparaisons d'ensembles numériques, il est souvent proposé aux enfants de comparer deux lignes d'éléments tout en sachant que la ligne comportant le plus d'éléments est celle qui est la plus longue. De ce fait, un renforcement de la stratégie « Longueur = Nombre » est opéré en même temps que l'apprentissage mathématique. De la même manière, lorsque les enfants vont au supermarché, l'heuristique de la longueur égale au nombre est également utilisée. Dans les rayons, la longueur d'alignement de produits est très souvent proportionnelle au nombre effectif de produits. Ainsi, l'enfant effectue des comparaisons numériques en se basant certainement sur la dimension de la longueur et le contexte lui donne très souvent raison. Fort de ces constats, nous pourrions alors postuler l'idée que ce moindre renforcement de la stratégie « Longueur = Nombre » chez les enfants de trois ans par rapport à ceux plus âgés pourrait à lui seul expliquer les scores de performances plus élevés chez ces enfants jeunes. L'heuristique de la « Longueur = Nombre » serait simplement plus facile à inhiber pour ces sujets en raison de sa présence moins prégnante dans le registre de traitement cognitif. Cette hypothèse peut d'ailleurs être mise en relation avec les pourcentages d'enfants « conservants » qui représente tout de même plus d'un tiers de l'échantillon des sujets à trois ans.

Mis à part le phénomène de courbe en U des scores dans les épreuves de conservation, un autre résultat est très important. Le type de matériel employé dans ces épreuves n'a pas d'effet sur les scores de performance. Ainsi, contrairement à l'idée de Mehler et Bever (1967), le choix d'un matériel plus pragmatique et émotionnel dans les épreuves de conservation n'entraîne pas d'effet facilitateur dans la performance de réussite à la tâche.

Etant donné qu'il a été repris, pour nos expériences, l'épreuve piagétienne dans sa version originelle stricte et que seul le matériel a été changé, la critique de Piaget (1969) semble être justifiée. En effet, Piaget (1969) répondait aux résultats de Mehler et Bever (1967) en constatant simplement qu'il ne s'agissait pas de conservation puisqu'il y avait un ajout ou un retrait d'élément lors de la manipulation expérimentale. Aujourd'hui, les résultats de notre étude confirment cette idée en montrant qu'une épreuve stricte de conservation avec un matériel pragmatique n'a pas d'effet facilitateur sur les performances des enfants. Les résultats confirment bien que le matériel était pragmatique pour les enfants puisque la majorité des sujets a goûté et aimé le matériel mais l'analyse des données n'a pas révélé de différence significative dans les scores de performance des épreuves utilisant deux types de matériels différents. Nous pouvons alors penser que Mehler et Bever (1967) avaient effectivement raison sur la nécessité de créer un enjeu émotionnel pour l'enfant et que le caractère émotionnel du matériel à lui seul ne suffit pas à faire croître la performance à une tâche de conservation.

Dans les scores concernant les fonctions exécutives, outre le progrès constaté entre les performances des enfants de trois ans et celles des enfants de quatre à six ans, les résultats sont intéressants à d'autres égards.

En prime abord, il paraît important de confirmer l'idée des auteurs (Gerstadt, Hong et Diamond, 1994 ; Titaevski, 2000) sur les processus d'inhibition présents dans les tâches de fonction exécutives. Les différences de scores observées entre la condition-contrôle et la condition expérimentale des expériences sont la preuve de l'existence d'une difficulté à inhiber pour les sujets.

Dès trois ans, les scores de l'épreuve de Go / No-Go sont élevés. Ainsi, il est possible de confirmer les arguments de Dowsett et Livesey (2000) pour qui l'épreuve de Go / No-Go était réussie dès trois ans, mais nos résultats ont été obtenus sans procédure d'entraînement.

Dans l'épreuve du Day / Night, les scores de performance des sujets ont suivi une progression constante entre trois et six ans. Ce phénomène contredit les résultats de Gerstadt et al. (1994) qui avaient noté des performances moins importantes chez les enfants de quatre ans par rapport aux enfants d'un autre âge.

Comme dans le Day / Night, les scores moyens de l'épreuve de la Main / Bougie suivent une progression constante entre les enfants de trois ans et ceux de six ans. Il est important de noter qu'il n'a pas été trouvé de différence entre les scores moyens de l'épreuve Day / Night et les scores moyens de l'épreuve Main / Bougie chez tous les sujets testés. L'inhibition sémantique serait-elle alors du même ordre de difficulté que l'inhibition sémantique de l'action ? Le fait que l'épreuve du Go / No-Go soit d'emblée réussie par les sujets les plus jeunes semble répondre à cette question.

Selon l'idée de Donders (1969 ; 1868), le sujet pour inhiber dans une épreuve de type Go / No-go doit détecter le stimulus puis le discriminer et enfin réaliser un acte moteur.

Par contre, dans l'épreuve du type Main / Bougie, le sujet doit effectuer une étape de plus dans son processus d'inhibition puisqu'il doit sélectionner son type de réponse par rapport au stimulus présenté. Ainsi, le sujet est dans un niveau d'inhibition plus complexe pour la tâche Main / Bougie, comme il l'est dans ce niveau pour la tâche du Day / Night nécessitant une inhibition sémantique. Les processus d'inhibition présents dans les épreuves du Day / Night et de la Main / Bougie paraissent donc être très proches.

L'analyse des corrélations entre les scores aux épreuves de conservation et aux épreuves de fonctions exécutives n'a pas indiqué de relation entre les deux types d'épreuves. Cela s'explique statistiquement par le fait que les scores des sujets dans l'ensemble des épreuves ont suivi une faible distribution. Il est constaté des scores faibles dans les épreuves de conservation – avec une diminution non attendue avec l'âge - et des scores élevés dans les épreuves de fonctions exécutives.

Ainsi, il est logique de ne pas trouver de corrélations entre les deux classes de scores. Maintenant, ce phénomène d'absence de corrélation paraît difficile à comprendre d'un point de vue théorique s'il fallait l'expliquer en dépit de l'obstacle statistique qui vient d'être relevé. En effet, s'il est possible de concevoir des processus d'inhibition différents entre l'inhibition motrice du Go / No-Go et l'inhibition « logique » de la conservation montrée par Houdé et Guichart (2001), il aurait pu être envisagé d'avoir à faire au même type d'inhibition dans les tâches d'inhibition sémantique des fonctions exécutives (Day / Night et Main / Bougie) et les épreuves de conservation. Toutefois, à la lumière des résultats, le doute n'est plus possible quant à la différence des processus d'inhibition employés par les enfants selon le type d'épreuve qui leur était proposé. L'hypothèse d'un processus global d'inhibition dans le développement cognitif de l'enfant n'est donc pas confirmée.

Il convient alors d'envisager que l'inhibition est différente selon le type de tâche proposé aux enfants, la nature des opérations et la charge cognitive que ces opérations impliquent. C'est ce que souligne Houdé (2000) en décrivant l'inhibition dans le développement cognitif comme « *age- and - domain-specific* ».

CHAPITRE V
CHRONOMETRIE MENTALE ET IMPULSIVITE
DANS LA CONSERVATION DU NOMBRE : LE DISCONTINU

1. Position du problème

Piaget (1941a) énonçait que la compétence de Conservation du nombre n'était acquise par les enfants qu'à environ sept ans. L'échec avant cet âge était interprété en terme de déficit opératoire d'un raisonnement logico-mathématique. Cette affirmation a été remise en doute par plusieurs travaux depuis sa parution. Dans le chapitre 4, nous avons voulu tester l'induction émotionnelle d'un nouveau matériel sur les performances des jeunes enfants à cette tâche comme Mehler et Bever (1967) l'avaient suggéré. Nos résultats n'indiquent pas de gains de performances en raison de ce nouveau matériel. Toutefois, d'autres recherches sur le concept du nombre montrent que les capacités numériques sont abouties bien avant sept ans (voir chapitre 1). Wynn (1992) à l'aide du paradigme de fixation visuelle a pu montrer des compétences numériques dès l'âge de quatre mois chez les nourrissons. De ce fait pourquoi observons-nous un échec massif à l'épreuve de conservation du nombre alors que les enfants possèdent bien un raisonnement logico-mathématique ? La solution semble résider dans une analyse en terme de déficit inhibiteur face à la tâche plutôt que par le biais d'un déficit logico-mathématique. A ce titre, l'expérience de Houdé (1997 ; cité dans le chapitre 1) est intéressante puisqu'elle confrontait des enfants de deux à trois ans à deux tâches numériques dont l'une impliquait la conservation (Piaget ; 1941a). Il s'agissait pour Houdé (1997) de présenter aux enfants, dans une première tâche, des planches sur lesquelles figuraient des « babars » disposés en deux lignes équivalentes en nombre d'éléments.

Les nombres d'éléments étaient les mêmes que les résultats des opérations arithmétiques de Wynn (1992) car l'autre épreuve était une tâche inspirée du paradigme de Wynn (1992). A l'aide d'un petit théâtre mettant en scène les « babars », les enfants se trouvaient face à la même situation que le nourrisson de quatre mois dans l'expérience de Wynn (1992). La différence entre Houdé (1997) et Wynn (1992) se trouvait dans le type de réponse des sujets. Alors que Wynn (1992) mesurait des temps de fixation visuelle et en déduisait les réactions des nourrissons, Houdé (1997) recueillait les réponses verbales des enfants face aux situations construites par Wynn (1992). L'autre tâche de Houdé (1997) mettait en scène les mêmes « babars » sur des planches de dessins s'apparentant à une tâche de conservation. Deux lignes de « babars » avaient le même nombre d'éléments mais différaient dans leur disposition spatiale donnant une ligne plus longue que l'autre. Les résultats indiquaient des compétences numériques identiques à celles de Wynn (1992) pour les enfants de deux à trois ans avec toutefois une réussite moins franche sur un événement impossible ($1+1=3$) s'expliquant sans doute par la phase de redescription linguistique dans laquelle se trouvaient ces enfants (voir Hodent, Bryant et Houdé ; *In Press*). En revanche, la tâche de conservation était toujours largement échouée par les enfants. Houdé (1997) expliquait alors cet échec en termes de déficit d'inhibition. En effet, il apparaîtrait que la réussite à la tâche de conservation serait liée à la bonne inhibition d'un schème visuo-spatial trompeur (Longueur = Nombre) correspondant à la stratégie de la longueur proportionnelle au nombre d'éléments. Lorsque l'inhibition de ce schème est réalisée par un individu, il peut alors accéder à un schème pertinent avec la tâche pouvant être par exemple le dénombrement. Cette hypothèse est renforcée par le fait que l'enfant possède justement ce schème de dénombrement puisqu'il réussit à la tâche inspirée de Wynn (1992). La réussite à la tâche de conservation serait donc liée à l'inhibition d'une interférence pour accéder à une stratégie pertinente.

Dempster (1992 ; 1995) émettait d'ailleurs la même hypothèse en accordant davantage la réussite dans ce type de tâche à une capacité de résistance à l'interférence qui est présente dans la stratégie non-pertinente « Longueur = Nombre » plutôt qu'à une capacité de raisonnement logico-mathématique per se / Dempster (1995, p15.): « les situations de conservation et d'inclusion des classes ont plus à voir avec la capacité à résister aux interférences qu'avec la capacité de l'enfant à comprendre la logique sous-jacente ».

Fort de cette hypothèse, comment mettre en évidence ce phénomène dans la conservation ? Houdé et Guichart (2001 ; voir chapitre 1) apportent une réponse expérimentale grâce à une procédure inspirée des tâches d'attention sélective de Tipper (1985 ; voir aussi Tipper et al. ; 1989). L'expérience, informatisée, mettait en jeu des stimuli impliquant l'utilisation ou non de la stratégie « Longueur = Nombre » tout en mesurant les temps de réactions d'enfants de neuf à dix ans. Certains stimuli s'apparentaient à des items de conservation du nombre puisqu'ils impliquaient des lignes comportant le même nombre d'éléments avec des dispositions spatiales différentes engendrant une ligne plus longue que l'autre (donc des items d'interférence). D'autres stimuli présentaient des situations où la stratégie « Longueur = Nombre » devenait pertinente en raison du fait qu'une ligne plus longue que l'autre comportait effectivement proportionnellement à la longueur plus d'éléments (items de covariation). La procédure consistait alors à présenter aux enfants des séquences d'items impliquant soit d'abord l'inhibition de la stratégie « Longueur = Nombre » puis son activation constituant ainsi une condition – test ou une séquence réciproque constituant une condition – contrôle. Les différentes séquences étaient entre-coupées d'items dits neutres, c'est-à-dire n'impliquant en aucun cas la stratégie « Longueur = Nombre » sous sa dimension horizontale. L'objectif de cette procédure de chronométrie mentale était alors d'établir s'il existait ou non un phénomène d'amorçage négatif (Tipper ; 1985) lié à l'inhibition de la stratégie « Longueur = Nombre » dans les items correspondant à la conservation de Piaget (1941a).

Un amorçage négatif se définissant comme un temps de réponse plus long sur des items de covariation qui impliquent une stratégie venant d'être inhibée dans un item précédent (item d'interférence), l'hypothèse était donc que les temps de réponses seraient plus longs sur des items d'activation de la stratégie « Longueur = Nombre » consécutifs à des items de conservation impliquant normalement l'inhibition de cette même stratégie. Les résultats ont donné raison à Houdé et Guichart (2001) puisqu'un amorçage négatif de 158ms a pu être observé dans les temps de réponses des enfants. Plus précisément, ce résultat correspondait à la différence entre le temps moyen de tous les sujets (dix-huit) sur les items impliquant l'activation de la stratégie « Longueur = Nombre » dans les conditions – tests (inhibition puis activation) et le temps moyen sur les mêmes items dans les conditions – contrôles (activation puis inhibition). Cette différence s'avérant significative, il y avait bien un phénomène d'amorçage négatif dans les temps de réponses des enfants. Ainsi, ce phénomène traduisait la présence réelle de l'inhibition de la stratégie « Longueur = Nombre » dans les items s'apparentant à la conservation du nombre de Piaget (1941a) confirmant l'hypothèse de Houdé (1997 ; voir aussi Houdé ; 1995). Notre objectif sera de confirmer ce résultat au cours du développement de l'enfant jusqu'à l'adulte compris.

Nous avons également développé dans le chapitre 3, les enjeux de l'émotion dans le traitement cognitif du sujet humain. Nous avons montré grâce aux travaux de Barstis et Leroy (1977) que le test de Kagan (1966) mesurant le caractère impulsif ou réflexif des enfants pouvait être relié à des tâches mesurant le fonctionnement cognitif. Le MFF de Kagan (1966) semblait avoir une association forte au niveau de ses résultats avec des résultats obtenus dans une tâche de conservation. Toner et al. (1977) avaient également montré l'implication directe du test de Kagan (1966) dans des tâches mesurant le contrôle inhibiteur chez les enfants. Dans toutes ces recherches, l'hypothèse convergente semble être celle de l'impulsivité comme étant un facteur appauvrissant les performances dans le fonctionnement cognitif des enfants.

L'avantage de cette hypothèse est qu'effectivement elle semble aller dans le sens commun de pensée qui imagine l'impulsivité plutôt comme un défaut avant d'être une qualité. Une question pourrait alors se poser à nous : Est-ce qu'un enfant dit « impulsif » au sens de Kagan (1966) serait un moindre inhibiteur et par suite montrerait moins d'amorçage négatif dans ses temps de réactions ? En effet, l'amorçage négatif étant le révélateur direct de l'inhibition dans notre tâche de chronométrie mentale, l'impulsivité entraînant moins d'inhibition devrait entraîner par le fait moins d'amorçage négatif. Nous testerons cette hypothèse dans notre première expérience. La seconde expérience s'intéressera uniquement à l'aspect de la chronométrie mentale dans la conservation du nombre sur d'autres sujets.

2. Présentations des expériences

Expérience 1 :

population

La population totale de la première expérience était de 471 sujets âgés de 6 à 50 ans divisés en treize groupes d'âges (voir détail en Tableau 1).

Tableau 1 : Description de la population des sujets dans l'expérience 1 :

| | 6 à 7 ans | 7 à 8 ans | 8 à 9 ans | 9 à 10 ans | 10 à 11 ans | 11 à 12 ans | 12 à 13 ans | 13 à 14 ans | 14 à 15 ans | 15 à 16 ans | 16 à 17 ans | 17 à 18 ans | adultes |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|
| Numéro du groupe | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Effectif du groupe | 26 | 35 | 42 | 51 | 48 | 28 | 35 | 36 | 42 | 48 | 29 | 26 | 25 |
| Age moyen | 6 ; 7 | 7 ; 7 | 8 ; 5 | 9 ; 6 | 10 ; 4 | 11 ; 9 | 12 ; 9 | 13 ; 8 | 14 ; 8 | 15 ; 5 | 16 ; 5 | 17 ; 5 | 33 ; 5 |

Matériel

Le matériel de l'expérience de chronométrie mentale est composé d'un ordinateur portable, du logiciel SuperLab Pro ® et d'un boîtier de réponse (Cedrus ®) mesurant les temps de réactions en ms pour l'expérience de chronométrie mentale. Le test de Kagan nécessite quant à lui dix planches dessinées de format A4, un chronomètre ayant une précision de l'ordre de la seconde et une feuille de cotation pour le recueil des réponses.

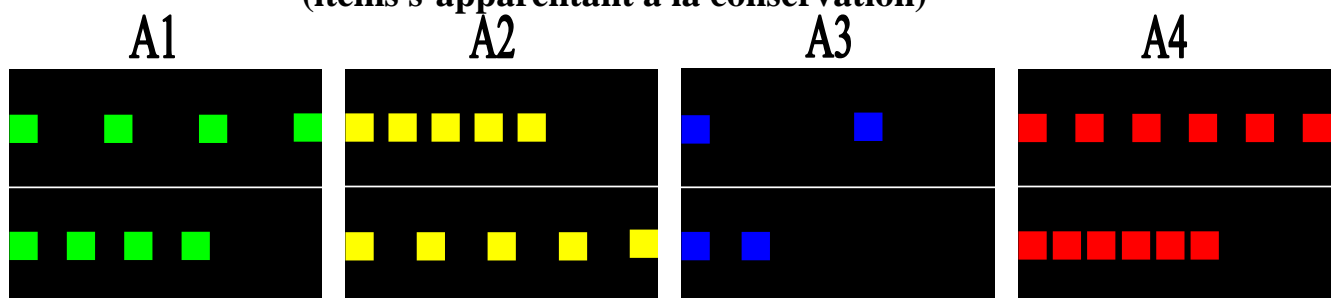
Procédures

Procédure de l'expérience de chronométrie mentale

Chaque enfant est testé individuellement dans une pièce isolée du bruit dans l'enceinte des écoles. L'enfant s'assoit face à l'ordinateur portable de manière à ce que l'écran soit directement dans son champ visuel. L'expérimentateur se situe juste à côté de l'enfant pour donner les consignes. Il est d'abord demandé l'âge du sujet puis sa manualité afin de disposer le boîtier de réponse informatique en rapport avec sa main dominante. L'expérimentateur dit à l'enfant qu'il va réaliser un jeu dans lequel il va voir à l'écran des carrés, des rectangles et il va devoir dire si c'est le même nombre ou pas le même nombre. L'expérimentateur lance ensuite le logiciel et aide l'enfant dans la phase de familiarisation de six items avant de se taire complètement pendant la phase expérimentale. Les stimuli sont affichés sur l'écran divisé en deux par une ligne horizontale. De chaque part de la ligne, il se trouve un ensemble d'éléments. L'enfant doit juger s'il y a équivalence ou non du nombre d'éléments entre le haut et le bas de l'écran en pressant sur deux boutons identifiés comme « même nombre » ou « pas même nombre ». La consigne est de répondre le plus vite possible sans faire d'erreurs.

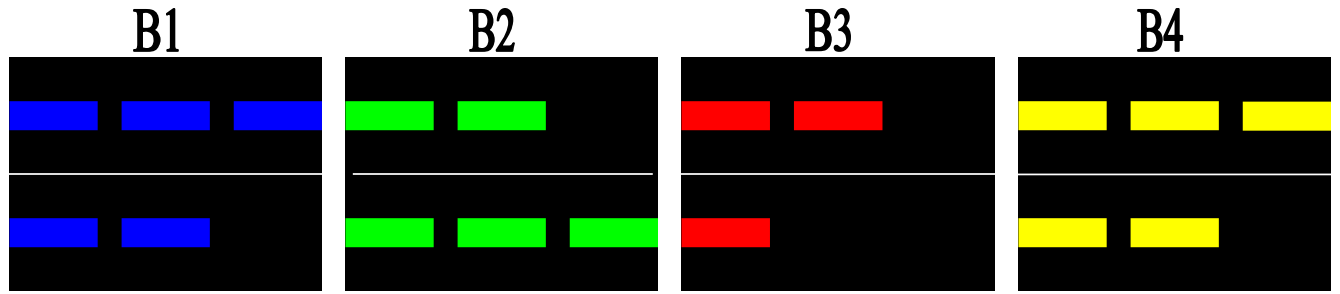
Quand un bouton est pressé, l'ordinateur enregistre le temps de réaction du sujet depuis la présentation initiale du stimulus puis déclenche la présentation du stimulus suivant en observant un intervalle inter-stimuli de 1500ms. L'expérience est construite de telle manière qu'elle comprend quatre conditions-contrôles, quatre conditions – tests et quatre items neutres. Dans la condition – test, il y a quatre paires d'items qui sont construites de telle manière que la stratégie « Longueur = Nombre » est non-pertinente dans un premier temps (les items A ou de « conservation ») puis cette même stratégie devient celle à activer sur l'essai suivant (les items B où il y a co-variation du nombre et de la longueur). La condition – contrôle correspond à l'ordre de présentation inverse des items c'est-à-dire un item B suivi d'un item A. Le logiciel distribue de manière aléatoire les quatre conditions-tests et les quatre conditions-contrôles. Chaque condition est précédée d'un item neutre (N) afin de dérouter la stratégie « Longueur = Nombre » en proposant des items où cette stratégie n'est ni pertinente, ni non-pertinente. Les éléments des items neutres sont affichés de manière verticale rendant l'utilisation de la stratégie « Longueur = Nombre » sous sa dimension horizontale impossible. Un contrôle expérimental nécessite que les items neutres aient toujours pour réponses « même nombre ». Ainsi, il s'agit de la même réponse que le premier item d'une condition – test (item de conservation où par définition la réponse est toujours le même nombre) et l'effet d'amorçage éventuel ne serait pas dû à une persévération de réponse. Afin d'illustrer cette procédure expérimentale, l'ensemble des stimuli est donné :

**Items A : Stratégie « Longueur = Nombre » devant être inhibée
(items s'apparentant à la conservation)**



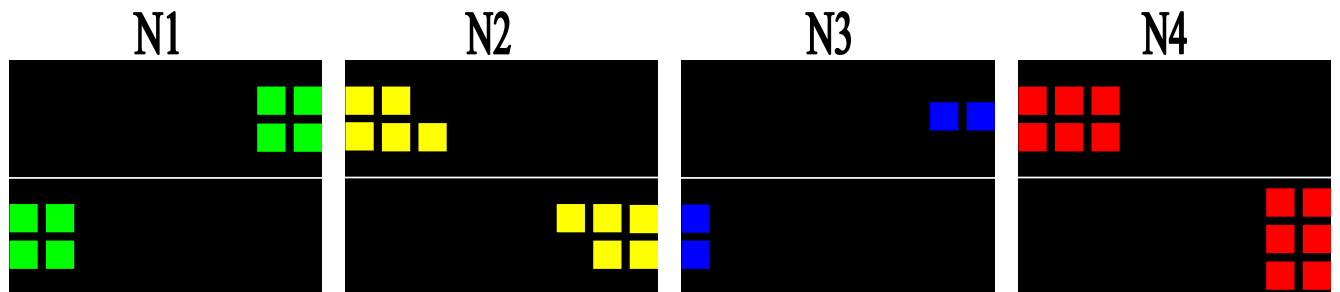
Items B : Stratégie « Longueur = Nombre » pouvant être activée

(items de co-variation de la longueur et du nombre)



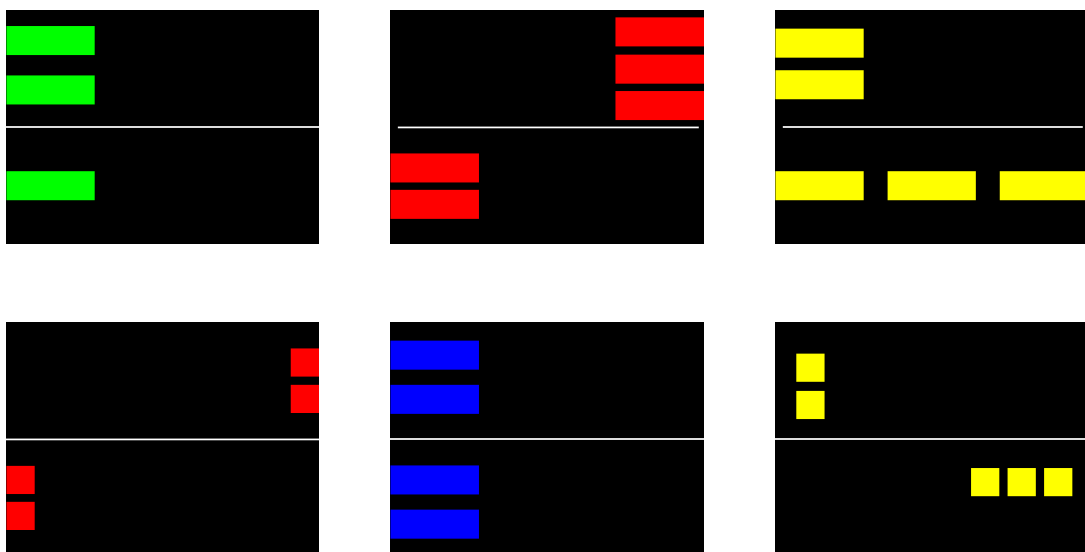
Items N (neutres) : Stratégie « Longueur = Nombre » n'est pas utilisée dans sa

dimension horizontale (items intercalés entre les différentes conditions)

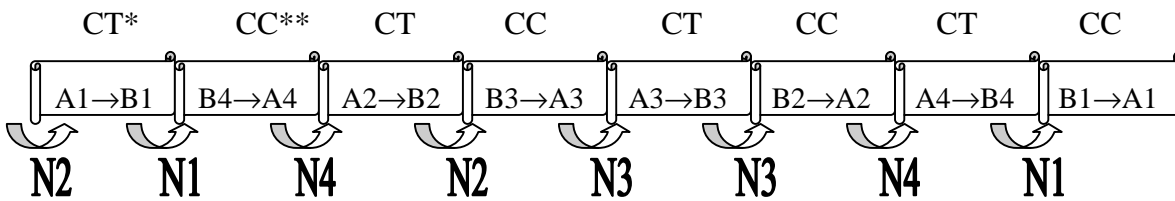


Items de Familiarisation : Six Items n'étant pas utilisés

dans la phase expérimentale



Une séquence expérimentale aléatoire pourrait alors être la suivante :



CT* : Condition – test : A puis B

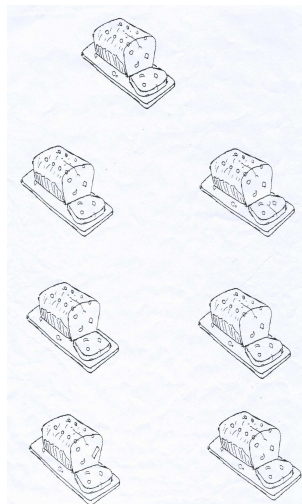
CC** : Condition – contrôle : B puis A

L'effet éventuel d'amorçage sera mesuré par la comparaison entre les temps moyens de réactions sur les items B en condition – contrôle (BC) et les temps moyens de réactions sur les items B en condition – test (BT). Un amorçage négatif correspondra à $BT > BC$ d'une manière significative.

Procédure du test de Kagan (1966)

Parallèlement à l'expérience de chronométrie mentale, chaque enfant entre six et douze ans, réalise une adaptation du test de Kagan : le Matching Familiar Figures. La consigne est donnée à l'enfant à partir d'une planche-exemple (voir Fig. 1).

Figure 1 : Planche – exemple du test de Kagan (1966)



L'expérimentateur tout en montrant la planche demande à l'enfant de bien regarder le modèle et de trouver sans se tromper, le plus vite possible, l'image qui est la même que le modèle. Si l'enfant échoue, l'expérimentateur exprime un doute et montre à l'enfant que les images varient très peu. Lorsque l'explication de la consigne est suffisante, la procédure expérimentale débute avec neuf planches consécutives (données en annexe, p 183). L'expérimentateur ne donne plus d'indications et relève sur une feuille de cotation la performance du sujet et son temps de réponse mesuré à l'aide d'un chronomètre à aiguilles classique. Les moyennes des scores et des temps sont ensuite réalisées et permettent de catégoriser les enfants du même âge selon les quatre catégories suivantes :

- **Rapide-exacts** : En dessous de la moyenne du temps et au-dessus de la moyenne de performance
- **Lent-exacts** : Au-dessus de la moyenne du temps et au-dessus de la moyenne de performance
- **Rapide-inexacts** : En dessous de la moyenne du temps et en dessous de la moyenne de performance
- **Lent-inexacts** : Au-dessus de la moyenne du temps et en dessous de la moyenne de performance

Expérience 2 :

L'expérience 2 reprend la procédure de chronométrie mentale de l'expérience 1 pour la soumettre de nouveau à d'autres sujets de six à douze ans. Le test de Kagan n'était plus proposé. Hormis la population de sujets, le matériel et la procédure sont donc identiques à l'expérience 1.

Population

La population totale de la seconde expérience était de 229 sujets âgés de 6 à 12 ans divisés en six groupes d'âges (voir détail en Tableau 2).

Tableau 2 : Description de la population des sujets dans l'expérience 2 :

| | 6 à 7 ans | 7 à 8 ans | 8 à 9 ans | 9 à 10 ans | 10 à 11 ans | 11 à 12 ans |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|----------------|----------------|
| Numéro du groupe | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Effectif du groupe | 30 | 35 | 40 | 41 | 45 | 38 |
| Age moyen | 6 ; 8 | 7 ; 7 | 8 ; 6 | 9 ; 6 | 10 ; 6 | 11 ; 4 |

3. Résultats

Nous nous sommes dans un premier temps intéressés spécifiquement à l'épreuve de chronométrie mentale.

Chronométrie mentale

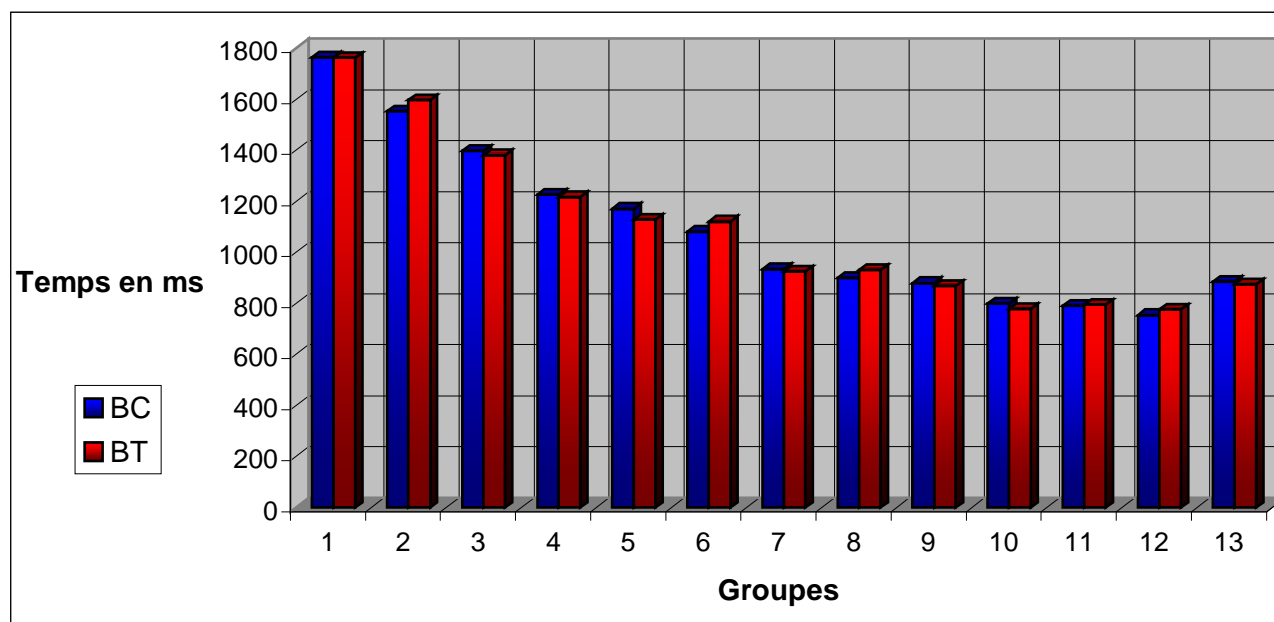
Les résultats devaient être calculés en fonction des temps moyens de réactions (mesurés en ms) de chaque groupe d'âge pour les réponses sur les items B (BC) en condition-contrôle et les items B (BT) en condition – test. Une analyse de comparaison des moyennes à l'aide de t de student permettait ensuite de déterminer la significativité de différence entre les deux conditions expérimentales (voir Tableau 3). Il est également indiqué le nombre de sujets retenus dans l'analyse compte tenu du fait que les sujets dont les temps de réactions s'écartaient à plus de 2.5 écarts-types de la moyenne devaient être exclus.

Tableau 3 : Temps moyens de réactions (en ms) à l'expérience 1

| groupes | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|-------------------------------|------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|------|-------|-------|------|
| <i>Sujets retenus</i> | 23 | 31 | 39 | 46 | 46 | 27 | 33 | 33 | 41 | 47 | 27 | 24 | 24 |
| <i>Temps moyens BC</i> | 1763 | 1553 | 1397 | 1227 | 1170 | 1080 | 934 | 900 | 880 | 799 | 791 | 754 | 885 |
| <i>Temps moyens BT</i> | 1761 | 1596 | 1380 | 1216 | 1128 | 1120 | 924 | 931 | 869 | 778 | 794 | 776 | 874 |
| <i>Différence BC - BT</i> | 2 | -43 | 17 | 11 | 42 | -40 | 10 | -31 | 11 | 21 | -3 | -22 | 11 |
| <i>Valeur du T de student</i> | 0.04 | -0.87 | 0.35 | 0.39 | 1.62 | -0.95 | 0.44 | -1.4 | 0.49 | 1.29 | -0.21 | -1.11 | 0.32 |
| <i>Valeur de p<</i> | .97 | .39 | .73 | .70 | .11 | .35 | .66 | .17 | .63 | .20 | .84 | .28 | .75 |

Les tests statistiques n'indiquent aucune différence significative entre les temps B en condition-contrôle et les temps B en condition-test. Les résultats peuvent être exprimés sous forme de graphique pour une plus grande lisibilité (voir Graph. 1).

Graphique 1 : temps moyens de réactions (en ms) sur les items BC et BT de l'expérience 1



Donnons maintenant les résultats de l'expérience 2 concernant la même expérience sur d'autres enfants de six à douze ans (voir Tableau 4).

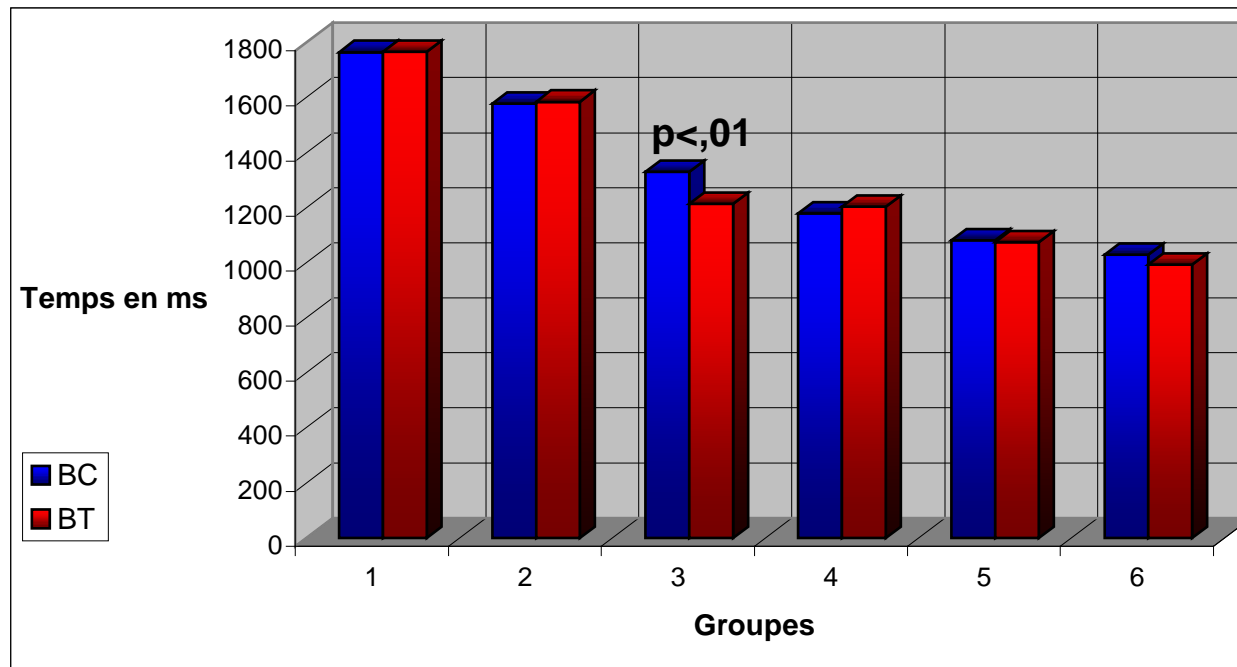
Tableau 4 : Temps moyens de réactions (en ms) à l'expérience 2

| groupes | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-------------------------------|------|------|--------------|------|-------|-------|
| <i>Sujets retenus</i> | 24 | 29 | 35 | 37 | 43 | 36 |
| <i>Temps moyens BC</i> | 1764 | 1577 | 1328 | 1177 | 1081 | 1029 |
| <i>Temps moyens BT</i> | 1765 | 1584 | 1213 | 1202 | 1072 | 991 |
| <i>Différence BC - BT</i> | -1 | -7 | 115 | -25 | 9 | 38 |
| <i>Valeur du T de student</i> | 0.01 | 0.10 | -2.58 | 0.91 | -0.35 | -1.23 |
| <i>Valeur de p<</i> | .99 | .92 | .01 | .37 | .73 | .23 |

Les tests statistiques indiquent une différence significative dans les temps de réactions moyens sur les différents items pour le groupe 3 dénotant ainsi un amorçage positif.

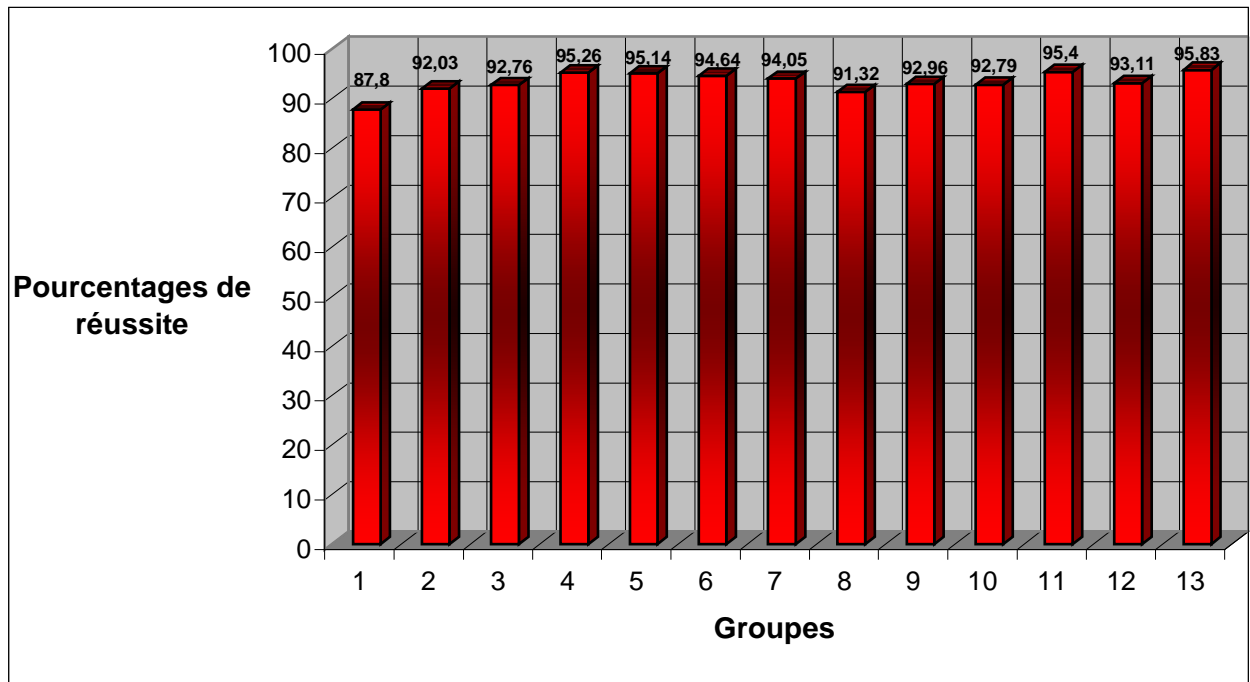
Présentons les résultats sous forme graphique :

Graphique 2 : temps moyens de réactions (en ms) sur les items BC et BT de l'expérience 2

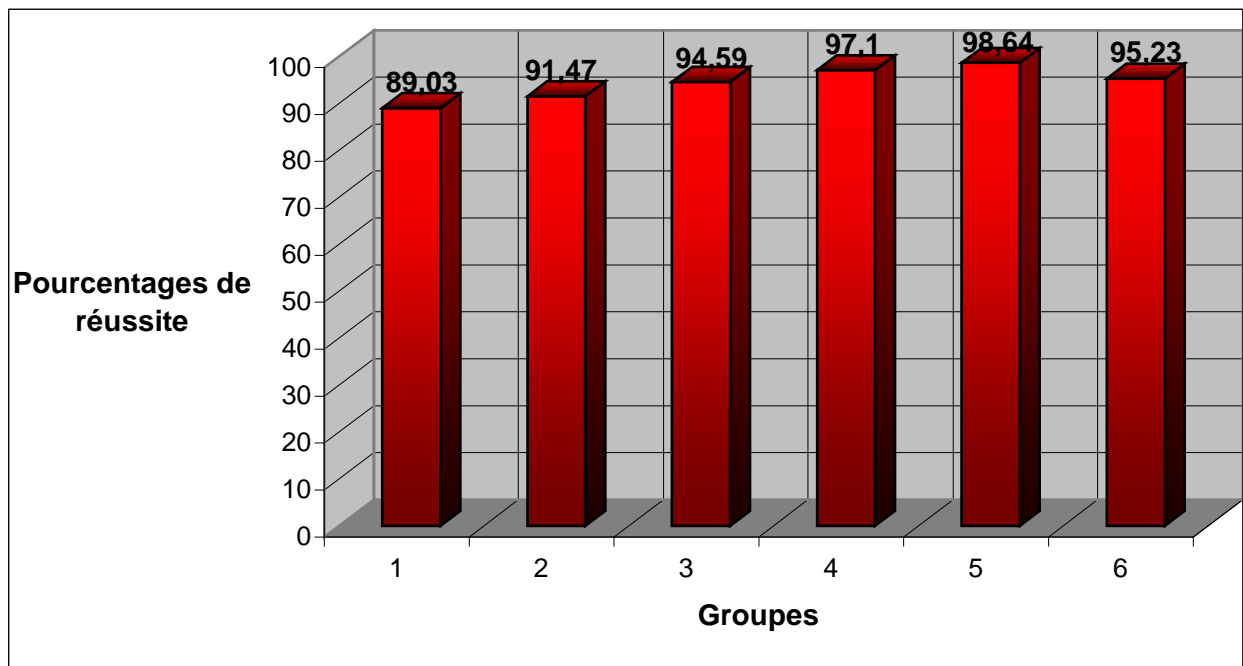


Il convient également de donner les taux de réussite globaux à tous les items de l'épreuve de chronométrie pour les expériences 1 et 2 (Graphs. 3 et 4). Il est à noter que les temps de réactions de sujets ne sont pris en compte que lorsqu'il y a réussite totale dans une condition.

Graphique 3 : Pourcentages de réussite globaux à l'expérience 1



Graphique 4 : Pourcentages de réussite globaux à l'expérience 2



Nous avons ensuite procédé à une analyse de la variance utilisant les données de l'expérience 2 et celles des groupes ultérieurs de l'expérience 1 afin d'utiliser les résultats les plus récents.

L'analyse porte donc sur un total de 433 sujets pour les temps de réactions moyens aux items BC et BT. Les résultats indiquent un effet global de l'âge sur les temps de réaction : $F(12,420)=70.66$, $p<.0001$. Il n'y a en revanche pas d'effet de la condition [$F(1,420)=0.25$, $p<.61$] et pas d'effet d'interaction entre l'âge et la condition [$F(12,420)=0.30$, $p<.99$].

Test de Kagan

Ce test ne concerne que les enfants de six à douze ans (groupes 1 à 6) de l'expérience 1. En raison de certaines contraintes temporelles scolaires, tous les sujets n'ont pas passé le test de Kagan. Dans ce test, les temps de réponses sont exprimés en secondes et la performance des sujets est comprise entre 0 et 1, 0 étant l'échec et 1 la réussite. Il est nécessaire de présenter tout d'abord les performances moyennes et les temps de réponses moyens (voir Tableau 5) pour chacun des six groupes. La catégorisation des sujets s'effectuera à partir de ces données.

Tableau 5 : Temps de réponses moyens et Performances moyennes au test de Kagan

| Groupes | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-------------------------------|------|-----|------|------|------|------|
| Performances Moyennes (0 à 1) | 0.27 | 0.4 | 0.38 | 0.39 | 0.49 | 0.49 |
| Temps moyens (en s) | 9 | 16 | 16 | 20 | 23 | 19 |

Suite à l'établissement de ces données, il est possible de catégoriser les sujets de manière individuelle en fonction de leur appartenance à une partie médiane pour leur temps moyen de réponse individuel et leur performance individuelle comparée aux mêmes données collectives.

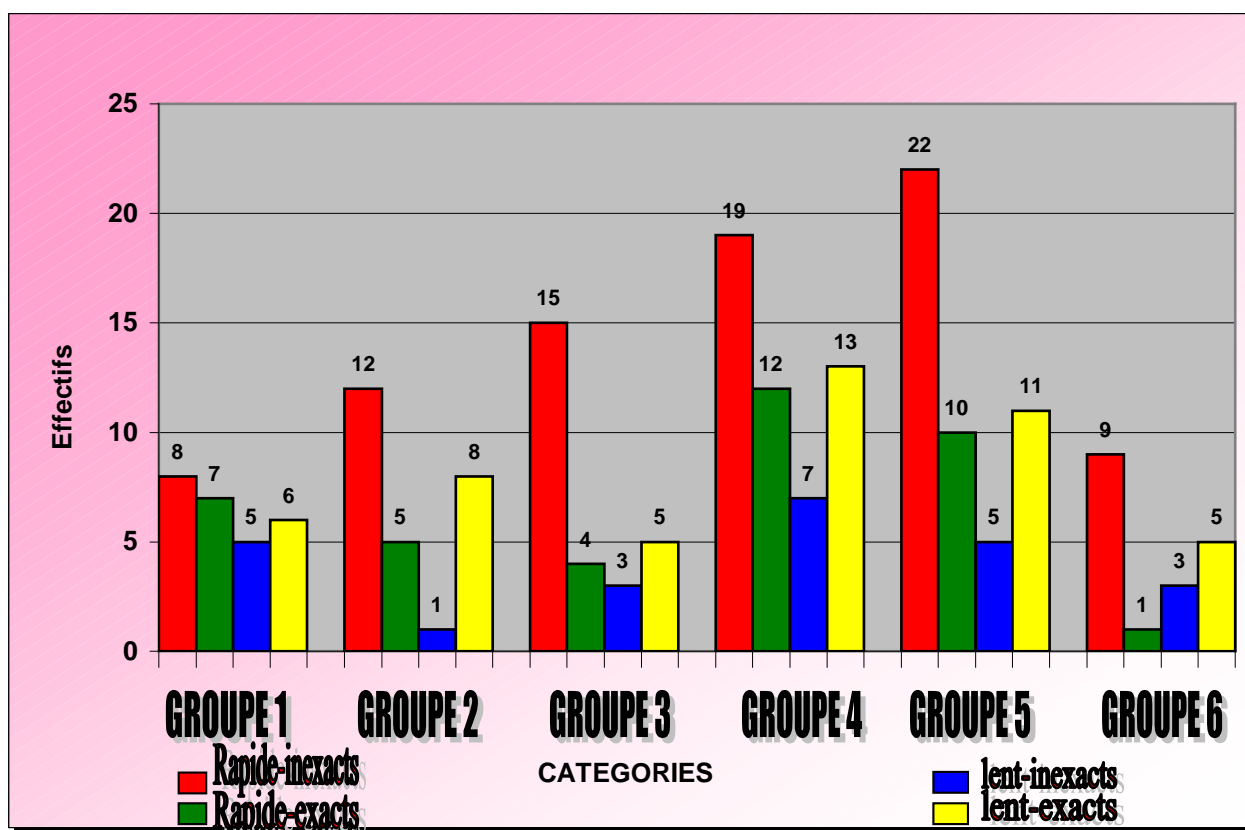
Tableau 6 : Effectifs des sujets pour chaque catégorie du test de Kagan

| Groupes | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| <i>Effectif total du Groupe</i> | 26 | 26 | 27 | 51 | 48 | 18 |
| Catégorie : Rapide – Exacts | 7 | 5 | 4 | 12 | 10 | 1 |
| Catégorie : Rapide – Inexacts | 8* | 12 | 15 | 19 | 22 | 9 |
| Catégorie : Lent – Exacts | 6 | 8 | 5 | 13 | 11 | 5 |
| Catégorie : Lent - Inexacts | 5 | 1 | 3 | 7 | 5 | 3 |

* : Les valeurs en gras indiquent la catégorie dominante de chaque groupe.

Nous exprimons ces résultats sous forme graphique afin d'améliorer la lisibilité pour le lecteur.

Graphique 5 : Effectifs des sujets par catégories du test de Kagan



Interaction chronométrie mentale et test de Kagan

Suite à la catégorisation des sujets en fonction du test de Kagan, nous avons réalisé de nouvelles comparaisons des temps moyens de réactions de l'expérience de chronométrie mentale. Il apparaît que dans les catégories du test de Kagan seule la catégorie « Rapide-Inexacts » est prompte à fournir un effectif suffisant pour accorder un crédit au calcul des *t* de Student. Aussi, nous choisissons de ne présenter que les résultats pour cette catégorie (Tableau 7).

Tableau 7 : Temps moyens de réactions aux items BC et BT
pour les sujets « Rapide – Inexacts »

| Groupes | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-------------------------------|-------------|-------|------|-------|-------------|-------|
| Sujets retenus dans l'analyse | 7 | 10 | 15 | 17 | 20 | 9 |
| Temps moyens BC | 1975 | 1651 | 1369 | 1251 | 1180 | 1109 |
| <i>Temps moyens BT</i> | 1810 | 1716 | 1310 | 1326 | 1104 | 1126 |
| <i>Différence BC - BT</i> | 165 | -65 | 59 | -75 | 76 | -17 |
| <i>Valeur du T de student</i> | 2.18 | -0.93 | 0.69 | -1.69 | 2.37 | -0.27 |
| <i>Valeur de p<</i> | .07 | .38 | .49 | .11 | .02 | .79 |

Les résultats indiquent des différences significatives entre les conditions pour les groupes 1 et 5. Ces résultats traduisent des amorçages positifs.

4. Discussion

A la suite de nos résultats statistiques, plusieurs points nécessitent d'être éclaircis. D'emblée, il est possible d'énoncer que les résultats obtenus par Houdé et Guichart (2001) ne sont pas répliqués dans notre étude. En effet, à aucun moment il n'a été trouvé un amorçage négatif dans les temps de réactions des sujets qui auraient pu ainsi être le révélateur direct de l'inhibition dans la tâche piagétienne de conservation du nombre. Toutefois, il n'est pas possible de conclure également dans le sens d'une absence d'inhibition. Par définition, l'amorçage négatif est le révélateur direct de l'inhibition mais une absence d'amorçage ou un amorçage positif ne désignent pas pour autant l'absence d'inhibition. Selon Tipper (1985), l'absence d'amorçage ou l'amorçage positif traduiraient l'inhibition comme étant un épiphénomène dans la tâche. Ainsi, nos résultats ne contredisent nullement ceux de Houdé et Guichart (2001) mais montrent davantage que l'inhibition n'était qu'un phénomène secondaire dans le fonctionnement cognitif des sujets. L'inhibition semble tout de même présente car les temps des items d'interférence étaient toujours significativement supérieurs aux temps des items de covariation quelle que soit la condition (analyse non présentée pour éviter la profusion de résultats, car il s'agit dans ce type de procédure d'un contrôle expérimental). Par ailleurs, il convient de préciser que le phénomène d'amorçage négatif est extrêmement fuyant et versatile provoquant parfois de nombreuses surprises lorsqu'il est étudié. Il est donc possible d'énoncer d'après nos résultats que de l'enfance à l'âge adulte, nous utilisons l'inhibition dans la tâche piagétienne de conservation du nombre mais de manière secondaire.

Mis à part l'absence de résultats significatifs au niveau chronométrique, un aspect se révèle important dans notre étude. En effet, les taux de réussite dans la tâche apparaissent comme étant très élevés dès le plus jeune âge.

Bien sûr, il ne s'agit nullement dans notre étude chronométrique d'une épreuve stricte de conservation comme le faisait Piaget (1941a). Toutefois, comme nous l'avions déjà relevé dans le chapitre 4, il semble que lorsqu'un sujet doit répondre à une situation numérique s'apparentant à la conservation, sans se justifier, la tâche soit mieux réussie.

Ainsi, ces résultats posent la question de l'argumentation nécessaire dans les épreuves de Piaget (1941a ; 1941b) vis-à-vis du raisonnement de l'enfant. Poser la nécessité de l'argumentation dans la conservation est-il réellement s'assurer de la robustesse d'une compétence ou au contraire introduire une interférence prompte à masquer cette compétence ?

Le second volet de notre étude concerne les résultats du test de Kagan (1966). Nos données indiquent clairement une prédominance dans la catégorisation des sujets en faveur de la catégorie « Rapide – Inexacts ». Il s'agit si l'on s'en réfère à Kagan (1966) typiquement de la catégorie des enfants dits « impulsifs ». Il serait alors possible de se risquer à une conclusion triviale qui est que dans la population générale, il existe davantage d'enfants « impulsifs » que réflexifs ». Toutefois, notre objectif n'était pas cette conclusion mais la comparaison entre impulsivité et chronométrie mentale. Les résultats ne portant que sur peu de sujets sont bien entendus à considérer sous toute réserve. De plus, les résultats en population générale ne montrant pas d'effet d'amorçage négatif dans les temps de réactions des sujets, notre hypothèse selon laquelle l'enfant « impulsif » démontrerait moins d'inhibition n'a pas de validité statistique. En effet, l'absence d'amorçage dans les temps de réactions des enfants « impulsifs » est logique au vu des résultats de la population générale. La prudence expérimentale est alors de rigueur et nous renvoyons le débat sur ce point. Outre cet aspect, la question de sensibilité de ce test peut être posée, compte-tenu de la prédominance nette d'une catégorie de sujets.

CHAPITRE VI
CHRONOMETRIE MENTALE DANS LES CONSERVATIONS
DE LA LONGUEUR ET DU POIDS : LE CONTINU

1. Position du problème

Les résultats du chapitre 5, traitant d'une quantité discontinue, indiquent clairement que l'inhibition apparaît comme un phénomène secondaire dans la tâche de conservation du nombre. Toutefois, la conservation du nombre est une tâche parmi les autres tâches piagésiennes. Faut-il donc pour autant éluder à partir de cette seule épreuve l'hypothèse de Dempster (1995) selon laquelle les tâches piagésiennes ont davantage à voir avec la résistance à une interférence plutôt qu'avec un raisonnement opératoire logico-mathématique ? L'article d'Olivier Houdé (2000) montre que l'inhibition semble prédominante dans bon nombre de tâches étudiant le fonctionnement cognitif. Il nous est donc apparu comme nécessaire de perdurer dans l'optique de dégager la prégnance de l'inhibition dans les tâches de conservation. Puisque dans la conservation du nombre l'inhibition s'avère secondaire, nous allons maintenant nous intéresser aux autres types de conservation. Piaget (1941b) classait les conservations comme étant dépendantes de deux types de quantités. Le nombre est une quantité discontinue mais la conservation concerne également des quantités continues comme la longueur, le poids, le volume ou d'autres. Entre ces différents types de quantités, Piaget observait un phénomène qu'il nommait décalage « horizontal » correspondant pour la même compétence, c'est-à-dire la conservation, à des apparitions différentes dans le décours temporel du développement de l'enfant selon le type de quantité impliqué. Ainsi, nous avons déjà énoncé que la conservation du nombre se situait chez l'enfant à environ sept ans pour Piaget (1941a). La conservation de la substance (Piaget ; 1941b) serait une compétence avérée chez l'enfant sensiblement au même âge c'est-à-dire à environ six ans et demi.

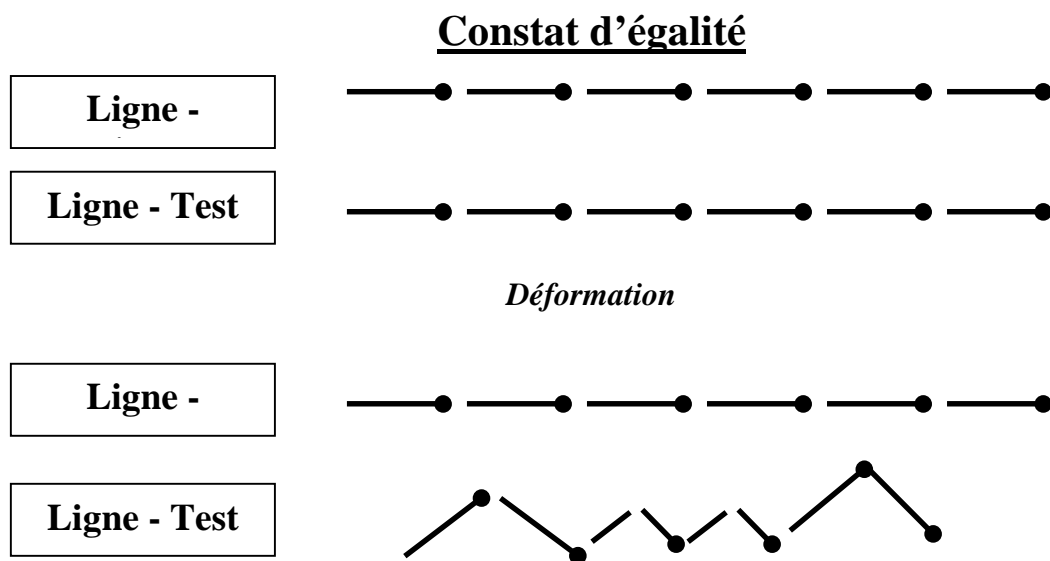
La conservation des longueurs apparaîtrait plus tardivement que le nombre et la substance c'est-à-dire à environ huit ans (Piaget ; 1948). La conservation du poids (Piaget ; 1941b) serait présente chez les enfants à environ dix ans et enfin, la dernière compétence de conservation acquise par l'enfant serait la conservation du volume à environ douze ans.

Le point commun de toutes ces tâches, mis à part le fait que ce soit de la conservation, concerne l'hypothèse de la nécessité d'inhibition d'un schème dangereux. Notre choix s'est porté sur l'étude plus particulièrement des épreuves de conservations des longueurs et du poids. Comme nous l'avons fait pour la conservation du nombre, nous allons donc détailler les épreuves de Piaget pour expliquer notre hypothèse de l'inhibition présente dans ces tâches.

La conservation des longueurs était étudiée de différentes manières par Piaget (1948). Toutefois, l'épreuve la plus sensible semble être celle de la déformation des longueurs. La procédure consiste à prendre des allumettes de longueurs égales. Il est ensuite disposé devant l'enfant un nombre d'allumettes mises bout à bout et formant ainsi une ligne d'une certaine longueur (voir Fig. 1 pour l'illustration de la procédure). L'enfant doit établir une autre ligne d'allumettes pour obtenir la même longueur parallèlement à la ligne-témoin déjà construite. Il s'agit ici de la phase du constat d'égalité nécessaire par définition à une éventuelle notion de conservation ultérieure. L'expérimentateur met alors l'enfant en situation en lui expliquant que ces deux lignes sont deux chemins à parcourir et lui demande de confirmer que deux fournis par exemple parcourront le même chemin, « autant long » pour les deux. Lorsque l'enfant admet cette égalité, l'expérimentateur procède à une déformation en disposant par exemple les allumettes en zigzags et en fractionnant quelques-unes d'entre elles de manière à ce que « l'enfant ne se borne pas à compter les éléments » (Piaget ; 1948, p.133) mais « raisonne bien sur la longueur même du trajet ». La ligne-témoin reste inchangée et la ligne-test n'est plus alignée avec la ligne-témoin en regard des extrémités des deux lignes.

Il est alors demandé à l'enfant : « C'est la même chose long de là à là (en montrant la ligne-témoin) et de là à là (en montrant la ligne déformée) ? ». Face à cette situation, l'enfant avant huit ans répond que « ce n'est plus le même chemin long » caractérisant ainsi une absence de conservation.

Figure 1 : Procédure de la conservation des longueurs selon Piaget (1948)



L'enfant justifie alors sa réponse erronée par le fait que les extrémités des deux lignes ne sont plus en regard l'une et l'autre ou encore que le « chemin » de la ligne-test n'étant plus rectiligne, le trajet devient forcément différent de celui de la ligne-témoin. L'apparition de la notion de conservation des longueurs était pour Piaget (1948) sous-tendue par un raisonnement opératoire nécessaire tout comme pour la conservation du nombre (Piaget ; 1941a). L'enfant doit arriver à coordonner les opérations de partition, de placement et de déplacement. La partition concerne le fait que la longueur totale d'une ligne peut-être décomposée en autant de segments qu'il est possible d'imaginer, s'il n'y a pas d'ajout ou de retrait de « matière », la longueur demeurera constante.

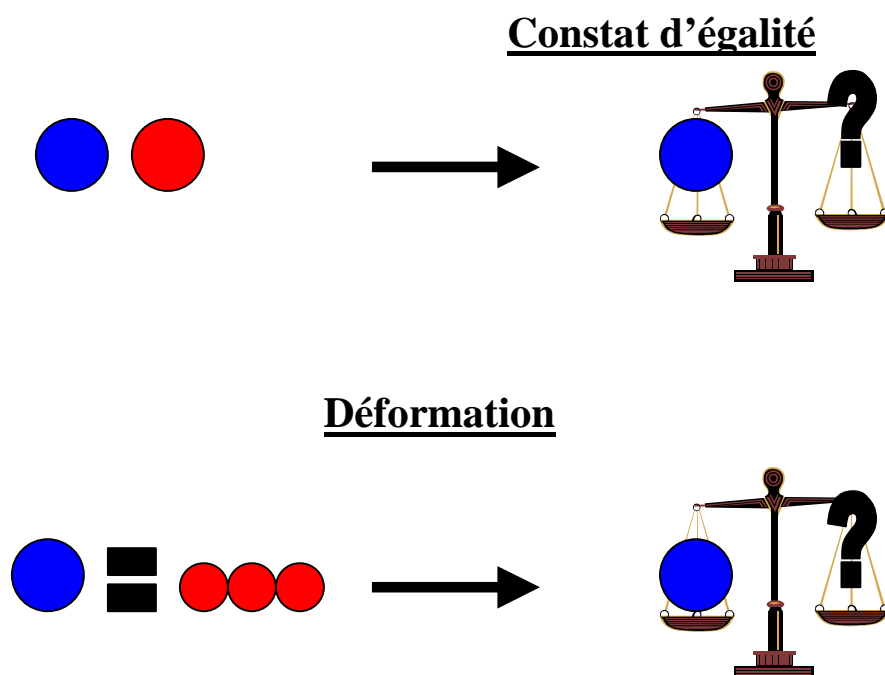
Le placement et le déplacement désignent plus particulièrement la disposition spatiale des éléments constituant une ligne qui quelle que soit son organisation n'altérera pas la longueur totale. Lorsque l'enfant combine, « compose » au sens piagétien ces différentes opérations, il peut alors faire preuve de conservation des longueurs. La question que nous posons alors est : Est-il certain qu'il s'agit bien d'un manque de raisonnement opératoire pour expliquer l'échec à l'épreuve de conservation des longueurs ou l'échec serait davantage à expliquer par un déficit d'inhibition ? En effet, comme dans la conservation du nombre, il semble que l'enfant se trouve face à une situation où la prégnance d'une stratégie visuo-spatiale pourrait créer un effet d'interférence. Par exemple, l'enfant échouant à la conservation des longueurs (cf. Fig.1) et répondant que ce n'est plus la même longueur car le nombre d'éléments a changé, ne manifeste-t'il pas une erreur de raisonnement en se basant sur une stratégie de type « Nombre = Longueur » ? Pour autant, ce même enfant de l'aveu même des résultats de Piaget (1948) pourrait réussir la même tâche s'il n'y avait pas de fractionnement des allumettes. Ainsi, l'enfant est capable de conceptualiser la conservation des longueurs lorsqu'il n'y a pas de partition tout en échouant lorsque le fractionnement est opéré. L'hypothèse de Dempster (1995) trouve alors toute sa force dans ce cas particulier puisque la compétence de conservation est présente mais elle disparaît lorsque l'interférence change de nature. Il semble donc que l'échec à la tâche de conservation des longueurs serait davantage à interpréter en terme de non-résistance à l'interférence plutôt qu'en terme de déficit opératoire. Nous chercherons dans nos expériences à tester cette hypothèse d'inhibition à l'aide d'une adaptation du paradigme de Tipper (1985) et d'une simplification de la tâche de Piaget (1948).

La conservation du poids (Piaget ; 1941b) est également une épreuve intéressante du point de vue de l'inhibition.

Bien qu'elle fût déclinée sous plusieurs formes par la suite, l'expérience originelle de conservation du poids peut être trouvée dans la succession de la conservation de la substance. En effet, Piaget (1941b) profitait de la passation de l'épreuve de conservation de la substance pour ensuite poser la question du poids et du volume aux mêmes enfants. C'est ainsi qu'il a pu mettre en évidence très clairement cette notion de décalage « horizontal » en énonçant que la conservation de la substance apparaît avant celle du poids et le cycle s'achève avec la conservation du volume. La conservation du poids serait présente à environ dix ans chez les enfants. L'épreuve de conservation du poids consiste donc à faire réaliser l'épreuve de conservation de la substance à l'enfant (voir chapitre 4 pour une description) puis de lui poser des questions relatives aux poids des substances. Pour simplifier la tâche, Piaget (1941b) utilisait des balances avec deux plateaux permettant une anticipation de l'enfant sur le poids des objets (voir Fig. 2). L'expérimentateur constituait une boule de pâte à modeler et demandait à l'enfant de faire la même boule « pour qu'il y ait autant de pâte pour toi et pour moi ». Une fois le constat d'égalité de substance réalisé, l'expérimentateur montrait une balance à l'enfant et mettait l'une des boules sur un plateau. L'enfant devait alors convenir de l'égalité de poids entre les deux boules c'est-à-dire admettre que si la deuxième boule était posée sur l'autre plateau, la balance serait équilibrée. Cette phase étant réalisée, l'expérimentateur effectuait une déformation ou un fractionnement de l'une des boules de pâte à modeler. Dans le cas d'un fractionnement, l'expérimentateur demandait à l'enfant : « s'il y a toujours autant de pâte dans la boule là (montrant la boule-témoin) que là, là et là (montrant par exemple trois boules plus petites en taille mais équivalentes en substance) ». Si l'enfant répondait correctement, il était alors possible d'étudier la conservation du poids en mettant la boule-témoin sur la balance et en faisant prédire le résultat de la pesée à l'enfant si les trois boules étaient posées sur l'autre plateau.

Avant dix ans, l'enfant réussissait à répondre en terme de conservation de la substance, mais n'admettait pas encore que le poids se conservait également en regard de la substance. L'enfant répondait par exemple que la balance pencherait du côté des trois boules car il y aurait plus d'éléments sur ce plateau.

Figure 2 : Procédure de la conservation du poids selon Piaget (1941b)



L'échec à la tâche de conservation du poids avant dix ans était interprété par Piaget (1941b) par l'absence d'un raisonnement opératoire. Ainsi, l'enfant n'était pas capable de « composer » plusieurs opérations c'est-à-dire comprendre que la partition de la substance n'entraîne pas une perte de poids puisque chaque partie de substance garde un poids invariant. L'enfant doit donc mettre à contribution l'axiome selon lequel : « le Tout est égal à la somme des parties ». Ce groupement opératoire permettra à l'enfant de raisonner ensuite en termes de réversibilité (c'est toujours la même chose) ou de compensation (il y a plus de boules mais elles sont plus petites).

Une fois encore, nous mettons en doute ce raisonnement en supposant que l'enfant puisqu'il réussit la conservation de la substance devrait admettre également l'invariance du poids au même âge. Dans cette situation de conservation du poids, il semble encore que l'enfant soit face à une interférence telle qu'il dénote un déficit d'inhibition face à elle. Dans le cas du fractionnement, l'interférence visuo-spatiale serait alors la stratégie non-pertinente « Nombre = Poids » qui en ce cas devient un schème dangereux pour l'enfant. Pour autant, l'enfant échoue-il à l'épreuve de conservation du poids en raison d'un déficit inhibiteur liée à cette stratégie non-pertinente ou l'échec doit-il être expliqué par l'absence d'un raisonnement opératoire ? Nous répondrons à cette question par notre expérience de chronométrie mentale impliquant la conservation du poids.

2. Présentation des expériences

Pré-test : chronométrie mentale et conservation des longueurs

Population

Nous avons souhaité dans un premier temps pré-tester notre tâche de chronométrie mentale inspirée de la conservation des longueurs sur 26 sujets âgés de six à sept ans (âge moyen : 6 ;7 mois).

Matériel

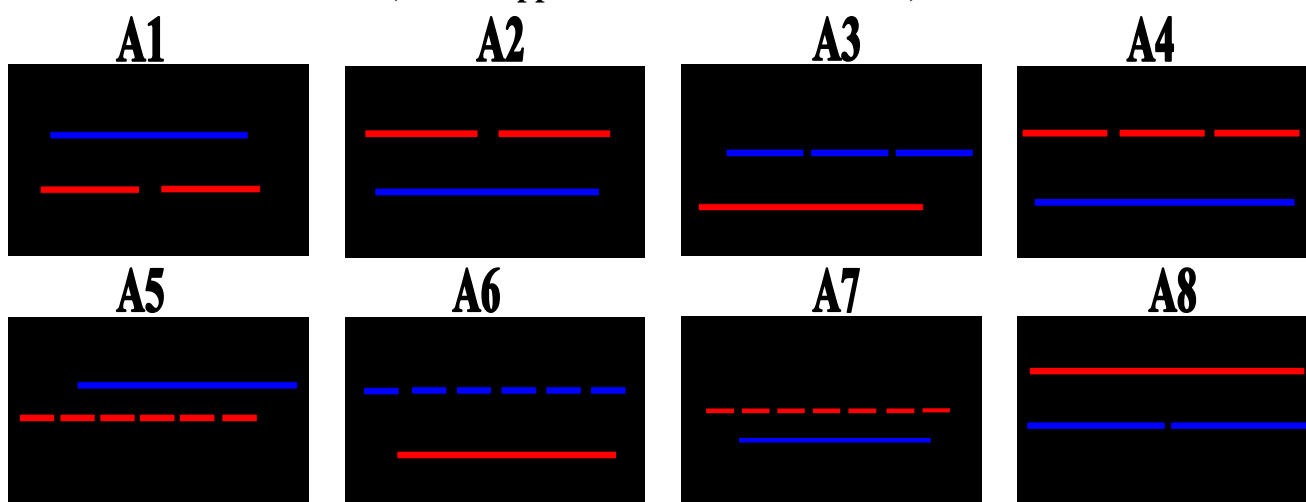
Le matériel de cette expérience est identique à celui utilisé pour l'expérience du chapitre 5. Il s'agit donc d'un ordinateur portable équipé du logiciel SuperLab Pro ® et d'un boîtier de réponse informatisé.

Procédure

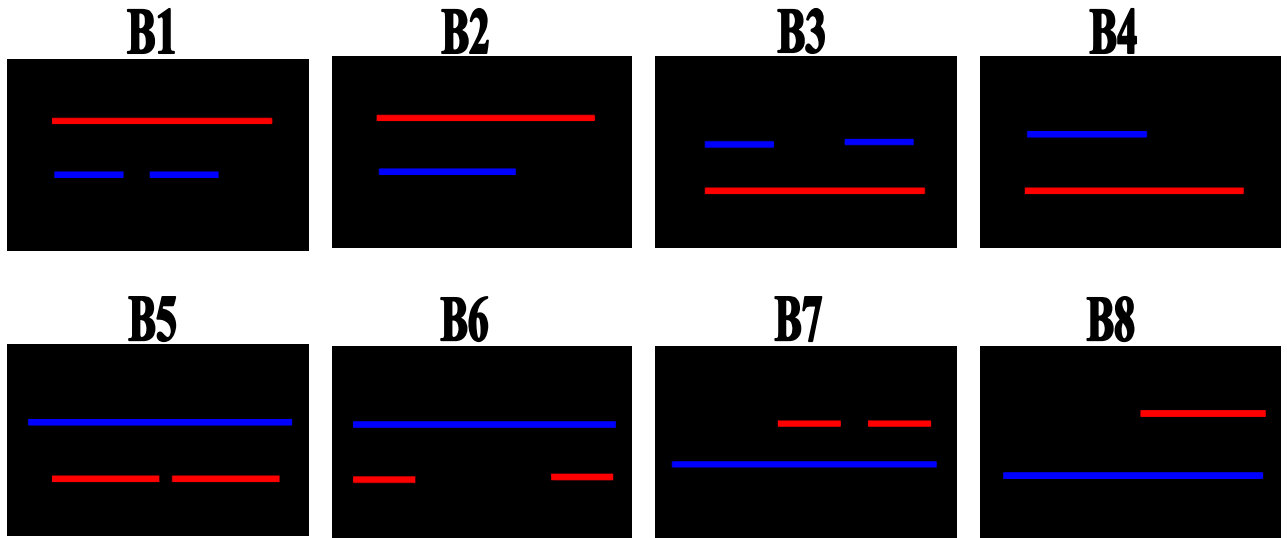
La passation de l'épreuve s'effectue dans une pièce isolée du bruit dans l'enceinte de l'école. L'enfant est face à l'ordinateur et répond avec sa main dominante à l'aide d'un boîtier informatisé mesurant ses temps de réactions face aux stimuli. L'expérimentateur dit à l'enfant qu'il va réaliser un jeu dans lequel il va voir à l'écran des lignes ou des morceaux de lignes et qu'il va devoir dire si c'est la même longueur ou pas. L'expérimentateur lance ensuite le logiciel et aide l'enfant dans la phase de familiarisation de six items avant de se taire complètement pendant la phase expérimentale. Les stimuli sont affichés sur l'écran avec deux couleurs différentes permettant d'établir deux collections d'évènements différentes. L'enfant doit juger s'il y a équivalence ou non de la longueur totale de tous les éléments d'une couleur par rapport aux éléments de l'autre couleur. L'enfant doit ainsi presser sur deux boutons identifiés comme « même longueur » ou « pas même longueur ». La consigne est de répondre le plus vite possible sans faire d'erreurs. Quand un bouton est pressé, l'ordinateur enregistre le temps de réaction du sujet depuis la présentation initiale du stimulus puis déclenche la présentation du stimulus suivant en observant 1500ms d'intervalle inter-stimuli. Les stimuli sont librement inspirés de la technique de Piaget (1948) dans l'épreuve de conservation des longueurs. La conservation sous-entend le fait d'imaginer que le fractionnement d'une ligne n'entraîne pas forcément une longueur moindre par rapport à une ligne-témoin non fragmentée. Il ne s'agit donc pas de conservation au sens strict où l'entendait Piaget (1948) mais davantage de stimuli présentant des problématiques s'apparentant à des résultantes de conservation. L'expérience est construite de telle manière qu'elle comprend quatre conditions-contrôles, quatre conditions-tests et huit items neutres. Cependant à la différence de l'expérience de chronométrie mentale sur le nombre, les items sont toujours différents dans cette expérience mais correspondent à des types de stimuli bien identifiés.

Dans la condition-test, il y a quatre paires d'items qui sont construites de telle façon que la stratégie « Nombre = Longueur » est non-pertinente dans un premier temps (les items A ou de « conservation ») puis cette même stratégie devient celle à activer sur l'essai suivant (les items B d'activation de la stratégie) dans le sens où le nombre amoindrit la longueur ou n'influe pas sur elle rendant alors possible l'utilisation de la stratégie « Nombre = Longueur ». La condition – contrôle correspond à l'ordre de présentation inverse des items. Le logiciel distribue de manière aléatoire les quatre conditions-contrôles et les quatre conditions-tests. Chaque condition est précédée d'un item neutre (N) permettant d'écarter la stratégie « Nombre = Longueur » sous sa dimension horizontale du traitement cognitif du sujet. Les items neutres représentent des figures géométriques ou des bâtonnets qui rendent la stratégie « Nombre = Longueur » ni pertinente, ni non-pertinente. Donnons maintenant l'ensemble des stimuli :

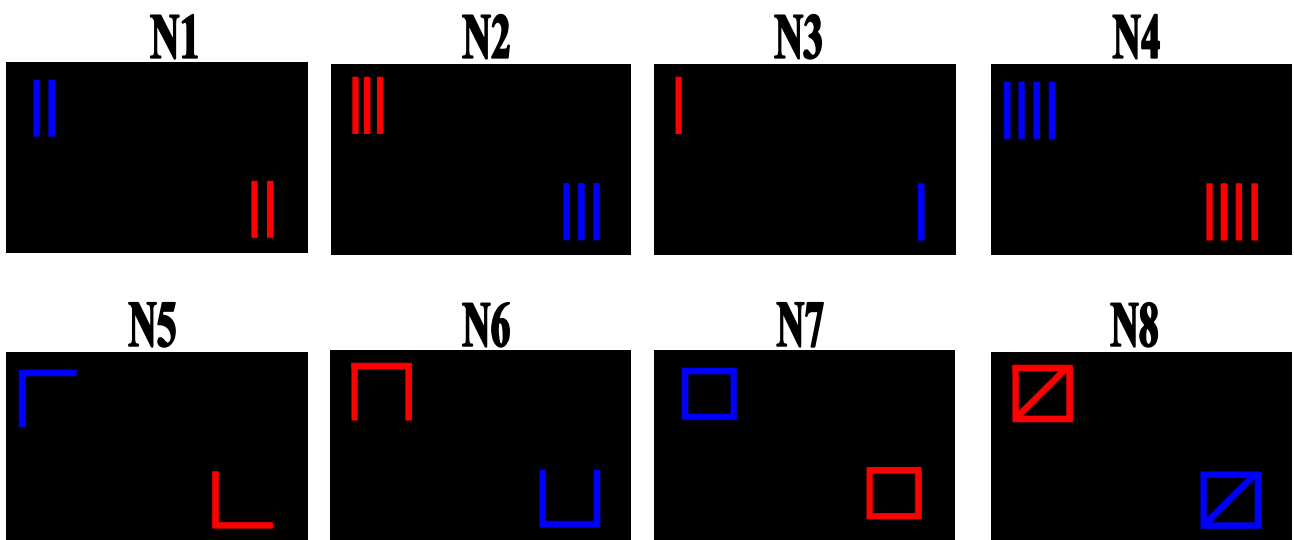
**Items A : Stratégie « Nombre = Longueur » devant être inhibée
(items s'apparentant à la conservation)**



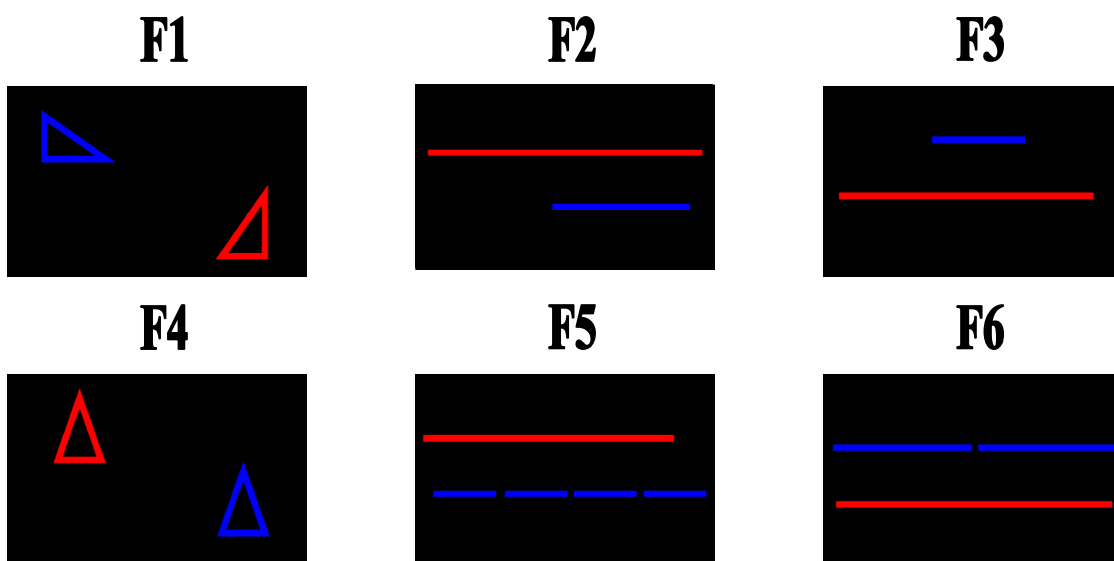
Items B : Stratégie « Nombre = Longueur » pouvant être activée



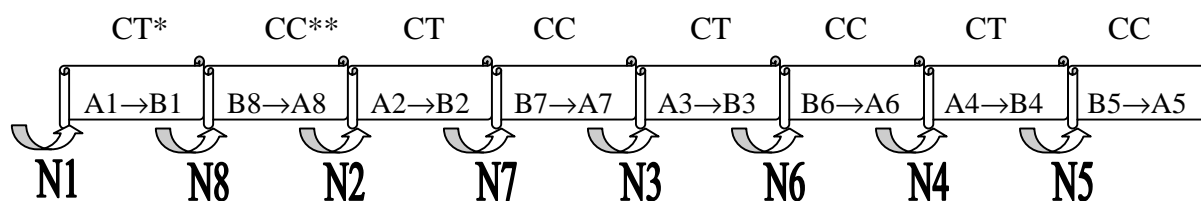
Items neutres : Stratégie “Nombre = Longueur” n’est pas utilisée dans sa dimension horizontale (items intercalés entre les différentes conditions)



Items de Familiarisation : Six items n'étant pas utilisés dans la phase expérimentale



Une séquence expérimentale pourrait alors être la suivante :



CT* : Condition – test : A puis B

CC** : Condition – contrôle : B puis A

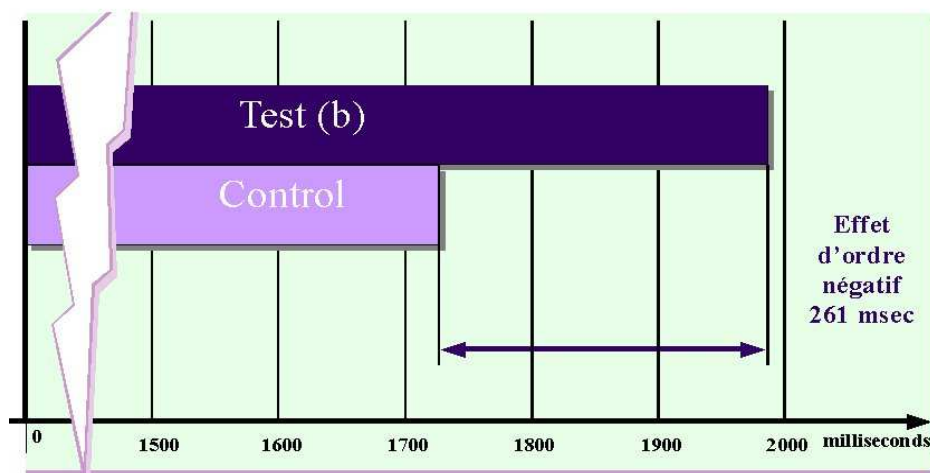
Nous mesurerons non pas un effet éventuel d'amorçage négatif car il serait erroné d'utiliser ce terme en regard de la procédure stricte de Tipper (1985) mais un effet éventuel d'ordre négatif c'est-à-dire des différences de temps de réactions dues à l'ordre de présentation d'items différents mais équivalents en termes de stratégies. Il sera mesuré par la comparaison des temps moyens sur les items B en condition-contrôle (BC) et des temps moyens sur les items B en condition-test (BT). L'effet d'ordre négatif se traduirait par un rapport $BT > BC$ significatif.

Résultat

Nous donnons ici le résultat de notre pré-test. 22 sujets ont été retenus dans l'analyse.

L'analyse post-hoc des temps de réactions des enfants indique une différence significative [$t(21) = -2.39, p < .02$] entre les temps moyens sur les items BC (1731ms) et BT (1993ms) traduisant un effet d'ordre négatif de 261ms. (Illustré par le Graph. 1).

Graphique 1 : Temps moyens de réactions sur les items B
Entre les conditions-tests et conditions-contrôles



Expérience 1 :

Suite à notre pré-test, nous avons effectué une étude développementale complète.

Population

La population totale de cette expérience est constituée de 454 sujets âgés de 6 ans à 47 ans divisés en treize groupes d'âges. Il est à noter que le groupe d'adultes est inséré dans la population mais son faible effectif ne permet pas de réaliser les mêmes analyses que pour les autres groupes. Le détail des caractéristiques des sujets est donné dans le tableau 1. Le matériel et la procédure expérimentale étaient strictement identiques au pré-test.

Tableau 1 : Description de la population des sujets dans l'expérience 1 :

| | 6 à 7 ans | 7 à 8 ans | 8 à 9 ans | 9 à 10 ans | 10 à 11 ans | 11 à 12 ans | 12 à 13 ans | 13 à 14 ans | 14 à 15 ans | 15 à 16 ans | 16 à 17 ans | 17 à 18 ans | adultes |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|
| Numéro du groupe | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Effectif du groupe | 30 | 35 | 40 | 41 | 45 | 38 | 32 | 36 | 39 | 47 | 29 | 26 | 16 |
| Age moyen | 6 ; 8 | 7 ; 7 | 8 ; 6 | 9 ; 6 | 10 ; 6 | 11 ; 4 | 12 ; 6 | 13 ; 7 | 14 ; 5 | 15 ; 5 | 16 ; 5 | 17 ; 5 | 28 ; 7 |

Résultats

Une analyse des temps moyens de réactions des sujets comme présentée dans le pré-test permettait de déterminer les éventuels effets d'ordre négatifs (voir résultats en Tableau 2). Le nombre de sujets retenus dans l'analyse est également indiqué étant donné que nous avons appliqué les mêmes critères d'exclusion que dans l'expérience de chronométrie mentale sur la conservation du nombre.

Tableau 2 : Temps moyens de réactions (en ms) à l'expérience 1

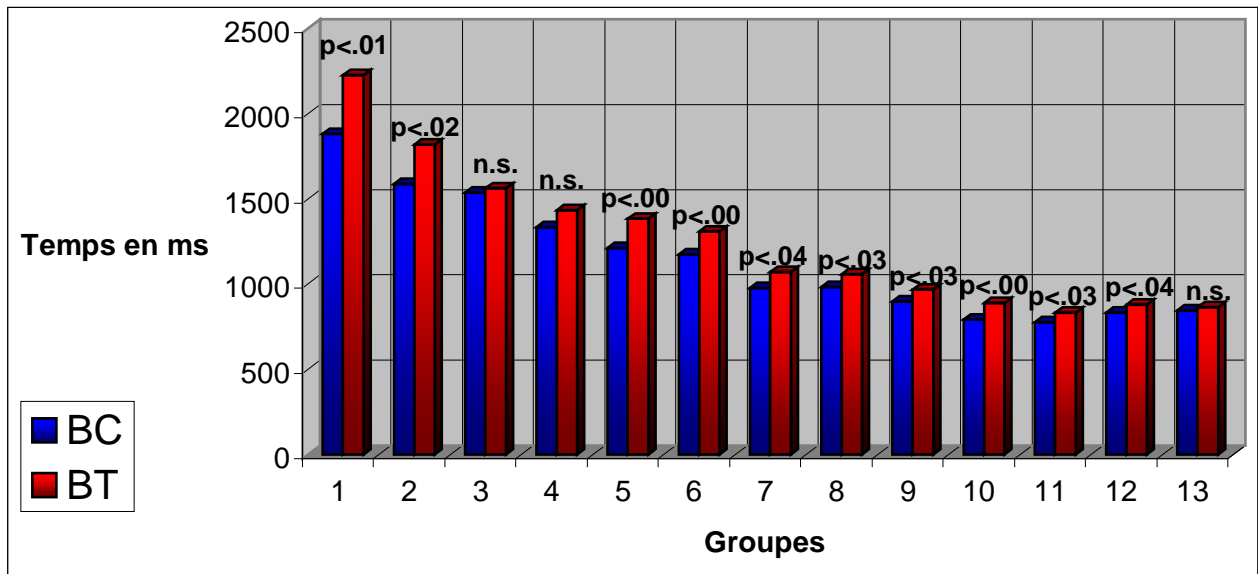
| groupes | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|-------------------------------|-------------|-------------|------|------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------|
| <i>Sujets retenus</i> | 21* | 26 | 34 | 34 | 39 | 33 | 28 | 34 | 36 | 43 | 26 | 25 | 14 |
| <i>Temps moyens BC</i> | 1881 | 1588 | 1538 | 1334 | 1212 | 1175 | 978 | 984 | 900 | 794 | 777 | 832 | 846 |
| <i>Temps moyens BT</i> | 2225 | 1820 | 1562 | 1435 | 1385 | 1310 | 1072 | 1059 | 969 | 890 | 834 | 881 | 865 |
| <i>Différence BC - BT</i> | -344 | -232 | -24 | -101 | -173 | -135 | -94 | -75 | -69 | -96 | -57 | -49 | -19 |
| <i>Valeur du T de Student</i> | 2.54 | 2.43 | 0.56 | 1.81 | 3.96 | 4.71 | -2.13 | -2.29 | -2.15 | -4.28 | -2.27 | -2.07 | -0.4 |
| <i>Valeur de p<</i> | .02 | .02 | .60 | .07 | .00 | .00 | .04 | .03 | .03 | .00 | .03 | .04 | .70 |

* : Les groupes ayant des valeurs en gras sont ceux dont les tests t sont significatifs à .05

Les résultats significatifs traduisent des phénomènes d'effets d'ordre négatifs.

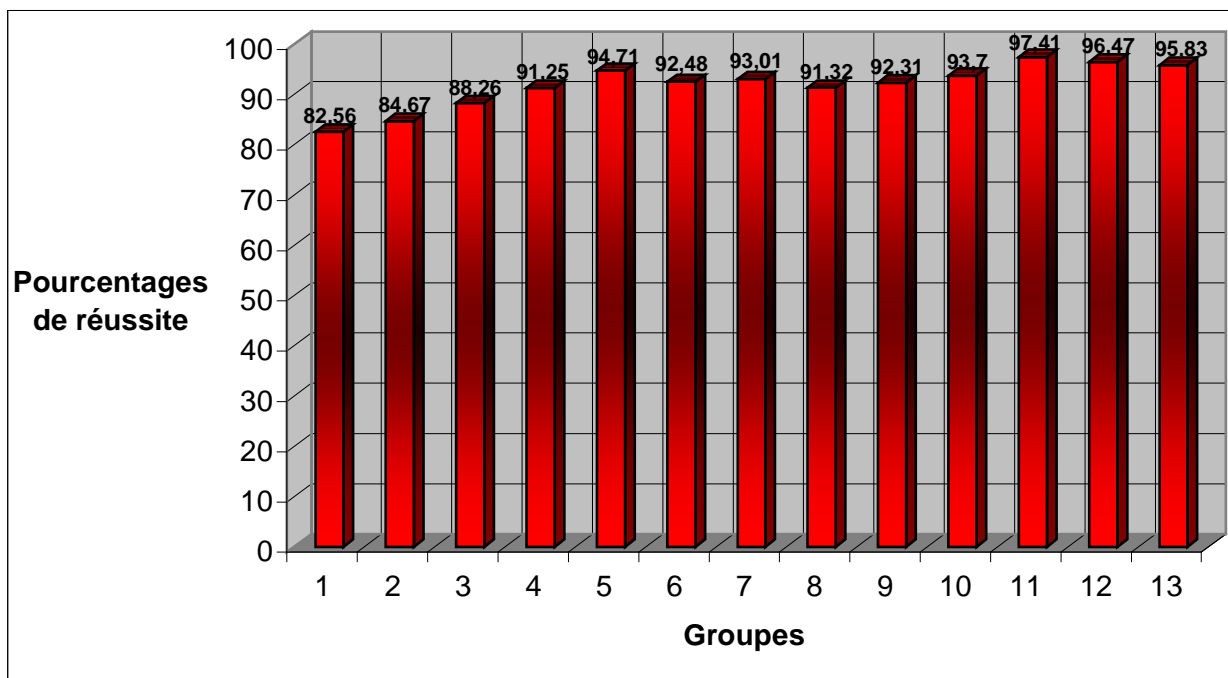
Les résultats peuvent être exprimés sous forme graphique (voir Graph. 2).

Graphique 2 : temps moyens de réactions (en ms) sur les items BC et BT à l'expérience 1



Donnons également les pourcentages de réussite aux items de l'expérience 1 :

Graphique 3 : Pourcentages de réussite globaux à l'expérience 1



Nous avons ensuite procédé à une analyse de la variance des temps de réactions portant sur un effectif de 393 sujets. Nous trouvons un effet significatif de l'âge : $F(12,380)=69.06, p<.0001$.

Il y a également un effet significatif de la condition entre BC et BT : $F(1,391)=60.76$, $p<.0001$. Enfin, un effet significatif d'interaction entre les conditions et l'âge est également mesuré : $F(1,12)=2.60$, $p<.0024$.

Nous présentons également le test de Duncan permettant de discriminer les moyennes des deux différentes conditions selon les groupes d'âges. Il y a donc deux tableaux correspondant à l'une des deux conditions.

Tableau 3 : Test de Duncan pour la condition BC

| Groupes | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|---------|---|---|---|---|-----|---|---|---|-----|----|----|----|-----|
| Lettres | A | B | B | C | C/D | D | E | E | E/F | F | F | F | F/E |

* : Les groupes ayant une lettre en commun ne diffèrent pas significativement au seuil de .05

Tableau 4 : Test de Duncan pour la condition BT

| Groupes | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|---------|---|---|---|-----|---|---|---|---|-----|----|----|----|----|
| Lettres | A | B | C | C/D | D | D | E | E | E/F | F | F | F | F |

* : Les groupes ayant une lettre en commun ne diffèrent pas significativement au seuil de .05

Expérience 2

Cette expérience concerne l'étude de la conservation du poids selon une procédure de chronométrie mentale.

Population

La population totale de l'expérience 2 était de 229 sujets âgés de six à douze ans divisés en six groupes d'âges (détail en Tableau 5).

Tableau 5 : Description de la population des sujets dans l'expérience 2 :

| | 6 à 7 ans | 7 à 8 ans | 8 à 9 ans | 9 à 10 ans | 10 à 11 ans | 11 à 12 ans |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|------------|-------------|-------------|
| Numéro du groupe | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Effectif du groupe | 30 | 35 | 40 | 41 | 45 | 38 |
| Age moyen | 6 ; 8 | 7 ; 7 | 8 ; 6 | 9 ; 6 | 10 ; 6 | 11 ; 4 |

Matériel

Le matériel est identique à celui des précédentes expériences de chronométrie mentale.

Procédure

Comme pour les autres expériences de chronométrie mentale, le sujet est face à un ordinateur portable et doit répondre en appuyant sur des boutons d'un boîtier de réponse informatisé. Cependant, cette expérience est précédée d'une phase de familiarisation non informatique. L'expérimentateur montre une balance de type Roberval à l'enfant. Une collection de poids différents avec des tailles également différentes est présentée à l'enfant. L'objectif est de familiariser l'enfant avec la notion de pesée. L'enfant découvre également que les poids de tailles différentes peuvent être de même poids lorsqu'ils sont additionnés qu'un gros poids. Cette phase est nécessaire pour que l'enfant comprenne ensuite la tâche informatisée. Il n'est pas gênant que cela induise éventuellement des notions de conservation chez l'enfant car nous n'analysons pas l'échec dans notre type de tâche mais les temps de réactions sur des réussites. Cette phase de familiarisation achevée, l'expérimentateur explique à l'enfant qu'il va voir apparaître sur l'écran des balances avec différents poids sur leurs deux plateaux et il devra dire si la balance est équilibrée ou non.

Pour cela, l'expérimentateur indique à l'enfant qu'il a son doigt sur l'aiguille des balances et que l'objectif du sujet est de juger ce qui va se passer quand l'expérimentateur va retirer son doigt permettant ainsi l'éventuel basculement de la balance.

Les poids des deux plateaux ont des couleurs différentes de manière à distinguer encore plus les différents poids à juger. Dans la phase de familiarisation informatique, l'enfant découvre des stimuli ressemblant à ceux de la phase expérimentale et après sa réponse en appuyant sur les boutons identifiés comme « même poids » ou « pas même poids », le sujet reçoit un feedback informatique indiquant l'exactitude ou non de sa réponse. La consigne est de répondre le plus vite possible sans faire d'erreurs.

La phase de familiarisation achevée, la phase expérimentale débute et l'expérimentateur ne donne plus aucune indication. Quand un bouton est pressé, l'ordinateur enregistre le temps de réaction du sujet depuis la présentation initiale du stimulus puis déclenche la présentation du stimulus suivant en observant 1500ms d'intervalle inter-stimuli. Les stimuli sont librement inspirés de la technique de Piaget (1941b) dans l'épreuve de conservation du poids. La conservation sous-entend le fait d'imaginer qu'un nombre de poids comparé à un unique poids-témoin n'entraîne pas forcément un poids total moindre par rapport au poids-témoin. Il ne s'agit donc pas de conservation au sens strict où l'entendait Piaget (1941b) mais davantage de stimuli présentant des problématiques s'apparentant à des résultantes de conservation. L'expérience est construite de telle manière qu'elle comprend quatre conditions-contrôles, quatre conditions-tests et huit items neutres.

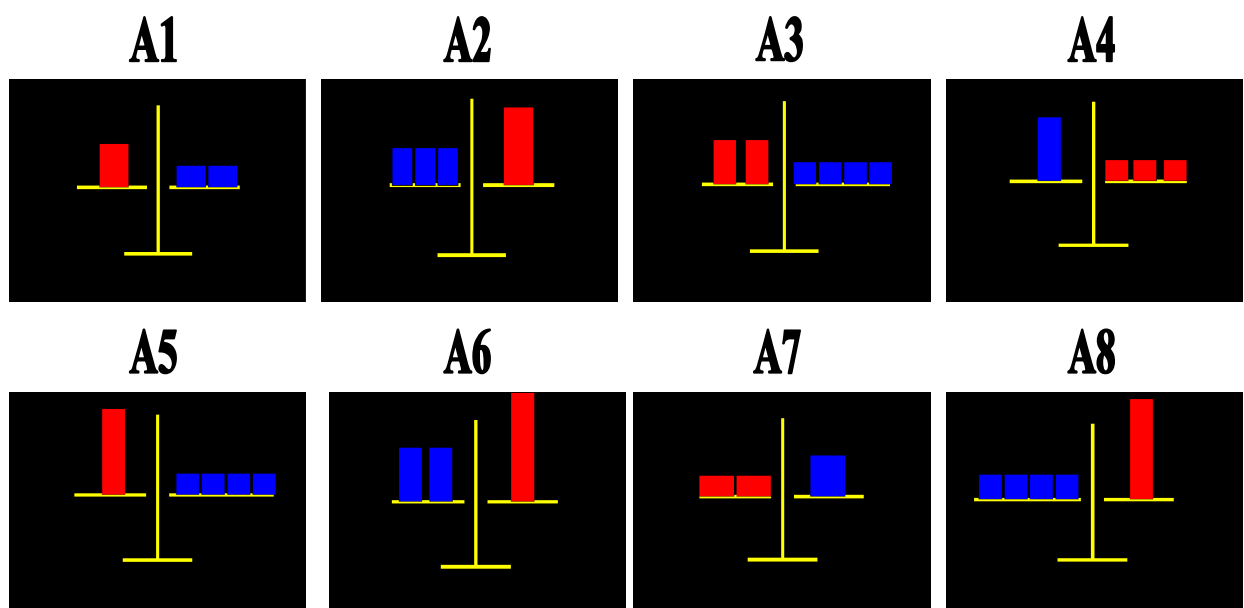
Comme pour l'expérience de chronométrie mentale sur la longueur, les items sont toujours différents dans cette expérience mais correspondent à des types de stimuli bien identifiés.

Dans la condition-test, il y a quatre paires d'items qui sont construites de telle façon que la stratégie « Nombre = Poids » est non-pertinente dans un premier temps (les items A ou de « conservation ») puis cette même stratégie devient celle à activer sur l'essai suivant (les items B d'activation de la stratégie) dans le sens où le nombre de poids le plus important correspond toujours au poids total le plus lourd rendant alors possible l'utilisation de la stratégie « Nombre = Poids ».

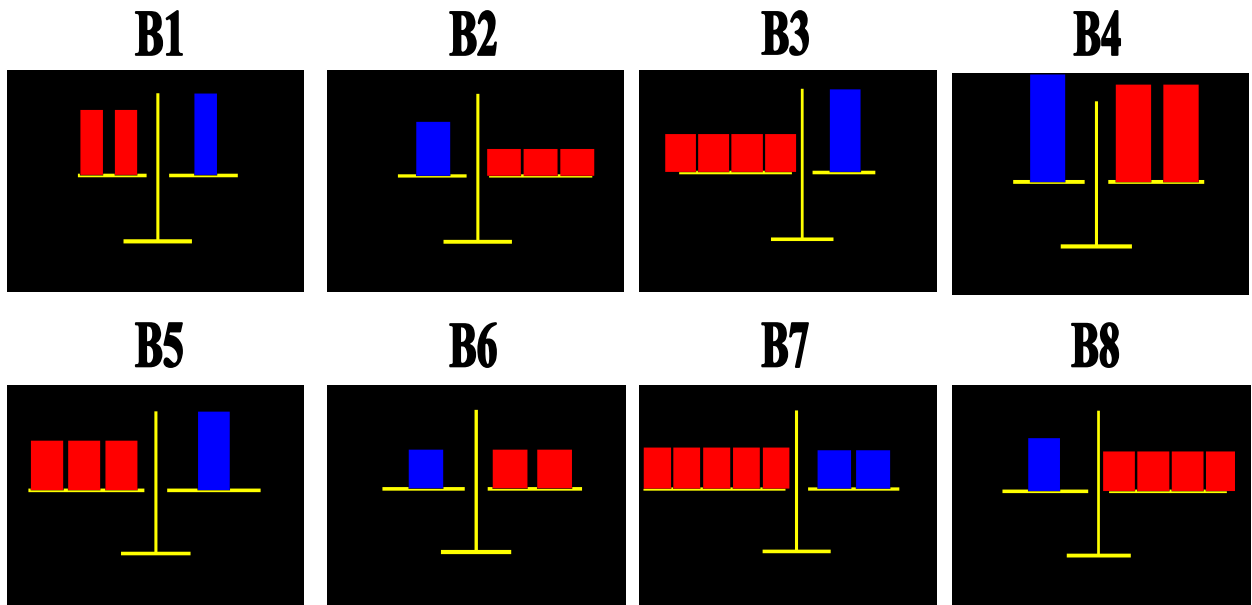
La condition – contrôle correspond à l'ordre de présentation inverse des items. Le logiciel distribue de manière aléatoire les quatre conditions-contrôles et les quatre conditions-tests. Chaque condition est précédée d'un item neutre (N) permettant d'écarter la stratégie « Nombre = Poids ». Les items neutres représentent des figures géométriques avec une de ces formes sur chacun des deux plateaux rendant l'utilisation de la stratégie « Nombre = Poids » ni pertinente, ni non-pertinente. Donnons maintenant l'ensemble des stimuli :

Items A : Stratégie « Nombre=Poids » devant être inhibée

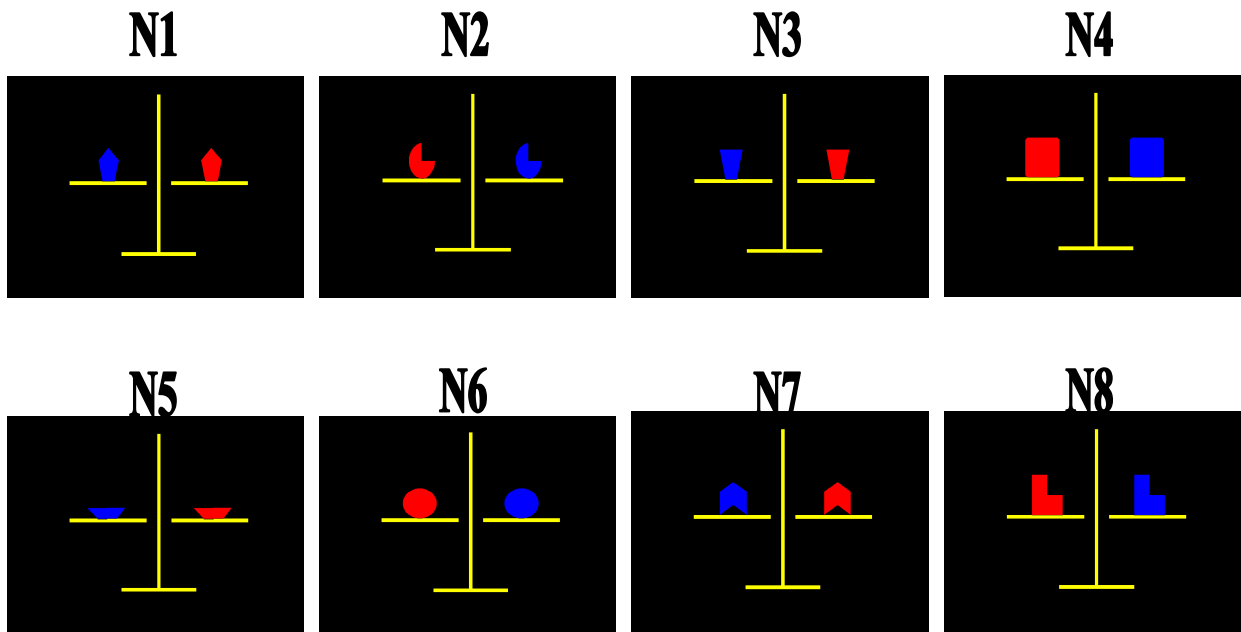
(items s'apparentant à la conservation)



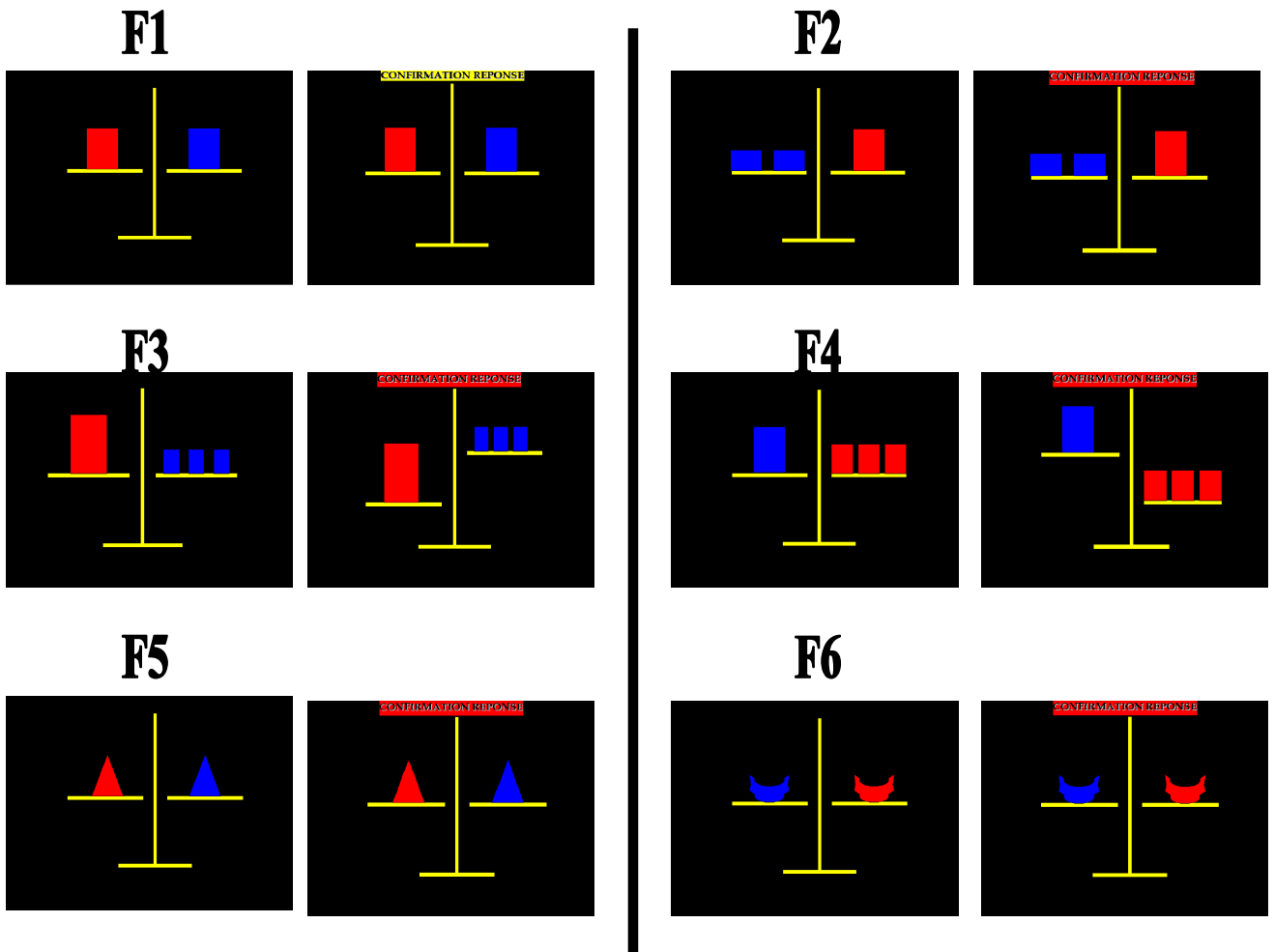
Items B : Stratégie « Nombre=Poids » pouvant être activée



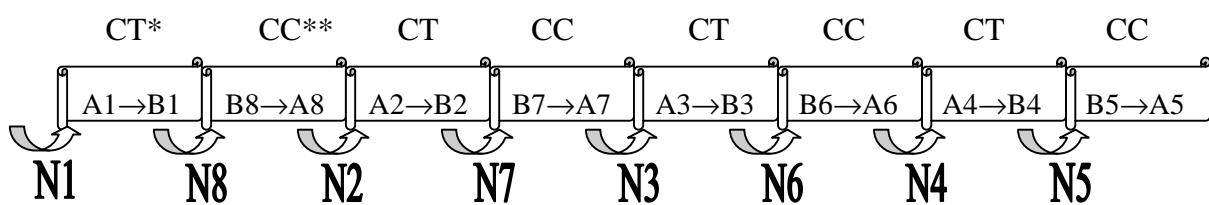
Items neutres (N) : Stratégie « Nombre = Poids » n'est ni pertinente, ni non-pertinente



Items de familiarisation : Six items n'étant pas utilisés dans la phase expérimentale



Une séquence expérimentale pourrait alors être la suivante :



CT* : Condition – test : A puis B

CC** : Condition – contrôle : B puis A

Nous mesurerons un effet éventuel d'ordre négatif. Il sera mesuré par la comparaison des temps moyens sur les items B en condition-contrôle (BC) et des temps moyens sur les items B en condition-test (BT).

L'effet d'ordre négatif se traduirait par un rapport $BT > BC$ significatif

Résultats

Nous avons procédé dans un premier temps à l'analyse de comparaison des moyennes des temps de réactions sur les items B en condition-contrôle (BC) et les items B en condition-test (BT) à l'aide de t de Student. Les résultats sont donnés dans le Tableau 6. Il est également indiqué le nombre de sujets retenus dans l'analyse en raison des critères d'exclusion inhérents à ce type de tâche.

Tableau 6 : temps moyens de réactions (en ms) à l'expérience 2

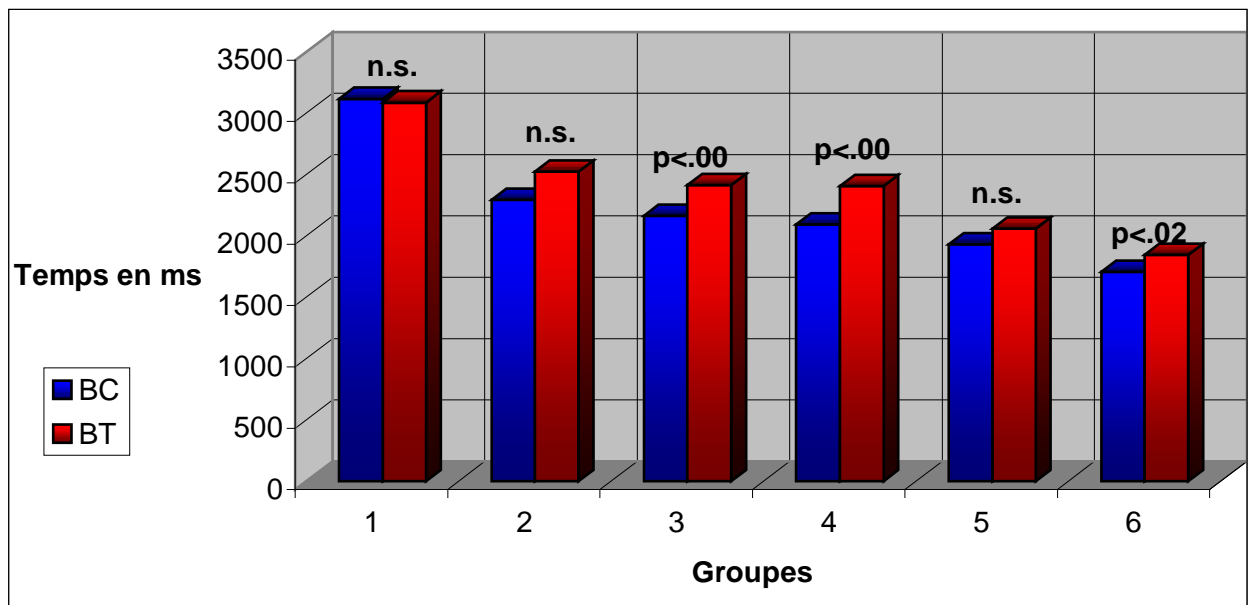
| groupes | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------------------------------------|-------|------|-------------|-------------|------|-------------|
| <i>Sujets retenus</i> | 17 | 23 | 33* | 38 | 40 | 35 |
| <i>Temps moyens BC</i> | 3114 | 2289 | 2160 | 2089 | 1928 | 1703 |
| <i>Temps moyens BT</i> | 3083 | 2521 | 2412 | 2404 | 2055 | 1844 |
| <i>Différence BC – BT</i> | 31 | -232 | -252 | -315 | -127 | -141 |
| <i>Valeur du T de Student</i> | -0.12 | 1.54 | 2.95 | 4.39 | 1.29 | 2.34 |
| <i>Valeur de $p <$</i> | .91 | .13 | .00 | .00 | .20 | .02 |

* : Les groupes ayant des valeurs en gras sont ceux dont les tests t sont significatifs à .05

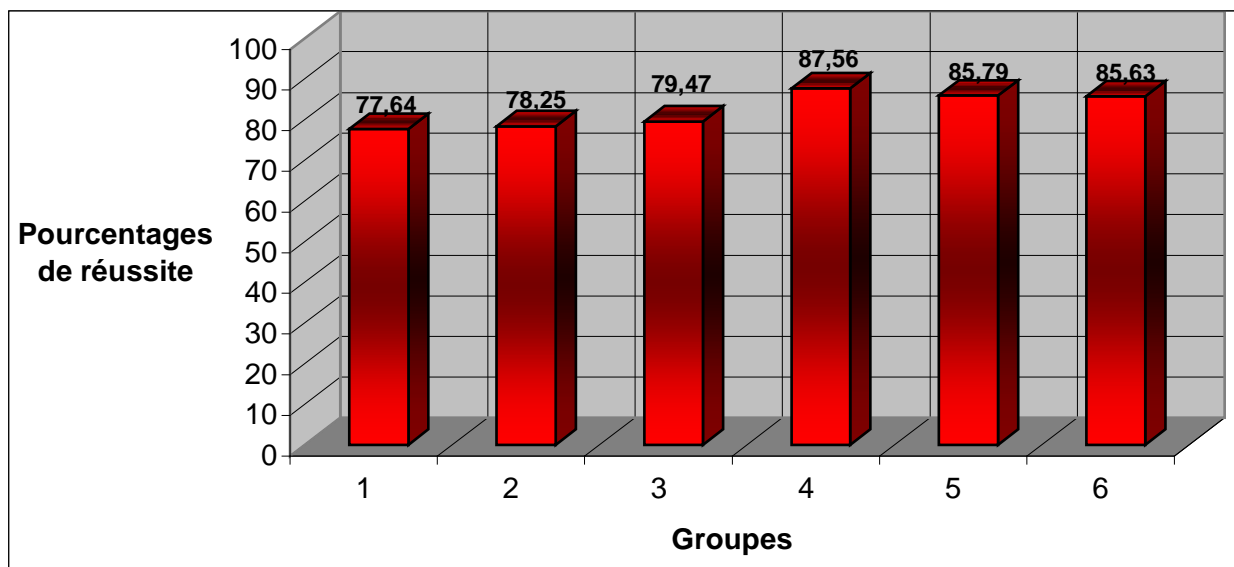
Les résultats significatifs traduisent des phénomènes d'effets d'ordre négatifs.

Les résultats peuvent être exprimés sous forme graphique (voir Graph. 4). Nous donnerons également les pourcentages de réussite globaux aux items de l'expérience 2 (voir Graph. 5).

Graphique 4 : Temps moyens de réactions (en ms) sur les items BC et BT de l'expérience 2



Graphique 5 : Pourcentages de réussite globaux à l'expérience 2



Nous avons ensuite procédé à une analyse de la variance des temps de réactions portant sur un effectif de 186 sujets. Nous trouvons un effet significatif de l'âge : $F(5,180)=19.77, p<.0001$.

Il y a également un effet significatif de la condition entre BC et BT : $F(1,184)=14.04, p<.0002$. En revanche, il n'a pas été trouvé d'effet significatif d'interaction entre les conditions et l'âge: $F(1,5)=1.02, p<.41$.

Nous présentons également le test de Duncan permettant de discriminer les moyennes des deux différentes conditions selon les groupes d'âges. Il y a donc deux tableaux correspondant à l'une des deux conditions.

Tableau 3 : Test de Duncan pour la condition BC

| Groupes | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------|----|---|-----|-----|-----|---|
| Lettres | A* | B | B/C | B/C | C/D | D |

* : Les groupes ayant une lettre en commun ne diffèrent pas significativement au seuil de .05

Tableau 4 : Test de Duncan pour la condition BT

| Groupes | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------|----|---|---|---|---|---|
| Lettres | A* | B | B | B | C | C |

* : Les groupes ayant une lettre en commun ne diffèrent pas significativement au seuil de .05

3. Discussion

Les résultats de nos deux études de chronométrie mentale indiquent des effets d'ordre négatifs. Si l'effet d'amorçage négatif dans la procédure de Tipper (1985) est le révélateur direct d'un processus d'inhibition, l'effet d'ordre négatif peut être également considéré comme un révélateur très fiable de l'inhibition. Ainsi, comment serait-il possible que sur des items construits comme clairement identifiés, un enfant réponde plus longuement sur les items d'activation précédés par les items d'inhibition si justement ces items n'impliquent pas l'activation et l'inhibition ?

De plus, les items d'inhibition s'apparentant à des items de conservation comme dans les épreuves de Piaget (1941b ; 1948), il est tentant d'énoncer que les épreuves de conservation semblent bien impliquer un phénomène d'inhibition majeur. Ainsi, contrairement à la conservation du nombre où l'inhibition joue un rôle secondaire, il apparaît que l'inhibition est le processus dominant dans les tâches de conservation impliquant les conservations des longueurs et du poids. Bien entendu, la prudence expérimentale nécessaire nous amène à nuancer cette affirmation en fonction de nos résultats.

Dans la conservation des longueurs, nos données indiquent des effets d'ordre négatifs présents à tous les âges hormis pour les enfants de huit à dix ans et les adultes (en effectif faible). L'absence d'effets d'ordre négatifs pour les enfants de huit à dix ans plaçant ainsi l'inhibition comme un phénomène secondaire pourrait s'expliquer au niveau mécanique du paradigme par une sensibilité moindre à l'interférence de type « Nombre = Longueur ». Au niveau théorique, il ne semble pas y avoir de raison apparente à cette baisse de sensibilité. Pour les adultes, l'effectif du groupe étant très faible, il est possible d'imaginer que les résultats auraient pu être en faveur d'un effet d'ordre négatif si les sujets avaient été plus nombreux. En tout état de cause, l'inhibition semble être le processus généralement impliqué par l'individu au cours de son développement pour traiter d'une conservation des longueurs.

Dans la conservation du poids, les données sont moins systématiques. Les enfants de six à huit ans ne présentent pas d'effets d'ordre négatifs dans leurs temps de réactions. Ceci peut certainement s'expliquer par le fait que selon Piaget (1941b), ces enfants ne peuvent être « conservants » au niveau du poids. Les pourcentages de réussite peuvent apparaître comme satisfaisants (plus de 75%) mais ils sont à relativiser par rapport à la procédure impliquant la conservation des longueurs (plus de 80%).

Si effectivement, nous retenons l'hypothèse de Piaget (1941b), il s'avère alors tout à fait plausible que l'inhibition ne soit qu'un phénomène secondaire du traitement cognitif pour ces jeunes enfants puisqu'ils n'effectuent pas en réalité une tâche de conservation mais une tâche de quantification de poids qui soulignons-le est tout de même bien réussie. Les résultats indiquent ensuite des effets d'ordre négatifs pour les enfants de huit à dix ans. La première idée venant alors à l'esprit est de se questionner par rapport au fait que les enfants de ces âges dans la conservation des longueurs ne montrent pas réellement d'inhibition alors que dans celle du poids, les données indiquent le contraire. Piaget (1941b) précisait un stade de développement intermédiaire où l'enfant était capable de conserver la substance mais pas encore le poids. Si nous mettons nos résultats en relation avec le constat de Piaget, pouvons-nous imaginer le même phénomène ? A savoir, est-ce que les enfants ne démontrent pas d'inhibition prédominante dans la longueur parce que justement l'inhibition est prédominante dans la conservation du poids ? Nous ne pouvons que mettre la réponse en suspens, d'autres expériences devraient permettre d'élucider cette énigme. La dernière partie de nos résultats montrent des effets d'ordre négatifs pour les enfants de onze à douze ans. Là encore des investigations supplémentaires seront nécessaires pour déterminer si ce phénomène perdure après douze ans ou si des différences développementales apparaissent encore.

Les résultats des deux épreuves de ce chapitre comparées avec ceux de la conservation du nombre nous permettent de revenir à notre constat du chapitre 4. En effet, chez le jeune enfant de trois à six ans, nous avons indiqué que l'inhibition semblait être réellement un processus « age-and-domain-specific » c'est-à-dire spécifique à l'âge et au domaine du traitement cognitif étudié. Ce constat se renouvelle dans les différents types de conservations où les données diffèrent selon l'âge des sujets mais également selon le type de quantité impliqué dans les tâches. Outre ce constat, pourquoi observons-nous l'inhibition prédominante dans les quantités continues et secondaire dans la quantité discontinue du nombre ?

Quelle explication apporter à ce paradoxe ? Il serait possible d'envisager des réseaux corticaux de traitement cognitif différents selon le type de quantité. Nous énonçons bien des réseaux car dans la littérature, le siège de l'inhibition semble être confirmé dans le cortex préfrontal. A la manière de la voie « Dorsale » et la voie « Ventrale » bien connues en neuropsychologie, il serait alors attendu une voie « continue » et une voie « discontinue ».

Nous ne pouvons malheureusement en rester qu'à l'état de spéculation à ce sujet et cette hypothèse pourrait être testée avec un paradigme d'imagerie cérébrale.

CHAPITRE VII

TEST D'HEDONIE VISUELLE ET CONSERVATION

1. Position du problème

La tradition de la psychologie veut que le plaisir soit davantage étudié sous l'angle de la pathologie. En effet, les recherches sont plus nombreuses sur l'absence de plaisir c'est-à-dire l'anhédonie que sur l'étude du plaisir en tant que tel. Pourtant, très tôt, des auteurs comme Théodule Ribot (voir chapitre 3) ont considéré le plaisir sous un aspect dimensionnel et non plus sous un aspect de bi-polarité entre le plaisir et son antonyme la douleur. Cependant, l'étude de l'anhédonie a fourni des nouveaux paradigmes qui peuvent être utiles à notre expérience. Nous avons pu présenter les échelles d'anhédonie « physique » et « sociale » de Chapman et al. (1976) dans le chapitre 3. Le plaisir « physique » correspond au plaisir dit « sensoriel » c'est-à-dire le plaisir faisant appel à des sensations, des actions agréables comme le toucher, les senteurs, les sons ou encore le sexe. Dans l'échelle de Chapman et al. (1976), le plaisir « physique » était mesuré sur des énoncés évoquant ce type de plaisir. Toutefois, notre objectif est ici de construire un test mesurant l'hédonie chez les enfants. De ce fait, il paraît difficile de présenter des énoncés à des enfants sachant que leurs représentations cognitives sont en pleine construction. Néanmoins, l'échelle de plaisir pour enfants (PSC) de Kazdin (1989) utilisait ce procédé pour mesurer l'anhédonie chez l'enfant de six à treize ans. Nous préférons de notre côté nous inspirer du paradigme de Lang (1979 ; 1993) qui consiste à présenter des images aux sujets afin de les soumettre à un jugement affectif. Pour en revenir à l'étude du plaisir « physique », il semble que les images pouvant refléter ce type de plaisir soient des paysages mettant des éléments naturels en jeu comme l'eau, la neige, le sable, etc.

L'autre type d'anhédonie mesurée par les échelles de Chapman et al. (1976) consistait à l'étude du plaisir dit « social ». Ce type de plaisir correspond à des plaisirs inter-personnels c'est-à-dire échanger des sentiments, parler, interagir ou encore simplement être avec d'autres personnes. Par rapport à notre objectif, il apparaît que les images impliquant ce type de plaisir seraient des scènes mettant en jeu plusieurs personnages en interaction ou non.

Un autre aspect des paradigmes étudiant l'anhédonie correspond à l'utilisation de plusieurs méthodes différentes pour recueillir le jugement des sujets. Ainsi, dans l'étude de Chapman et al. (1976), les sujets devaient simplement répondre par « vrai » ou « faux » en imaginant si les énoncés présentés leur correspondaient ou non. Dans l'étude de Kazdin (1989), les enfants devaient répondre en fonction de trois petits visages (smyleys) exprimant trois sentiments différents : « Indifférent », « heureux » et « très heureux ». Notre choix se porte davantage vers cette méthode particulièrement ergonomique chez l'enfant tout en choisissant plutôt une échelle en quatre points afin d'éviter le biais bien connu du moyennage des réponses des sujets sur une échelle à nombre de points impair.

Notre perspective sera donc de mesurer une éventuelle hédonie visuelle chez les enfants de six à douze ans en impliquant les deux dimensions de plaisir « physique » et « social ».

L'objectif secondaire de notre expérience sera la comparaison entre l'hédonie visuelle et les expériences de chronométrie mentale. Nous avons pu présenter des données (voir chapitre 3) montrant que les sujets anhédoniques étaient moins sensibles aux interférences dans une tâche d'attention sélective s'apparentant au Stroop (voir Dubal, Pierson et Jouvent ; 2000). Ainsi, il est possible d'imaginer que les enfants montrant moins d'hédonie visuelle seront moins sujets aux interférences présentes dans nos tâches de chronométrie mentale et par conséquent démontreront moins d'amorçage négatif dans leurs temps de réactions. Nous testerons cette hypothèse avec le test de chronométrie mentale impliquant la conservation du nombre et le test impliquant les longueurs pour un groupe d'enfants de six à sept ans.

2. Présentation des expériences

Population

La population totale de l'expérience se composait de 228 enfants âgés de six à douze ans répartis en six groupes d'âges. Le détail des caractéristiques des sujets est donné dans le tableau 1 :

Tableau 1 : Description des sujets dans l'expérience d'hédonie visuelle

| | 6 à 7 ans | 7 à 8 ans | 8 à 9 ans | 9 à 10 ans | 10 à 11 ans | 11 à 12 ans |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|------------|-------------|-------------|
| Numéro du groupe | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Effectif du groupe | 26 | 34 | 42 | 51 | 48 | 27 |
| Age moyen | 6 ; 7 | 7 ; 7 | 8 ; 5 | 9 ; 6 | 10 ; 4 | 11 ; 9 |
| Nombre de Garçons | 19 | 15 | 22 | 35 | 26 | 13 |
| Nombre de Filles | 7 | 19 | 20 | 16 | 22 | 14 |

Matériel

Le matériel de l'expérience est composé d'un ordinateur portable, du logiciel SuperLab Pro ® et d'un boîtier de réponse (Cedrus ®) mesurant les réponses d'un sujet et de photos obtenues sous licence.

Procédure

Chaque enfant est testé individuellement dans une pièce isolée du bruit dans l'enceinte des écoles. L'enfant s'assoit face à l'ordinateur portable de manière à ce que l'écran soit directement dans son champ visuel. L'expérimentateur se situe juste à côté de l'enfant pour donner les consignes. Comme pour les expériences de chronométrie mentale, le boîtier de réponse est disposé vers la main dominante du sujet. L'expérimentateur explique à l'enfant qu'il va voir des photos apparaissant à l'écran et qu'il va devoir dire pour chacun d'entre elles : « Comment la photo à toi elle te plaît ? ». Cependant, il ne devra pas l'exprimer de manière orale mais appuyer sur l'un des boutons du boîtier de réponse où figurent des petits visages (smyleys). L'expérimentateur explique alors les différentes réponses possibles en montrant chacun des boutons. Les réponses possibles sont : (J'aime)



L'expérience comprend au total 120 photos réparties en quatre tests de 30 photos chacun. Chaque sujet réalise deux tests attribués de manière aléatoire parmi les quatre possibles. Chaque test est construit de manière à contenir a priori autant de photos de plaisir dit « social » que de photos de plaisir dit « physique ». Nous donnons ici deux exemples des différents types de photos, la totalité des quatre tests étant disponible en annexe, p 189.

Exemple d'une photo de type « plaisir physique »



Exemple d'une photo de type « plaisir social »



Quand un bouton était pressé par un sujet, l'ordinateur enregistrait la réponse et déclenchait la présentation immédiate du stimulus suivant. Nous n'avons pas introduit d'intervalle inter-stimuli car nous ne nous intéressons pas aux temps de réactions des sujets mais bien à leurs réponses. Les réponses des sujets sont comptabilisées selon quatre scores possibles :

0 pour j'aime pas du tout

1 pour j'aime un peu

2 pour j'aime assez

3 pour j'aime énormément

3. Résultats

Test d'hédonie visuelle

Nous nous sommes dans un premier temps intéressés aux scores d'hédonie visuelle des sujets. Nous présentons les moyennes de scores (voir Tableau 2) de cotation pour chacun des quatre tests sans tenir compte du sexe car ces données seront comparées aux données de chronométrie mentale non différenciées par rapport au sexe. Les moyennes des scores de cotation pour chacune des photos sont données en annexe, p 189.

Tableau 2 : Moyennes des scores de cotation pour chaque test (scores de 0 à 3)

| Groupes | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Test 1 | 1.718 | 1.824 | 1.723 | 1.736 | 1.544 | 1.658 |
| Test 2 | 1.769 | 1.889 | 1.73 | 1.685 | 1.523 | 1.726 |
| Test 3 | 1.854 | 2.024 | 1.9 | 1.808 | 1.64 | 1.66 |
| Test 4 | 1.933 | 2.021 | 1.03 | 1.762 | 1.573 | 1.589 |

Nous avons ensuite procédé à une analyse de la variance destinée à étudier un effet éventuel de l'âge sur les scores d'hédonie visuelle pour chacun des tests. Les résultats sont regroupés dans le tableau 3 :

Tableau 3 : Résultats de l'analyse de variance inter-groupes pour chaque test :

| Groupes | Test 1 | Test 2 | Test 3 | Test 4 |
|-------------|---------|---------|-----------------|----------------|
| ddl. | 5 ; 222 | 5 ; 222 | 5 ; 222* | 5 ; 222 |
| Valeur du F | 0.972 | 1.341 | 2.577 | 2.893 |
| p < | .44 | .25 | .02 | .01 |

* : Les groupes ayant leurs valeurs en gras sont ceux dont l'effet est significatif à .05

La comparaison post-hoc des moyennes a permis de noter que les différences significatives observées dans les tests 3 et 4 se situent entre les moyennes du groupe 2 comparées à celles des groupes 5 et 6. Nous avons ensuite procédé à l'analyse de variance intra-test permettant de déceler d'éventuels effets inter-photos (voir Tableau 4).

Tableau 4 : Résultats de l'analyse de variance inter-photos pour chaque test :

| Groupes | Test 1 | Test 2 | Test 3 | Test 4 |
|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| ddl. | 29 ; 198 | 29 ; 198 | 29 ; 198 | 29 ; 198 |
| Valeur du F | 18.76 | 22.61 | 14.71 | 21.66 |
| p < | .00 | .00 | .00 | .00 |

Les résultats indiquent des effets significatifs des différentes photos sur les scores de cotation pour tous les tests. Ces résultats soulignent la nécessité d’avoir recours à une analyse factorielle de manière à catégoriser les photos selon une pertinence statistique.

Afin de soutenir la comparaison entre les différents sexes et selon les dispositions du logiciel SAS ®, les groupes de sujets ont été réorganisé selon de nouveaux critères d’âge. Nous donnons ces nouveaux groupes de sujets dans le tableau 5 :

Tableau 5 : description des sujets impliqués dans l’analyse factorielle

| Groupes | < 8 ans | 8 ans | 9 ans | 10 ans | >10 ans |
|-------------------|---------|-------|-------|--------|---------|
| Nombre de garçons | 34 | 22 | 35 | 26 | 39 |
| Nombre de filles | 26 | 20 | 16 | 22 | 36 |

L’analyse factorielle après rotation « Varimax » indique trois facteurs dans lesquels se distribuent les photos. Les scores factoriels dominants pour chacune des 120 photos sont donnés en annexe, p 189. Cependant, il est à noter que les scores factoriels sont parfois très proches entre plusieurs facteurs donc, la classification des photos n’est pas toujours aussi arbitraire que nous la présentons.

Le facteur 1 explique 44 % de la variance totale, le facteur 2 explique 36 % de la variance totale et le facteur 3 explique 20 % de la variance totale. En appliquant notre catégorisation les photos se distribuent dans les trois facteurs selon les effectifs suivants :

Facteur 1 : 51 photos Facteur 2 : 37 photos Facteur 3 : 32 photos

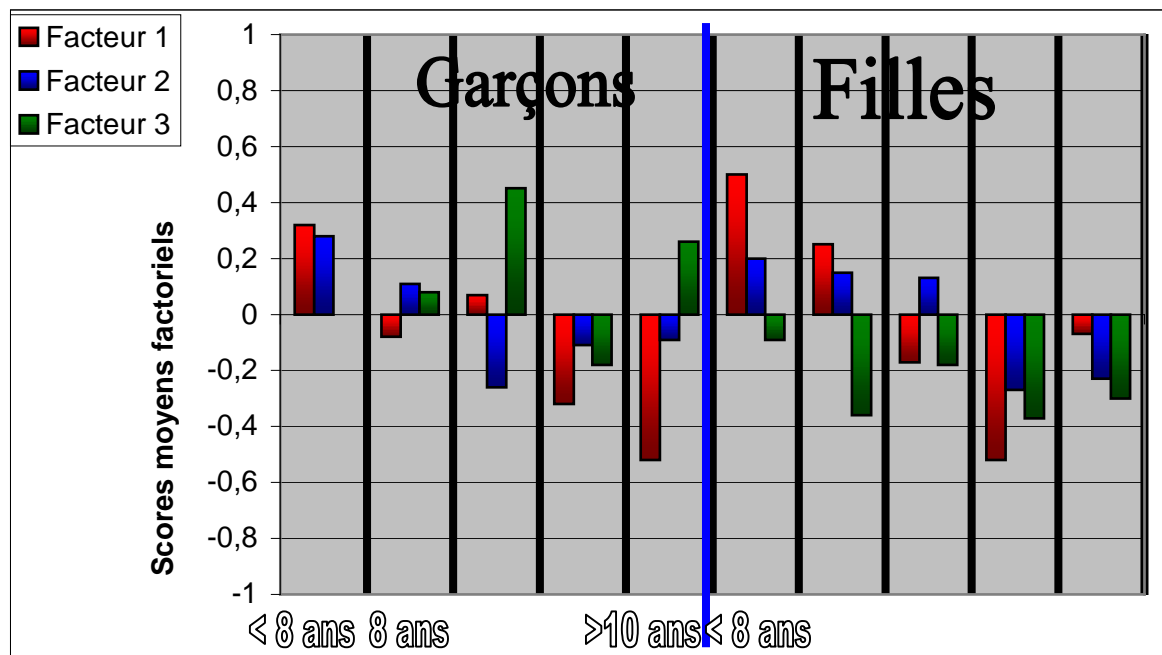
Nous avons ensuite procédé aux calculs des scores factoriels moyens pour les trois facteurs selon les groupes de sujets constitués par l’âge et le sexe. Les résultats sont donnés dans le tableau 6.

Tableau 6 : Scores factoriels moyens selon l'âge et le sexe des sujets

| Groupes | < 8 ans | | 8 ans | | 9 ans | | 10 ans | | > 10 ans | |
|-----------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|----------|-------|
| | G | F | G | F | G | F | G | F | G | F |
| Facteur 1 | 0.32 | 0.50 | -0.08 | 0.25 | 0.07 | -0.17 | -0.32 | -0.52 | -0.52 | -0.07 |
| Facteur 2 | 0.28 | 0.20 | 0.11 | 0.15 | -0.26 | 0.13 | -0.11 | -0.27 | -0.09 | -0.23 |
| Facteur 3 | -0.00 | -0.09 | 0.08 | -0.36 | 0.45 | -0.18 | 0.18 | -0.37 | 0.26 | -0.30 |

Pour plus de lisibilité, nous exprimons ces résultats sous forme graphique :

Graphique 1 : Scores moyens factoriels par âge et par sexe



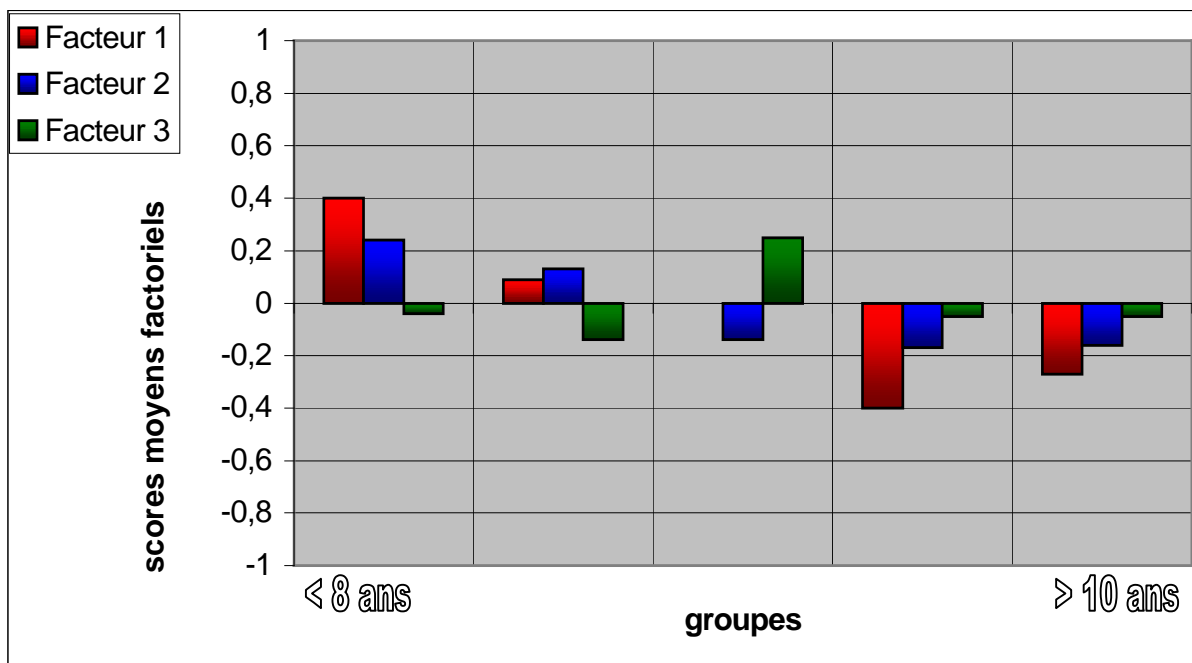
Notons que les scores moyens factoriels du facteur 3 sont seulement positifs pour les garçons. Ajoutons que les scores moyens factoriels sont tous négatifs à 10 ans chez les garçons alors qu'il y a encore un score factoriel moyen positif (facteur 2) chez les filles. Ces observations auront une importance dans la discussion des résultats. Nous présentons ensuite les scores moyens factoriels pour tous les sujets (voir tableau 7) sans tenir compte du sexe.

Tableau 7 : Scores moyens factoriels de tous les sujets

| Groupes | < 8 ans | 8 ans | 9 ans | 10 ans | > 10 ans |
|-----------|---------|-------|-------|--------|----------|
| Facteur 1 | 0.40 | 0.09 | -0.00 | -0.40 | -0.27 |
| Facteur 2 | 0.24 | 0.13 | -0.14 | -0.17 | -0.16 |
| Facteur 3 | -0.04 | -0.14 | 0.25 | -0.05 | -0.05 |

Exprimons ces résultats sous forme graphique :

Graphique 2 : scores moyens factoriels des sujets



Les résultats montrent une prédominance des facteurs 1 et 2 jusqu'à l'âge de 9 ans. Le facteur 3 devient le plus important dans les scores moyens factoriels de 9 ans à plus de 10 ans.

Interaction hédonie visuelle et chronométrie mentale

La suite de nos résultats présente les interactions entre les données du test d'hédonie visuelle et les données pour les mêmes sujets dans les expériences de chronométrie mentale sur le nombre et la longueur.

Afin de pouvoir comparer ces deux groupes différents de données, nous avons du avoir recours à une catégorisation des sujets sur le test d'hédonie visuelle. Nous avons pris exemple sur le test de Kagan pour effectuer cette catégorisation. Sachant que chaque sujet réalisait deux tests différents d'hédonie visuelle, il pouvait se situer en dessous ou au-dessus de la moyenne de cotation de son groupe pour chacun des tests. Ainsi, nous avons établi trois catégories :

- - : les sujets étant en dessous des moyennes de cotation pour les deux tests.
- + : les sujets étant en dessous pour un test et au-dessus pour l'autre
- + + : les sujets étant au-dessus des moyennes pour les deux tests.

Attention, il s'agit de catégorie statistique, les sujets - - ne sont donc pas des sujets anhédoniques mais des sujets moins hédoniques.

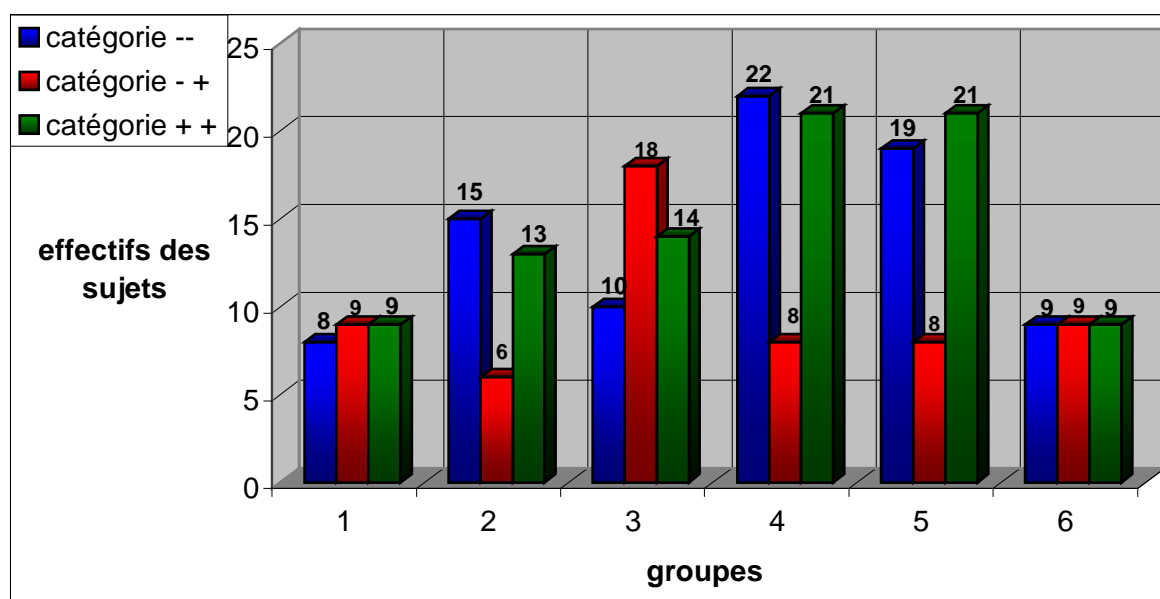
Nous présentons les effectifs de ces catégories pour chacun des groupes d'âges étudiés c'est-à-dire, les enfants de six à douze ans.

Tableau 8 : Effectifs des catégories de sujets aux tests d'hédonie visuelle

| Groupes | 6 à 7 ans | 7 à 8 ans | 8 à 9 ans | 9 à 10 ans | 10 à 11 ans | 11 à 12 ans |
|--------------|-----------|-----------|-----------|------------|-------------|-------------|
| Catégorie -- | 8 | 15 | 10 | 22 | 19 | 9 |
| Catégorie -+ | 9 | 6 | 18 | 8 | 8 | 9 |
| Catégorie ++ | 9 | 13 | 14 | 21 | 21 | 9 |

Pour plus de lisibilité, nous exprimons ces résultats sous forme graphique (voir graphique 3).

Graphique 3 : Représentation des effectifs des catégories de sujets pour l'hédonie visuelle



Cette catégorisation étant effectuée, nous avons procédé aux calculs de nouveaux effets éventuels d'amorçage négatif en fonction de l'appartenance à une catégorie d'hédonie visuelle des sujets. Nous présentons d'abord les résultats pour l'expérience de chronométrie mentale sur le nombre :

Tableau 9 : Temps moyens de réaction sur les items BC et BT dans la conservation du nombre en fonction de la catégorie d'hédonie visuelle

| Groupes | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------------|------------|------|-------|-------|-------|------|-------|
| Catégorie -- | Temps BC | 1700 | 1501 | 1393 | 1129 | 1194 | 1156 |
| | Temps BT | 1690 | 1501 | 1426 | 1134 | 1171 | 1159 |
| | Différence | 10 | 0 | -33 | -5 | 23 | -3 |
| | T | 0.13 | -0.01 | -0.34 | -0.11 | 0.48 | -0.04 |
| | P < | .90 | .99 | .74 | .91 | .63 | .97 |
| Catégorie -+ | Temps BC | 1715 | 1676 | 1465 | 1306 | 1179 | 1045 |
| | Temps BT | 1688 | 1613 | 1420 | 1175 | 1127 | 1058 |
| | Différence | 27 | 63 | 45 | 131 | 52 | -13 |
| | T | 0.48 | 0.47 | 0.50 | 0.99 | 0.93 | -0.09 |
| | P < | .64 | .66 | .62 | .35 | .38 | .93 |
| Catégorie ++ | Temps BC | 1980 | 1608 | 1312 | 1372 | 1143 | 1038 |
| | Temps BT | 1965 | 1748 | 1297 | 1339 | 1085 | 1136 |
| | Différence | 15 | -140 | 15 | 33 | 58 | -98 |
| | T | 0.11 | -1.47 | 0.22 | 0.72 | 1.56 | -1.72 |
| | P < | .91 | .17 | .83 | .48 | .14 | .12 |

Les données n'indiquent aucun phénomène d'amorçage positif ou négatif.

Nous avons également réalisé le test d'hédonie visuelle avec les sujets du groupe de six à sept ans ayant réalisé le pré-test de l'expérience de chronométrie mentale sur la longueur. Voici les résultats :

Tableau 10 : Temps moyens de réaction sur les items BC et BT pour le groupe de six à sept ans ayant réalisé le pré-test dans la conservation des longueurs en fonction de la catégorie d'hédonie visuelle

| | Catégorie -- | Catégorie - + | Catégorie + + |
|------------|--------------|---------------|---------------|
| Temps BC | 1561 | 1661 | 2124 |
| Temps BT | 2034 | 1738 | 2551 |
| Différence | -473 | -77 | -427 |
| T | -4.06 | -0.43 | -1.28 |
| P < | .006 | .68 | .23 |

Les résultats montrent un phénomène d'effet d'ordre négatif significatif pour les sujets appartenant à la catégorie des enfants les moins hédoniques. Les autres catégories de sujets montrent des tendances à des effets d'ordre négatifs non significatifs.

4. Discussion

A la fin de notre traitement statistique, plusieurs résultats intéressants sont à discuter.

Tout d'abord, l'analyse factorielle réalisée sur les réponses des sujets au test d'hédonie visuelle indiquent trois facteurs distincts. Ainsi contrairement à nos prévisions et à la littérature sur ce sujet (voir Chapman et al. ; 1976), les enfants de six à douze ans n'établissent pas une dichotomie entre un plaisir dit « physique » et un plaisir dit « social » mais distinguent davantage les types de plaisir.

Nous avons donc repris les photos à l'intérieur de chaque facteur en ne gardant que celles qui étaient les plus significativement impliquées dans chacun des facteurs. Si effectivement la distinction entre le plaisir « physique » et le plaisir « social » perdure dans les trois facteurs, il semble que les enfants réalisent une nouvelle distinction au sein du plaisir « social ». Le facteur 3 est clairement celui représentant le plaisir « physique ». Les photos les plus représentées sont celles de paysages mais également celles évoquant des sensations, ce qui explique la présence de photos d'animaux dans ce facteur. Les enfants se représentent sans doute les caresses pouvant être réalisées sur les animaux et leurs sensations agréables les accompagnant. Les facteurs 1 et 2 sont des facteurs contenant le plaisir « social ». Il s'agit pour les photos des deux facteurs de relations inter-personnelles ou même parfois des évocations de relations comme deux verres de cocktails posés sur une table faisant penser à l'amitié. Toutefois, des distinctions existent entre les photos des facteurs 1 et 2. Notre interprétation consiste à étiqueter le facteur 1 comme un plaisir social mettant en scène des personnages du même âge que les enfants et pouvant ainsi être nommé plaisir « social entre pairs ». Le facteur 2 présente des photos qui sont davantage des relations entre des adultes et des enfants que nous pourrions alors nommer comme un plaisir « social de type famille ». Contrairement aux adultes, les enfants distinguent donc deux types différents de plaisir « social ». Les scores factoriels parfois très proches des photos peuvent sans doute s'expliquer par les interférences existant dans certaines photos. Par exemple, lorsqu'une famille joue à la plage, l'enfant doit choisir entre un plaisir « social de type famille » et un plaisir « physique » dû à la présence du sable. Ainsi, à la manière de tests de fonctions exécutives (voir chapitre 4), l'enfant est en présence d'une inhibition d'un plaisir pour accéder à l'activation d'un autre. Cependant, la nature de la tâche n'est pas comparable puisqu'il n'y a pas de bonne réponse attendue dans le test d'hédonie visuelle.

Il convient pourtant de garder à l'esprit pour l'avenir qu'il existe certainement des conflits des différents types de plaisirs dans le traitement cognitif de l'enfant. Les facteurs de notre test d'hédonie visuelle étant étiquetés, il convient de répondre à une question importante : Pourquoi les enfants distinguent deux facteurs de plaisir « social » contrairement à l'adulte qui ne fait pas cette distinction ? La réponse est à trouver de notre point de vue dans le développement moral de l'enfant. Piaget (1932) a réalisé des travaux intéressants sur le jugement moral de l'enfant en montrant que l'enfant est d'abord hétéronome avant de devenir autonome. Le terme d'hétéronomie désigne cette tendance de l'enfant à tout assimiler de la part de l'adulte. Piaget (1932) montrait que dans le développement des règles du jeu, dans l'intégrité morale de l'enfant en général, tout était dicté par l'adulte d'une manière inconsciente. Le développement moral de l'enfant consistait alors à accéder à l'autonomie c'est-à-dire à son propre jugement moral sans tenir compte des critères de l'adulte. Nous pouvons ainsi imaginer que l'enfant hétéronome trouvera du plaisir à être avec l'adulte alors que l'enfant autonome cherchera d'autres types de plaisir. Notre analyse factorielle conforte cette hypothèse en montrant une prédominance des facteurs « sociaux » pour les enfants les plus jeunes puis une prédominance du facteur de plaisir « physique » pour les enfants les plus âgés. L'inversion des facteurs « sociaux » et « physique » dans leur prédominance des réponses de l'enfant se situe à environ neuf ans. Il s'agit également d'un âge charnière pour Piaget (1932), l'enfant se situant alors dans le stade du réalisme moral précurseur d'une autonomie morale. L'analyse factorielle permet également de déterminer des différences entre les réponses des filles et des garçons. Si les garçons montrent une prédominance du facteur « plaisir physique » dans leurs réponses dès neuf ans, les filles en revanche ne montrent jamais cette prédominance. Ainsi, outre un changement développemental dans l'orientation du plaisir prédominant chez les enfants de six à douze ans, il est possible d'énoncer que ce changement n'est présent que chez les garçons.

Le second intérêt de notre expérience était d'étudier les interactions possibles entre l'hédonie visuelle d'un sujet et ses temps de réactions aux épreuves de conservations. Dans l'épreuve impliquant la conservation du nombre, il n'a pas été trouvé d'effets d'amorçages négatifs significatifs. Cependant, ce résultat n'a rien d'étonnant puisque sur la population générale des sujets, ces effets n'avaient pas été trouvés. De ce fait, l'interprétation en faveur d'un non-résultat quant à l'interaction hédonie visuelle par rapport à conservation du nombre est délicate puisque des résultats non significatifs étaient présents auparavant. En revanche, dans la conservation des longueurs, un phénomène d'effet d'ordre négatif avait été obtenu pour les sujets ayant réalisés le pré-test. Nos résultats d'interaction montrent un effet d'ordre négatif significatif uniquement pour les sujets les moins hédoniques. Notre hypothèse en rapport avec les données de Dubal et al. (2000) n'est donc pas confirmée. Ce ne sont pas les sujets les moins hédoniques qui démontrent le moins d'effet d'ordre négatif et qui sont donc les moins sensibles à l'interférence « Nombre = Longueur » présente dans la tâche de chronométrie mentale. Cependant, tous les groupes de sujets des différentes catégories d'hédonie visuelle montrent une tendance à un effet d'ordre négatif et les données de Dubal et al. (2000) concernaient des adultes alors que notre expérience s'adressait à des enfants. Aussi, il convient de relativiser ce résultat et de souligner la nécessité de nouvelles investigations pour s'assurer si ce phénomène d'interaction est robuste à travers le développement du sujet humain.

CONCLUSION GENERALE

1. Synthèse des résultats

Nos objectifs résidaient dans l'évaluation de l'inhibition dans les tâches de conservation et de l'implication émotionnelle pouvant interférer dans l'inhibition. Outre cela, nous souhaitons apporter de nouvelles données expérimentales à l'hypothèse de l'inhibition comme « age-and-domain-specific ». Nos résultats peuvent apparaître comme contradictoires sur certains points. Nous n'avons pas répliqué les résultats de Houdé et Guichart (2001) avec un nombre de sujets plus important. Cependant, il est nécessaire de préciser que nos résultats n'éluent pas pour autant l'hypothèse de l'inhibition présente dans la tâche de conservation du nombre. En effet, la mécanique du paradigme d'amorçage négatif de Tipper (1985) énonce un processus d'inhibition lorsqu'un amorçage négatif est mis en évidence dans les temps de réactions des sujets mais il n'est pas question d'absence d'inhibition lorsque l'amorçage négatif n'est pas présent. Nous pouvons simplement suggérer que l'inhibition soit un phénomène secondaire dans le traitement cognitif nécessaire à la résolution de la tâche de conservation du nombre. Les données de l'expérience de conservation selon les critères stricts de Piaget (1941a ; 1941b) montrent bien la prégnance de l'interférence « Longueur = Nombre ». En effet, l'analyse de contenu des justifications des enfants indique une prédominance de la catégorie de justification avec le piège de la longueur égale au nombre pour les enfants ne faisant pas preuve de conservation. Ainsi, il semble bien que la nécessité d'inhibition de cette interférence reste une explication plausible à la réussite de cette tâche. Si l'hypothèse de Piaget (1941a) selon laquelle l'enfant n'a pas un raisonnement logico-mathématique suffisant était vérifiée, nous aurions dû obtenir une prédominance de la catégorie de dénombrement avec une incapacité de l'enfant à compter correctement les éléments. La contradiction dans nos données apparaît au niveau du type de quantité impliquée dans les tâches de conservation.

Les résultats montrent des phénomènes d'ordre négatifs dans les tâches de chronométrie mentale chez les enfants de six à douze ans pour les conservations des longueurs et du poids. Ainsi pourquoi ce paradoxe ? Pourquoi l'inhibition apparaît-elle comme un phénomène principal dans les tâches de conservation impliquant des quantités continues et comme secondaire dans une tâche avec une quantité discontinue ? Notre hypothèse face à ce paradoxe tient à des réseaux de traitements cognitifs qui pourraient être différents selon le type de quantité impliqué. Une autre explication possible serait à chercher dans la construction même des expériences. Nous n'avons en effet pas utilisé la procédure stricte de Tipper (1985) pour les tâches de chronométrie mentale sur les conservations des longueurs et du poids. Nous souhaitons discuter le paradigme strict de Tipper (1985) qui étant appliqué à des stratégies cognitives dans notre cas, peut sans doute utiliser une procédure impliquant sans cesse de nouveaux items. L'implication de nouveaux items pour chacun des stimuli présentés aux sujets aurait pu cependant avoir une incidence sur les résultats. De ce fait, les résultats contradictoires pourraient être également dus à la différence de paradigme. Mais alors comment expliquer les résultats d'effet d'ordre négatif obtenus sur les quantités discontinues si ce n'est à l'aide de l'inhibition ? Cette hypothèse paraît bien moins forte que celle proposée précédemment sur deux voies de traitements cognitifs différentes.

Le second objectif de cette thèse était d'apporter de nouvelles données à l'hypothèse de l'inhibition comme « age-and-domain-specific ». En proposant une batterie d'épreuves de fonctions exécutives et des épreuves de conservation à des enfants de trois à six ans, nous souhaitons tester l'éventualité d'un processus général d'inhibition commun à ces tâches. Nos résultats confirment l'hypothèse de l'inhibition spécifique en montrant des décalages développementaux entre les différentes manifestations de l'inhibition dans les tâches de fonctions exécutives. L'inhibition impliquée dans cette batterie d'épreuves n'est donc pas de la même nature selon le type de tâche et l'âge des sujets.

De plus, les données concernant les conservations du nombre et de la substance montrent des décalages encore plus forts avec les résultats des épreuves de fonctions exécutives. Les résultats du test de Kagan (1966) permettent également d'abonder dans le sens de l'inhibition comme spécifique. En effet, la mise en relation de l'inhibition qui pourrait être qualifiée de comportementale au regard des objectifs du test de Kagan et de l'inhibition présente dans la tâche de conservation du nombre n'indique pas de corrélation entre les deux groupes de données. Ainsi, il est possible de conclure comme le soulignait Olivier Houdé (2000) que l'inhibition est réellement spécifique au domaine cognitif étudié et à l'âge des sujets.

Nous souhaitons également présenter dans notre travail un nouveau paradigme d'étude sur l'hédonie visuelle des enfants de six à douze ans. Les résultats ont montré que les enfants distinguaient davantage de types de plaisirs différents que l'adulte dans le domaine du plaisir « social ». Nous avons souligné que ces données sont à mettre en parallèle avec le développement moral des enfants. Une mise en relation des données sur l'hédonie visuelle et des données sur la chronométrie mentale a ensuite été réalisée. Dans la conservation du nombre, il n'a pas été trouvé de relation entre l'hédonie des sujets et d'éventuels effets d'amorçages négatifs. Ceci dit, nous avons discuté le fait que n'ayant pas de phénomènes d'amorçages négatifs sur les temps de réactions de la population totale de sujets, il est tout à fait logique de ne pas en trouver également lorsqu'une catégorisation quelconque des sujets est réalisée. Dans la conservation des longueurs, il n'a été possible d'effectuer cette même mise en relation que pour des enfants de six à sept ans. Les données indiquent des phénomènes d'effets d'ordre négatifs pour tous les sujets mais d'une manière significative seulement pour les enfants les moins hédoniques. Ce résultat contredit les données obtenues par Dubal et al. (2000) sur des sujets adultes. Ainsi, il faut se demander si la contradiction des résultats est due à l'âge des sujets testés ou à la taille insuffisante de notre échantillon de sujets.

2. Perspectives

Les interrogations consécutives à nos résultats nous encouragent à poursuivre nos investigations sur plusieurs objectifs.

Nous chercherons tout d'abord à tester plus en avant notre hypothèse de réseaux de traitements cognitifs différents selon le type de quantité impliqué dans les tâches de conservation grâce au paradigme d'imagerie cérébrale.

Nous pensons également mettre au point d'autres expériences de chronométrie mentale impliquant d'autres quantités en respectant cette fois la procédure stricte de Tipper (1985) pour confronter les données avec nos résultats dans cette thèse.

Les résultats du test d'hédonie visuelle permettent d'établir un nouvel outil diagnostique de l'anhédonie chez l'enfant mais nous sommes davantage intéressés par une investigation plus en avant des différents types de plaisir chez l'enfant. Ainsi, nous souhaitons construire d'autres tests avec des photos censées impliquées d'autres plaisirs avec notamment le fameux plaisir intellectuel énoncé par Ribot (1896).

Nous poursuivrons également dans l'optique de la mise en relation entre l'hédonie visuelle chez les enfants et l'inhibition démontrée par ces mêmes enfants.

BIBLIOGRAPHIE

- Baddeley, A. (1986). *Working Memory*. Oxford : Clarendon Press.
- Baillargeon, R. (1987). Object permanence in 3.5 and 4.5 – month-old infants. *Developmental Psychology*, 23, 655-664.
- Baillargeon, R., Spelke, E.S. & Wasserman, S. (1985). Object permanence in five-month-old infants. *Cognition*, 20, 191-208.
- Barbizet, J. (1970). Prolonged organic amnesias. In J. Barbizet (Ed.), *Human memory and its pathology* (pp.25-93). San Francisco : W.H. Freeman & Co.
- Barstis, S.W. & Leroy, H.F.Jr. (1977). Reflection – Impulsivity, conservation, and the development of ability to control cognitive tempo. *Child Development*, 48, 953-959.
- Bell, M.A. & Fox, N.A. (1992). The relations between frontal brain electrical activity and cognitive development during infancy. *Child Development*, 63, 1142-1163.
- Bell, J.A. & Livesey, P.J. (1985). Cue significance and response regulation in 3- to 6-year-old children's learning of multiple choice discrimination tasks. *Developmental Psychobiology*, 18(3), 229-245.
- Bideaud, J., Houdé, O. & Pedinielli, J.L. (1993). *L'homme en développement*. Paris : P.U.F.
- Birbaumer, N. (2001). Emotion, brain activation and complete paralysis : fMRI and EEG as communication devices. *Abstracts of the II International Workshop on Emotion and the Brain*, Universidad de las islas Baleares.
- Blanchet, A. (1989). Les relances de l'interviewer dans l'entretien de recherché : leurs effets sur la modalisation du discours de l'interview. *L'année Psychologique*, 89, 367-391.
- Blanchet, A., Bromberg, M. & Urdapilleta, I. (1990). L'influence non directive. *Psychologie Française*, N° 35-3, 217-226.

- Burloud, A. (1948). *Psychologie*. Paris : Hachette.
- Bryant, P. E. (1992). Arithmetic in the cradle. *Nature*, 358, 712-713.
- Cannon, W.B. (1914). The interrelations of emotions as suggested by recent physiological researches. *American Journal of Psychology*, 25, 256-282.
- Cannon, W.B. (1922). What strong emotions do to us. *Harper's Monthly Magazine*, 145, 234-241.
- Cannon, W.B. (1927). The James Lange theory of emotion : a critical examination and an alternative theory. *American Journal of Psychology*, 25, 256-282.
- Channouf, A. & Rouan, G. (2002). *Emotions et cognitions*. Bruxelles : De Boeck Université.
- Chapman, L.J., Chapman, J.P. & Raulin, M.L. (1976). Scales for Physical and Social Anhedonia. *Journal of Abnormal Psychology*, 85(4), 374-382.
- Chapman, L.J. & Chapman, J.P. (1978). *The revised physical anhedonia*. Unpublished.
- Chazaud, J. (2000). L'émotion : de James à la suite. *L'évolution Psychiatrique*, 65, 395-407.
- Cobos, P., Sanchez, M., Garcia, C., Vera, M.N. & Vila, J. (2002). Revisiting the James versus Cannon debate on emotion : startle and autonomic modulation in patients with spinal cord injuries. *Biological Psychology*, 61, 251-269.
- Damasio, A.R. (1995). *L'erreur de Descartes*. Paris : Editions Odile Jacob.
- Darwin, C. (1872). *The expression of the Emotions in Man and Animals*, 2e éd., Cambridge : 1889 (trad. fr. L'expression des émotions chez l'homme et les animaux, Payot & Rivages, 2001).
- Dehaene, S. & Changeux, J-P. (1989). A simple model of prefrontal cortex function in delayed-response tasks. *Journal of Cognitive Neurosciences*, 1, 244-261.

- Dempster, F.N. (1992). The rise and fall of the inhibitory mechanism : toward a unified theory of cognitive development and aging. *Developmental Review, 12*, 45-75.
- Dempster, F.N. & Brainerd, C.J. (Eds) (1995). *Interference and inhibition in cognition*. New York : Academic Press.
- Diamond, A. (1988). The abilities and neural mechanisms underlying AB performance. *Child Development, 59*, 523-527.
- Diamond, A. (1990). Developmental time course in infants and infant monkeys, and the neural bases of inhibitory control in reaching. In A. Diamond (Ed.), *The development and neural bases of higher cognitive functions*. New York : Annals of the New York Academy of Sciences, 608, 637-676.
- Diamond, A. (1991). Neuropsychological insights into the meaning of object concept development. In S. Carey & R. Gelman (Eds.), *the epigenesis of mind : Essays on biology and knowledge* (pp. 67-110). Hillsdale, NJ : Erlbaum.
- Diamond, A. & Taylor, C. (1996). Development of an aspect of executive control : Development of the abilities to remember what I said and to “Do as I say, Not as I do”. *Developmental Psychobiology, 29(4)*, 315-334.
- Donders, F.C. (1969). Over de snelheid van psychische processen [On the speed of mental processes] (W.Koster, trad.), In W.G. Koster (Ed.), *Attention and performance II*, (pp. 412-431). Amsterdam : North Holland. (Original work published 1868).
- Dowsett, S.M. & Livesey, D.J. (2000). The development of inhibitory control in preschool children : Effects of “Executive skills” training. *Developmental Psychobiology, 36*, 161-174.
- Drewe, E.A. (1975). Go – No Go learning after frontal lobe lesions in humans. *Cortex, 11*, 8-16.

- Dubal, S., Pierson, A. & Jouvent, R. (2000). Focused attention in anhedonia : A P3 study. *Psychophysiology*, 37, 711-714.
- Dumas, G. (1937). *L'expression des emotions*. Tome III, Paris : Librairie Félix Alcan.
- Eriksen, C.W. & Eriksen, B.A. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception and Psychophysics*, 16, 143-149.
- Ey, H. (1975). *Des idées de Jackson à un modèle organo-dynamique en psychiatrie*. Toulouse : Privat.
- Fagan, J.F. (1970). Memory in the infant. *Journal of experimental Child Psychology*, 9, 217-226.
- Fantz, R.L. (1964). Visual experience in infants : Decreased attention to familiar patterns relative to novel ones, *Science*, 146, 668-670.
- Flavell, J.H. (1993). Young children's understanding of thinking and consciousness. *Current Directions in Psychological Science*, 2, 40-43.
- Gerstadt, C.L., Hong, Y.O. & Diamond, A. (1994). The relationship between cognition and action : Performance of children 3 ½ - 7 years old on a Stroop-like day-night test. *Cognition*, 53,129-153.
- Harlow, J.M. (1868). Recovery from the passage of an iron bar through the head. *Massachusetts Medical Society Publications*, 2, 327-347.
- Hodent, C., Bryant, P. & Houdé, O. (in press). Language-specific effects on number computation in toddlers. *Developmental Science*.
- Houdé, O. (1995). *Rationalité, développement et inhibition*. Paris : P.U.F.
- Houdé, O. (1997). Numerical development : from the infant to the child. Wynn's (1992) paradigm in 2-and 3-years-old. *Cognitive Development*, 12, 373-391.

- Houdé, O. (2000). Inhibition and cognitive development: Object, number, categorization and reasoning. *Cognitive Development*, 15, 63-73.
- Houdé, O. & Guichart, E. (2001). Negative priming effect after inhibition of Number/Length interference in a Piaget-like task. *Developmental Science*, 4:1, 119-123.
- Houdé, O., Mazoyer, B. & Tzourio-Mazoyer, N. (2002). *Cerveau et Psychologie : Introduction à l'imagerie cérébrale anatomique et fonctionnelle*. Paris : P.U.F.
- Houdé, O. & Mieville, D. (1993). *Pensée logico-mathématique : Nouveaux objets interdisciplinaires*. Paris : P.U.F.
- Houdé, O., Zago, L., Crivello, F., Moutier, S., Pineau, A., Mazoyer, B. & Tzourio-Mazoyer, N. (2001). Access to deductive logic depends on a right ventromedial prefrontal area devoted to emotion and feeling : Evidence from a training paradigm. *NeuroImage*, 14, 1486-1492.
- Inhelder, B., Sinclair, H. & Bovet, M. (1974). *Apprentissage et structure de la connaissance*. Paris : P.U.F.
- Jackson, J.H. (1876/1932). *Selected writings of John Hughling Jackson*, James Taylor (ed.). London : Hodden & Stoughton.
- Jakobi, J.M., Blanchet, A. & Grossir-Le-Nouvel, B. (1990). Quatre formes d'interrogation propositionnelle dans l'entretien de recherche. *Psychologie Française*, N° 35-3, 207-215.
- James, W. (1890). *The principles of psychology*. Londres : Methuen.
- Jouvent, R. (2000). *Pragmatique de la clinique*. Paris : Editions PIL.
- Kagan, J. (1966). Reflection – impulsivity : the generality and dynamics of conceptual tempo. *Journal of Abnormal Psychology*, 71(1), 17-24.

- Kazdin, A.E. (1989). Evaluation of the pleasure scale in the assessment of anhedonia in children. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, 28(3), 364-372.
- Klein, D.F. (1974). Endogenomorphic depression : A conceptual and terminological revision. *Archives of General Psychiatry*, 31, 447-454.
- Kraepelin, E. (1913). *Dementia praecox and paraphrenia*. Edinburgh : E. & S. Livingstone (trad. Angl. 1919 par B.M. Barclay).
- Lang, P.J. (1979). A bio-informational theory of emotional imagery. *Psychophysiology*, 16, 495-512.
- Lang, P.J., Greenwald, M.K., Bradley, M.M. & Hamm, A.O. (1993). Looking at pictures : Affective, facial, visceral, and behavioural reactions. *Psychophysiology*, 30, 261-273.
- Lang, P.J. (1995). The emotion probe : studies of motivation and attention. *American Psychologist*, 50, 372-385.
- Livesey, D.J. & Morgan, G.A. (1991). The development of response inhibition in 4- and 5-year-old children. *Australian Journal of Psychology*, Vol. 43, No.3, 133-137.
- Loas, G. (1993). Adaptation et validation française de l'échelle d'anhédonie physique de Chapman et Chapman. *L'Encéphale*, 19, 639-644.
- Loas, G., Dubal, S. & Pierson, A. (1996). Dépistage de l'anhédonie chez le sujet sain : détermination des notes-seuils à l'échelle révisée d'anhédonie physique (PAS) de Chapman et Chapman (1978). *L'Encéphale*, 22, 298-302.
- Loas, G. & Pierson, A. (1989). L'anhédonie en psychiatrie. *Annales Médico-Psychologiques*, 147(7), 705-717.
- Luria, A.R. (1961). *The role of speech in the regulation of normal and abnormal behavior*. New York : Liveright Publishing Corporation.

- Luria, A.R. (1966). *Higher cortical functions in man*. New York : Basic Books.
- Macmillan, M. (1996). The concept of inhibition in some nineteenth century theories of thinking. *Brain & Cognition*, 30, 4-19.
- Mangard, C. (2002). Attributions causales et émotions. In A. Channouf & G. Rouan (Eds.), *Emotions et cognitions* (pp167-195). Bruxelles : De Boeck Université.
- Mehler, J. & Bever, T. (1967). Cognitive capacity of very young children. *Science*, 158, 141-142.
- Miller, G.A. (1956). The magical number seven, plus or minus two : some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, vol.63, 81-97.
- Neill, W.T., Valdes, L.A. & Terry, K.M. (1995). Selective attention and the inhibitory control of cognition. In F.N. Dempster & C.J. Brainerd (Eds.), *Interference and inhibition in cognition* (pp207-261). New York : Academic Press.
- Pascual-Leone, J. (1970). A mathematical model for the transition rule in Piaget's developmental stages. *Acta Psychologica*, 32, 301-345.
- Pascual-Leone, J. (1987). Organismic processes for neo-piagetian theories : A dialectical causal account of cognitive development. *International Journal of Psychology*, 22, 531-570.
- Passler, P.A., Isaac, W. & Hynd, G.W. (1985). Neuropsychological development of behavior attributed to frontal lobe functioning in children. *Developmental Neuropsychology*, 1(4), 349-370.
- Perot, J.M., Loas, G., Dolhem, P., Chopin, N., Boudaille, B., Mille, C. & Piussan, C. (1999). Etude de validation de la version française de l'échelle de plaisir pour enfants (EPE) de Kazdin (the pleasure scale for children, PSC, Kazdin, 1989) chez 214 enfants hospitalisés en pédiatrie. *L'Encéphale*, 25, 307-314.

- Perret, E. (1974). The left frontal lobe of man and the suppression of habitual responses in verbal categorical behavior. *Neuropsychologia*, 12, 323-330.
- Piaget, J. (1932). *Le jugement moral chez l'enfant*. Paris : P.U.F.
- Piaget, J. (1936). *La naissance de l'intelligence chez l'enfant*. Neuchâtel : Delachaux & Niestlé.
- Piaget, J. (1937). *La construction du réel chez l'enfant*. Neuchâtel : Delachaux & Niestlé.
- Piaget, J. (1950). *Introduction à l'épistémologie génétique*. Paris : P.U.F.
- Piaget, J. (1968). *Le structuralisme*. Paris : P.U.F.
- Piaget, J. & Fraïsse, P. (1969). *Traité de psychologie expérimentale : Vol. VII : L'intelligence*. Paris : P.U.F., Deuxième édition, p 135.
- Piaget, J. & Inhelder, B. (1941b). *Le développement des quantités physiques chez l'enfant*. Neuchâtel : Delachaux & Niestlé.
- Piaget, J. & Inhelder, B. (1959). *La genèse des structures logiques élémentaires*. Neuchâtel : Delachaux & Niestlé.
- Piaget, J., Inhelder, B. & Szeminska, A. (1948). *La géométrie spontanée de l'enfant*. Paris : P.U.F.
- Piaget, J. & Szeminska, A. (1941a). *La genèse du nombre chez l'enfant*. Neuchâtel : Delachaux & Niestlé, Septième édition (1997).
- Prakchin, K.M., Williams-Avery, R.M., Zwaal, C. & Mills, D.E. (1999). Cardiovascular changes during induced emotion : an application of Lang's theory of emotional imagery. *Journal of Psychosomatic Research*, 47(3), 255-267.

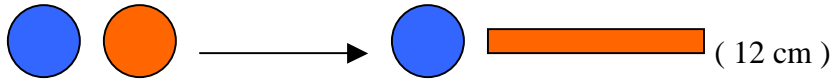
- de Ribeaupierre, A. (1997). Les modèles néo-piagétien : Quoi de nouveau ?. *Psychologie Française*, 42-1, 9-21.
- Ribot, Th. (1896). *La psychologie des sentiments*. Paris : Librairie Félix Alcan, onzième édition (1922).
- Schachter, S. (1959). *The psychology of affiliation*. Palo Alto, Ca : Stanford University Press.
- Schachter, S. (1964). The interaction of cognitive and physiological determinants of emotional state. In L. Berkowitz (Ed.), *Advances in experimental social psychology* (Vol. 1, 49-80). New York : Academic Press.
- Serres, M. (1992). *Eclaircissements*. Paris : Editions François Bourin.
- Siéroff, E. (2004). *La neuropsychologie : Approche cognitive des syndromes cliniques*. Paris : Editions Armand Colin.
- Simon, T.J., Hespos, S.J. & Rochat, P. (1995). Do infants understand simple arithmetic ? A replication of Wynn (1992). *Cognitive Development*, 10, 253-269.
- Stroop, J.R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 643-662.
- Tipper, S.T. (1985). The negative priming effect : inhibitory priming by ignored objects. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 37A, 571-590.
- Tipper, S.T., Bourque, T.A., Anderson, S.H. & Brehaut, J.C. (1989). Mechanism of attention : a developmental study. *Journal of Experimental Child Psychology*, 48, 353-378.
- Titaëvski, S. (2000). *Evaluation des fonctions exécutives chez les enfants « normaux » et cérébrolésés entre 3 et 6 ans*. Thèse de Doctorat, Université de Bourgogne (Document non publié).

- Toner, I.J., Holstein, R.B. & Hetherington, E.M. (1977). Reflection – Impulsivity and Self – control in preschool children. *Child Development*, 48, 239-245.
- Vygotski, L.S. (2003). Les émotions et leur développement chez l'enfant. In Y. Clot, *Conscience, inconscient, émotions*. Paris : La dispute.
- Waters, A.J., Sayette, M.A. & Wertz, J.M. (2003). Carry-over effects can modulate emotional Stroop effects. *Cognition and Emotion*, 17(3), 501-509.
- Wynn, K. (1992). Addition and subtraction by human infants, *Nature*, 359, 749-750.
- Wynn, K. (1998). Psychological foundations of number : Numerical competence in human infants, *Trends in Cognitive Sciences*, 2, 296-303.
- Zelazo, Ph. D., Piñon, D.E. & Reznick, J.S. (1995). Response control and the execution of verbal rules. *Developmental Psychology*, Vol. 31, N°3, 508-517.

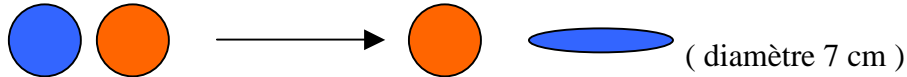
Annexes concernant les épreuves de conservation de
Piaget (1941a ; 1941b)

CONSERVATION DE LA SUBSTANCE
(pâte à modeler et pâte d'amande) : DESCRIPTION DES STIMULI
Les items étaient contre-balançés selon les sujets

D1 :



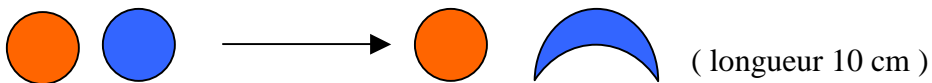
D2 :



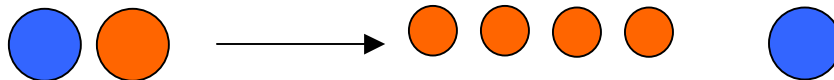
D3 :



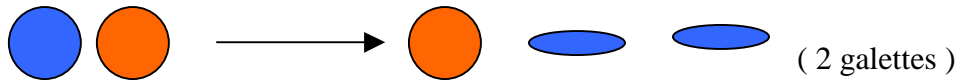
D4 :



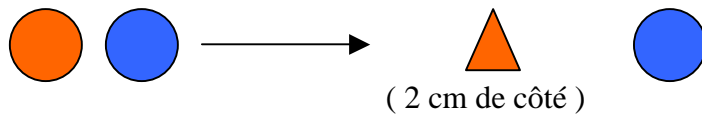
D5 :



D6 :



D7 :



D8 :



Annexes concernant les épreuves
de fonctions exécutives

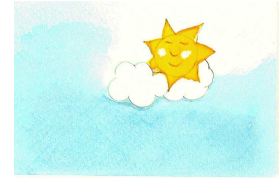
TEST DU DAY-NIGHT



CONDITION CONTROLE

Le sujet doit dire jour quand il voit la carte avec le soleil et nuit quand il voit la carte avec la lune.

Cotation : 0 pour Echec 1 pour Réussite :



1. NUIT :
 2. JOUR :
 3. JOUR :
 4. NUIT :
 5. JOUR :
 6. NUIT :
 7. NUIT :
 8. JOUR :
 9. JOUR :
 10. NUIT :
 11. JOUR :
 12. NUIT :
 13. NUIT :
 14. JOUR :
 15. NUIT :
 16. JOUR :
- } Groupe I (1-8)
- } Groupe II (9-16)

Le groupe I d'items et le Groupe II sont contre-balancés.

CONDITION EXPERIMENTALE

Le sujet doit dire jour quand il voit la carte avec la lune et nuit quand il voit la carte avec le soleil.

Cotation : 0 pour Echec 1 pour Réussite :

1. NUIT :
 2. JOUR :
 3. JOUR :
 4. NUIT :
 5. JOUR :
 6. NUIT :
 7. NUIT :
 8. JOUR :
 9. JOUR :
 10. NUIT :
 11. JOUR :
 12. NUIT :
 13. NUIT :
 14. JOUR :
 15. NUIT :
 16. JOUR :
- } Groupe I (1-8)
- } Groupe II (9-16)

Le groupe I d'items et le Groupe II sont contre-balancés.

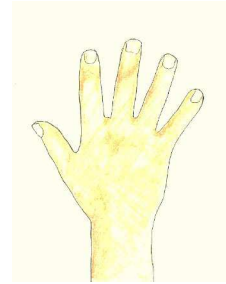
TEST DU GO/ NO-GO



Le sujet doit taper s'il voit la carte bleue et ne pas taper s'il voit la carte rouge.
Cotation : 0 pour Echec 1 pour Réussite.

1. BLEUE :.....
2. ROUGE :
3. ROUGE :
4. BLEUE :
5. ROUGE :
6. BLEUE :
7. BLEUE :
8. ROUGE :
9. ROUGE :
10. BLEUE :
11. ROUGE :
12. BLEUE :
13. BLEUE :
14. ROUGE :
15. BLEUE :
16. ROUGE :

TEST DE MAIN-BOUGIE



CONDITION CONTROLE

Le sujet doit taper quand il voit la carte avec la main et souffler quand il voit la carte avec la bougie.

Cotation : 0 pour Echec 1 pour Réussite :

1. BOUGIE:
2. MAIN :
3. BOUGIE :
4. BOUGIE :
5. MAIN :
6. BOUGIE :
7. MAIN :
8. MAIN :
9. BOUGIE :
10. MAIN :
11. BOUGIE :
12. MAIN :
13. BOUGIE :
14. MAIN :
15. MAIN :
16. BOUGIE :

CONDITION EXPERIMENTALE

Le sujet doit taper quand il voit la carte avec la bougie et souffler quand il voit la carte avec la main.

Cotation : 0 pour Echec 1 pour Réussite :

1. BOUGIE:
2. MAIN :
3. BOUGIE :
4. BOUGIE :
5. MAIN :
6. BOUGIE :
7. MAIN :
8. MAIN :
9. BOUGIE :
10. MAIN :
11. BOUGIE :
12. MAIN :
13. BOUGIE :
14. MAIN :
15. MAIN :
16. BOUGIE :

Annexes :
Analyse des justifications des enfants
aux épreuves de conservation de Piaget (1941a ; 1941b)

ANALYSE DE CONTENU DES JUSTIFICATIONS

| Justifications | Numéros légende | GROUPE I : 3 à 4 ans | GROUPE II : 4 à 5 ans | GROUPE III : 5 à 6 ans |
|---|--------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Conservation du Nombre : Jetons + bonbons | | | | |
| Enfants Conservants | | | | |
| <i>Parce que (sans suite)</i> | 1 | 12 (19%) | 0% | 0% |
| <i>Parce que (objet)</i> | 2 | 2 (3%) | 0% | 2 (3%) |
| <i>Parce que (geste)</i> | 3 | 3(5%) | 2 (3%) | 0% |
| <i>C'est pareil</i> | 4 | 4 (6%) | 4 (6%) | 6 (9%) |
| <i>Dénombrement</i> | 5 | 0% | 4 (6%) | 7 (11%) |
| Enfants Non-conservants | | | | |
| <i>C'est pas pareil</i> | 6 | 10 (16%) | 0% | 0% |
| <i>Parce que (sans suite)</i> | 1 | 7 (11%) | 0% | 2 (3%) |
| <i>L=N</i> | 7 | 24 (37%) | 50 (78%) | 43 (67%) |
| <i>Parce que (objet)</i> | 2 | 2 (3%) | 4 (6%) | 0% |
| <i>Dénombrement</i> | 5 | 0% | 0% | 4 (6%) |
| Conservation de la substance : Pâte à modeler + Pâte d'amande | | | | |
| Enfants Conservants | | | | |
| <i>Parce que (sans suite)</i> | 1 | 11 (17%) | 2 (3%) | 0% |
| <i>Parce que (objet)</i> | 2 | 6 (9%) | 0% | 0% |
| <i>Parce que (geste)</i> | 3 | 2 (3%) | 0% | 2 (3%) |
| <i>C'est pareil</i> | 4 | 4 (6%) | 2 (3%) | 1 (2%) |
| <i>Forme a changé mais pareil</i> | 8 | 0% | 4 (6%) | 4 (6%) |
| Enfants Non-conservants | | | | |
| <i>C'est pas pareil</i> | 6 | 10 (16%) | 0 % | 1 (2%) |
| <i>Parce que (sans suite)</i> | 1 | 6 (9%) | 2 (3%) | 2 (3%) |
| <i>Plus Densité (F=Q)</i> | 9 | 24 (38%) | 50 (78%) | 50 (78%) |
| <i>Parce que (objet)</i> | 2 | 1 (2%) | 4 (6%) | 4 (6%) |

1 : *Parce que (sans suite)* : L'enfant répond ici en disant simplement « Parce que » sans justifier plus.

2 : *Parce que (objet)* : L'enfant répond en disant parce que et en s'appuyant sur le matériel ce qui donne par exemple : « Parce que c'est des jetons ! ».

3 : *Parce que (geste)* : L'enfant répond parce que en montrant quelque chose en ajout comme sa ligne de bonbons par exemple. Toutefois, il ne justifie pas plus.

4 : *C'est pareil* : L'enfant répond « C'est pareil » et ne dit rien de plus.

5 : *Dénombrement* : L'enfant compte soit les jetons ou les bonbons, soit les morceaux de pâte à modeler ou d'amande. Il en tire la conclusion de conservation ou de non-conservation.

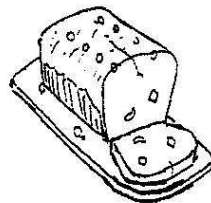
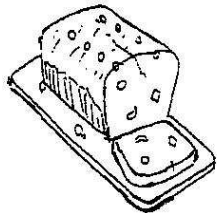
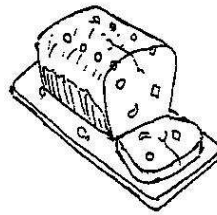
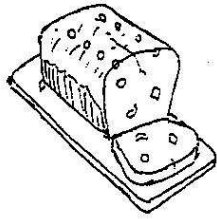
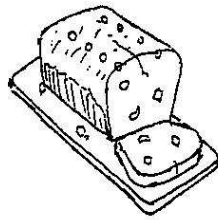
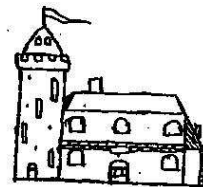
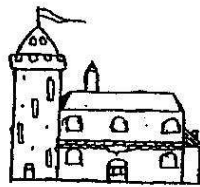
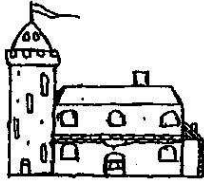
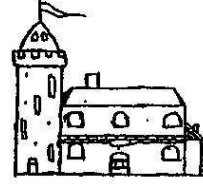
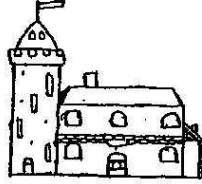
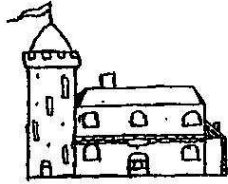
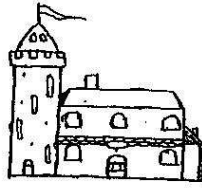
6 : *C'est pas pareil* : L'enfant répond « C'est pas pareil » et ne dit rien de plus.

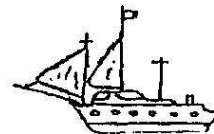
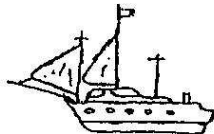
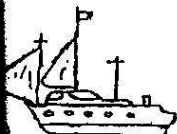
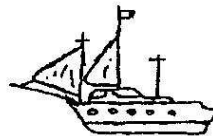
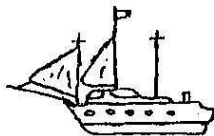
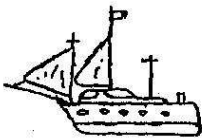
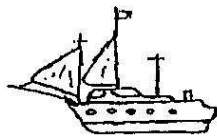
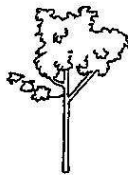
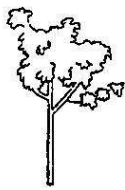
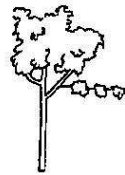
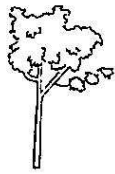
7 : *L=N* : L'enfant répond dans la conservation du nombre par une justification de type « Longueur=Nombre » en disant par exemple : « Parce que ma ligne est plus longue ». Mais il peut répondre également sur la densité en disant « Parce que les tiens sont plus resserrés ».

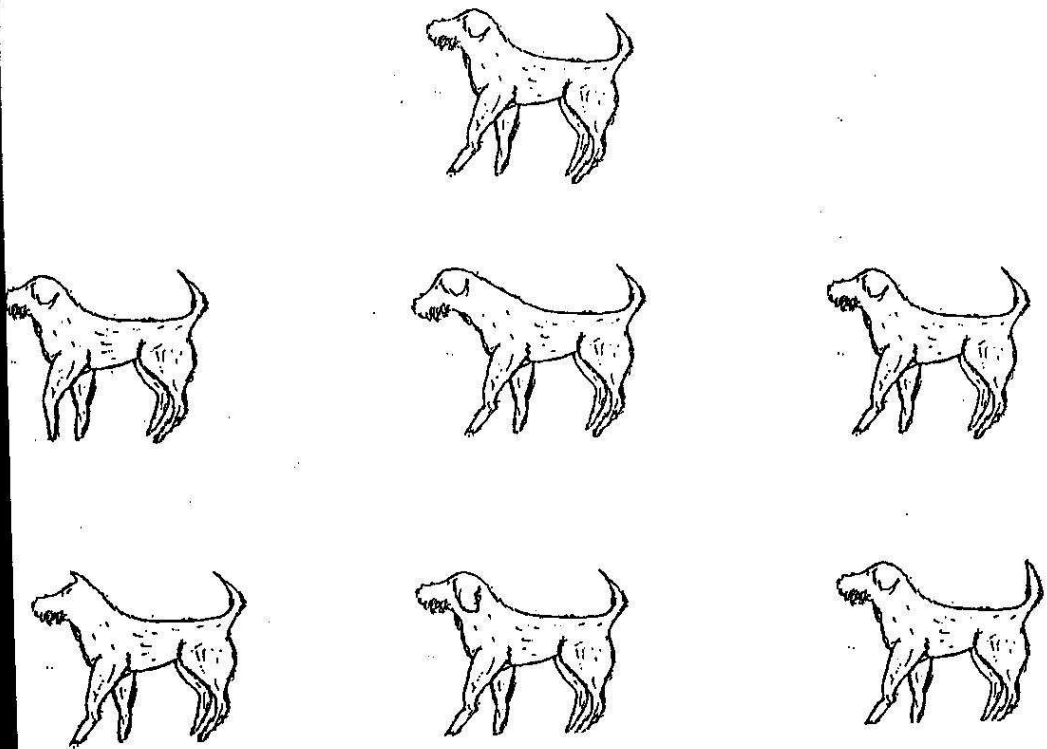
8 : *Forme a changé mais pareil* : L'enfant répond en justifiant que la forme de la pâte à modeler ou d'amande a changé mais la quantité reste la même. Il s'agit ici de la justification de conservation parfaite.

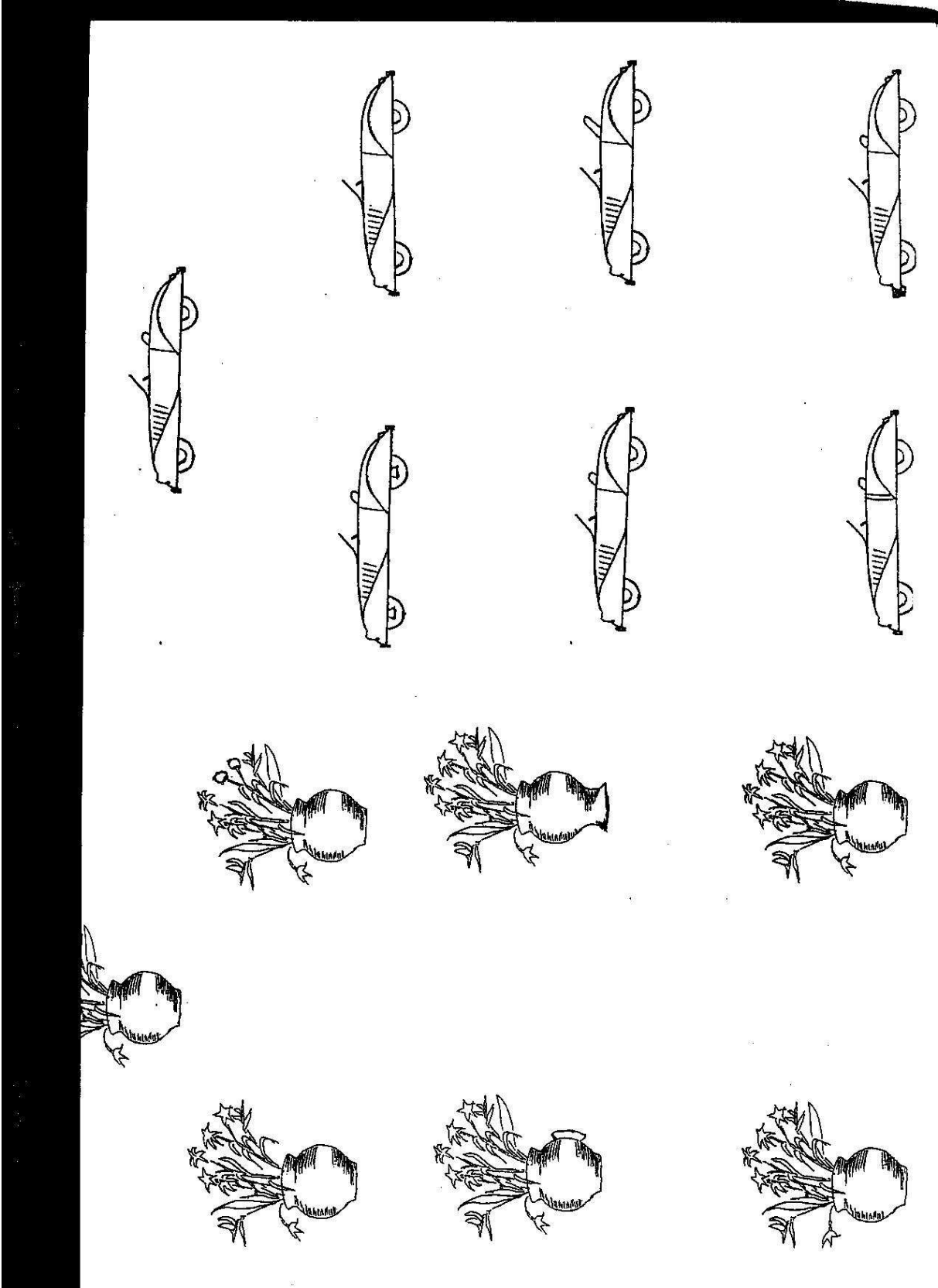
9 : *Plus densité (F=Q)* : L'enfant répond dans la conservation de la substance par une justification de type « Forme=Quantité » en disant par exemple « Il y en a plus dans la saucisse que dans la boule, parce que c'est une saucisse ». L'enfant peut effectuer cette justification sur le fait que la boule est plus importante en quantité que la déformation ou faire l'inverse.

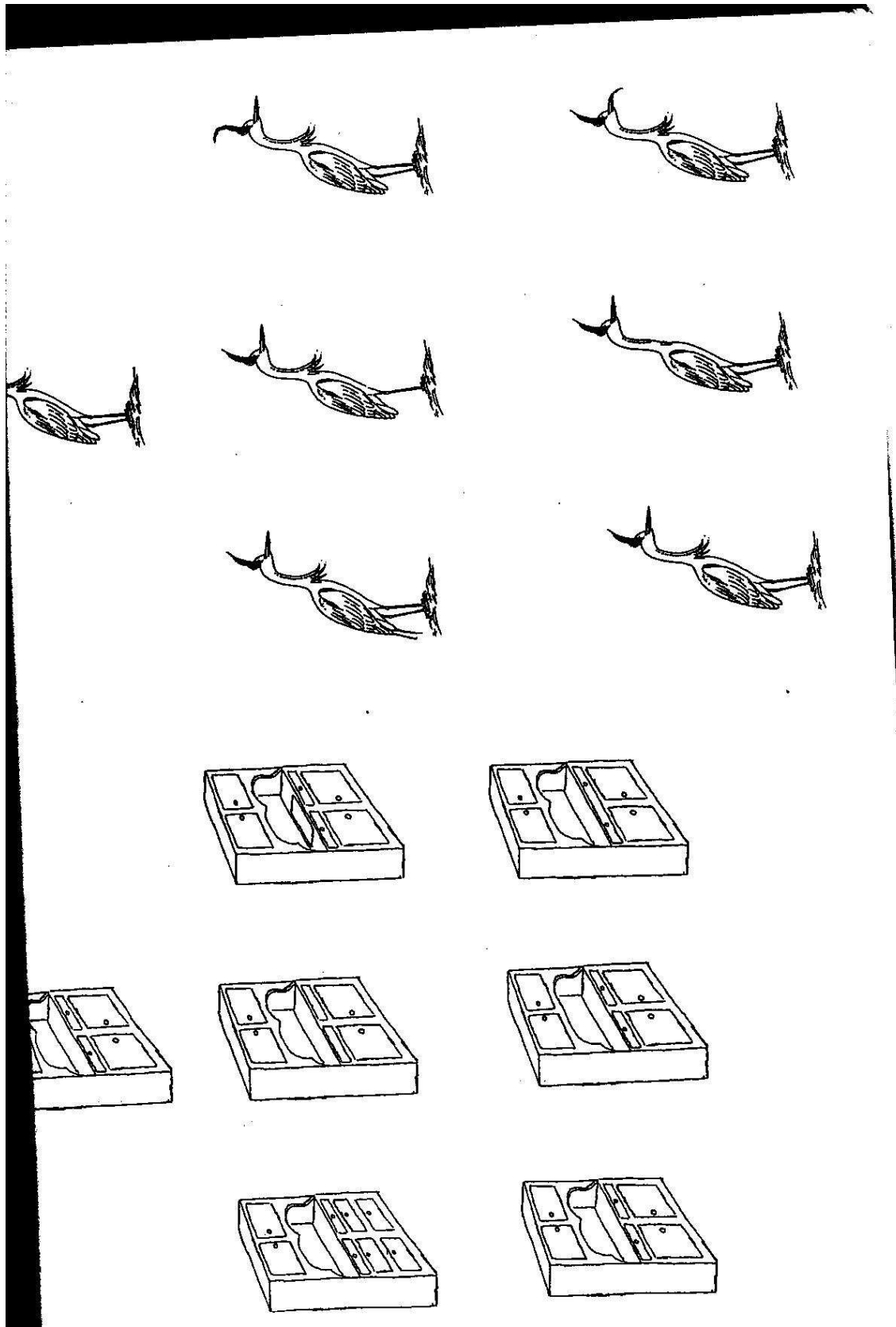
Annexes :
Items du test de Kagan (1966)
Dix items : une planche-exemple et neuf planches-tests











Annexes concernant le test d'hédonie visuelle

Test 1 : Présentations des cotations moyennes des photos (tous les groupes confondus) et scores factoriels dominants
(le flou est crée par la petite taille des photos normalement affichées en format A4)



Score facteur 2 =0.41
Moyenne : 1.154



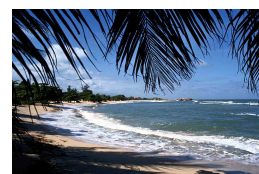
Score facteur 3 =0.21
Moyenne : 1.563



Score facteur 2 =0.18
Moyenne : 1.782



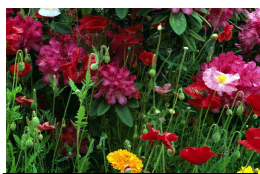
Score facteur 2 =0.29
Moyenne : 1.665



Score facteur 3 =0.25
Moyenne : 2.548



Score facteur 3 =0.52
Moyenne : 1.078



Score facteur 3 =0.39
Moyenne : 2.089



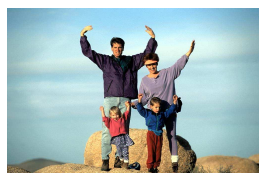
Score facteur 3 =0.32
Moyenne : 1.005



Score facteur 3 =0.17
Moyenne : 1.731



Score facteur 2 =0.28
Moyenne : 0.851



Score facteur 2 =0.38
Moyenne : 1.366



Score facteur 2 =0.39
Moyenne : 1.085



Score facteur 2 =0.33
Moyenne : 1.291



Score facteur 2 =0.32
Moyenne : 1.078



Score facteur 2 =0.49
Moyenne : 1.709



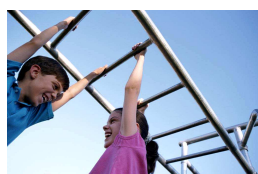
Score facteur 2 =0.17
Moyenne : 2.076



Score facteur 2 =0.40
Moyenne : 1.782



Score facteur 3 =0.33
Moyenne : 2.255



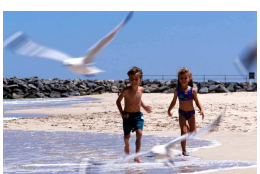
Score facteur 2 =0.45
Moyenne : 1.588



Score facteur 2 =0.24
Moyenne : 1.844



Score facteur 2 =0.38
Moyenne : 1.602



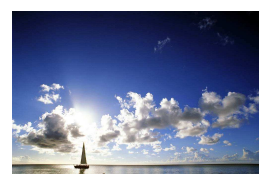
Score facteur 3 =0.33
Moyenne : 2.216



Score facteur 3 =0.43
Moyenne : 2.226



Score facteur 3 =0.14
Moyenne : 2.534



Score facteur 3 =0.45
Moyenne : 2.087



Score facteur 3 =0.31
Moyenne : 1.850



Score facteur 2 =0.46
Moyenne : 1.434



Score facteur 2 =0.34
Moyenne : 0.988

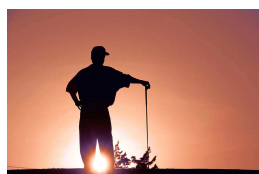


Score facteur 3 =0.35
Moyenne : 2.147



Score facteur 2 =0.46
Moyenne : 1.362

Test 2 : Présentations des cotations moyennes des photos (tous les groupes confondus) et scores factoriels dominants
(le flou est crée par la petite taille des photos normalement affichées en format A4)



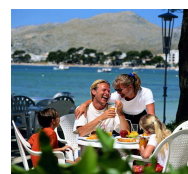
Score facteur 2 =0.36
Moyenne : 1..339



Score facteur 2 =0.66
Moyenne : 1.348



Score facteur 2 =0.58
Moyenne : 2.081



Score facteur 2 =0.61
Moyenne : 1.503



Score facteur 3 =0.36
Moyenne : 2.770



Score facteur 2 =0.45
Moyenne : 2.153



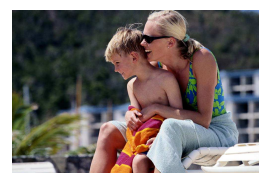
Score facteur 3 =0.42
Moyenne : 1.526



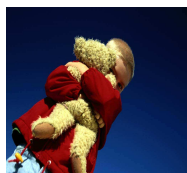
Score facteur 2 =0.50
Moyenne : 2.102



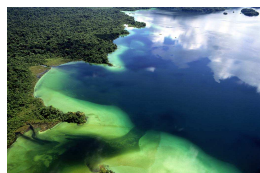
Score facteur 2 =0.49
Moyenne : 0.934



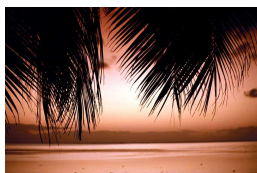
Score facteur 2 =0.64
Moyenne : 1.462



Score facteur 2 =0.36
Moyenne : 1..349



Score facteur 3 =0.29
Moyenne : 2.657



Score facteur 3 =0.50
Moyenne : 2.468



Score facteur 3 =0.55
Moyenne : 2.371



Score facteur 3 =0.57
Moyenne : 2.029



Score facteur 3 =0.33
Moyenne : 1.035



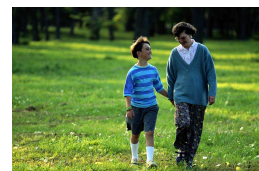
Score facteur 3 =0.32
Moyenne : 2.648



Score facteur 3 =0.55
Moyenne : 1.800



Score facteur 3 =0.29
Moyenne : 1..820



Score facteur 2 =0.49
Moyenne : 1..028



Score facteur 2 =0.40
Moyenne : 1.729



Score facteur 2 =0.66
Moyenne : 1.153



Score facteur 2 =0.61
Moyenne : 1.242



Score facteur 2 =0.52
Moyenne : 1.421



Score facteur 2 =0.49
Moyenne : 1.209



Score facteur 2 =0.66
Moyenne : 1.355



Score facteur 2 =0.50
Moyenne : 2.118



Score facteur 2 =0.38
Moyenne : 1.495



Score facteur 2 =0.59
Moyenne : 1.647



Score facteur 2 =0.48
Moyenne : 1.839

Test 3 : Présentations des cotations moyennes des photos (tous les groupes confondus) et scores factoriels dominants
(le flou est crée par la petite taille des photos normalement affichées en format A4)



Score facteur 1 =0.30
Moyenne : 2.203



Score facteur 1 =0.43
Moyenne : 1.801



Score facteur 1 =0.30
Moyenne : 1.565



Score facteur 3 =0.19
Moyenne : 2.536



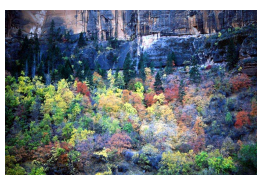
Score facteur 3 =0.18
Moyenne : 2.409



Score facteur 1 =0.54
Moyenne : 2.134



Score facteur 1 =0.25
Moyenne : 1.282



Score facteur 3 =0.19
Moyenne : 1.936



Score facteur 1 =0.41
Moyenne : 1.024



Score facteur 1 =0.38
Moyenne : 2.123



Score facteur 1 =0.28
Moyenne : 2.331



Score facteur 1 =0.49
Moyenne : 1.375



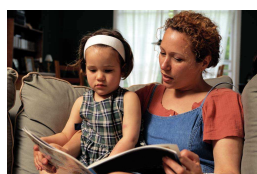
Score facteur 1 =0.55
Moyenne : 1.584



Score facteur 1 =0.53
Moyenne : 1.085



Score facteur 1 =0.36
Moyenne : 1.415



Score facteur 1 =0.44
Moyenne : 1.326



Score facteur 1 =0.44
Moyenne : 1.384



Score facteur 1 =0.45
Moyenne : 1.948



Score facteur 1 =0.38
Moyenne : 1.969



Score facteur 1 =0.43
Moyenne : 1.266



Score facteur 1 =0.44
Moyenne : 1.998



Score facteur 1 =0.28
Moyenne : 1.961



Score facteur 1 =0.47
Moyenne : 1.765



Score facteur 1 =0.45
Moyenne : 1.937



Score facteur 1 =0.39
Moyenne : 1.734



Score facteur 1 =0.37
Moyenne : 1.739



Score facteur 3 =0.21
Moyenne : 2.575



Score facteur 1 =0.29
Moyenne : 1.906



Score facteur 1 =0.43
Moyenne : 1.525



Score facteur 3 =0.20
Moyenne : 2.725

Test 4 : Présentations des cotations moyennes des photos (tous les groupes confondus) et scores factoriels dominants
(le flou est crée par la petite taille des photos normalement affichées en format A4)



Score facteur 1 =0.68
Moyenne : 1.697



Score facteur 1 =0.23
Moyenne : 2.369



Score facteur 1 =0.50
Moyenne : 2.053



Score facteur 1 =0.49
Moyenne : 1.05



Score facteur 1 =0.36
Moyenne : 2.862



Score facteur 1 =0.31
Moyenne : 2.213



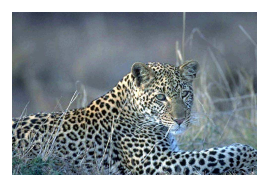
Score facteur 1 =0.47
Moyenne : 1.685



Score facteur 1 =0.26
Moyenne : 2.365



Score facteur 1 =0.54
Moyenne : 1.218



Score facteur 1 =0.17
Moyenne : 2.759



Score facteur 1 =0.62
Moyenne : 1.216



Score facteur 1 =0.34
Moyenne : 1.811



Score facteur 1 =0.45
Moyenne : 1.810



Score facteur 1 =0.48
Moyenne : 1.028



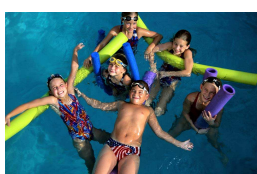
Score facteur 3 =0.16
Moyenne : 2.531



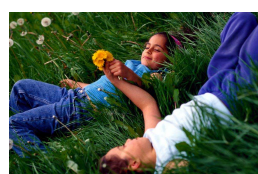
Score facteur 1 =0.46
Moyenne : 0.914



Score facteur 1 =0.55
Moyenne : 0.973



Score facteur 1 =0.64
Moyenne : 1.958



Score facteur 1 =0.42
Moyenne : 1..538



Score facteur 1 =0.43
Moyenne : 1..552



Score facteur 1 =0.56
Moyenne : 1.664



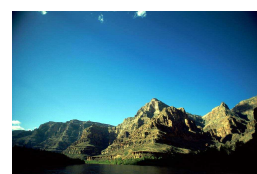
Score facteur 1 =0.52
Moyenne : 1.543



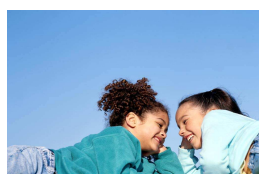
Score facteur 1 =0.56
Moyenne : 1.662



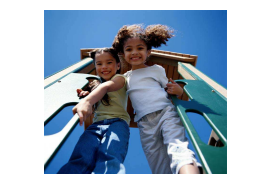
Score facteur 1 =0.42
Moyenne : 2.384



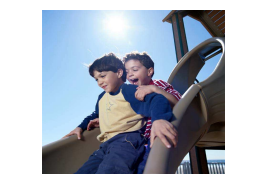
Score facteur 3 =0.21
Moyenne : 2.472



Score facteur 1 =0.51
Moyenne : 1.310



Score facteur 3 =0.66
Moyenne : 1.340



Score facteur 1 =0.58
Moyenne : 1.385



Score facteur 1 =0.59
Moyenne : 1.624



Score facteur 3 =0.22
Moyenne : 2.684

Résumé de la thèse

Cette thèse présente des apports expérimentaux originaux aux domaines d'études de l'inhibition et de l'émotion ainsi que dans la conceptualisation du développement cognitif de l'enfance à l'âge adulte. L'inhibition est étudiée par des expériences de chronométrie mentale parfois inédites sur les tâches de conservation du nombre, des longueurs et du poids. Une batterie d'épreuves de fonctions exécutives est également proposée aux sujets afin de tester l'hypothèse de l'inhibition comme « age-and-domain-specific ». Les données expérimentales sur l'inhibition renforcent l'hypothèse de l'inhibition spécifique et soulignent la possibilité d'envisager deux voies de traitement cognitif différentes selon le type de quantité impliqué dans les tâches de conservation : continu ou discontinu. Un nouveau paradigme d'étude du plaisir chez l'enfant est également présenté consistant en une procédure informatisée de présentation de photos hédoniques. Les résultats indiquent des types de plaisirs différents chez les enfants par rapport aux résultats déjà connus des adultes en psychopathologie. La mise en relation des résultats sur le processus d'inhibition et ceux sur l'émotion indique un lien entre l'hédonie visuelle et l'inhibition.

MOTS – CLES : Inhibition, chronométrie mentale, conservation, fonctions exécutives, hédonie, émotion, développement cognitif.

Titre en anglais :

INHIBITION AND EMOTION :
MENTAL CHRONOMETRY, EXECUTIVE FUNCTIONS AND HEDONIA.

Summary

This thesis presents original experimental contributions at the fields of studies of inhibition and emotion like in the conceptualization of the cognitive development of childhood at the adulthood. Inhibition is studied by sometimes new experiments of mental chronometry on conservation tasks of number, length and weight. A battery of tests of executive functions is also proposed on the subjects in order to test the assumption of inhibition like "age-and-domain-specific". The experimental data on inhibition reinforce the assumption of specific inhibition and underline the possibility of considering two ways of cognitive treatment different according to the type of quantity implied in the tasks of conservation : continuous or discontinuous. A new paradigm of study of the pleasure in the child is also presented consistent in a computerized procedure of presentation of hedonic photographs. The results indicate types of pleasures different in the children compared to the already known results from the adults in psychopathology. The comparison of the results on the process of inhibition and those on the emotion indicates a bond between the visual hedonia and inhibition

KEY WORDS : Inhibition, mental chronometry, conservation, executive functions, hedonia, emotion, cognitive development.

Groupe d'Imagerie Neurofonctionnelle
46, rue Saint-Jacques
75005 PARIS