

UNIVERSITE DU QUEBEC

MEMOIRE

PRESENTÉ A

L'UNIVERSITE DU QUEBEC A TROIS-RIVIERES

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DE LA MAITRISE EN PSYCHOLOGIE

PAR

CLAUDE MESSIER

ASYMETRIE PERCEPTUELLE ET MEMOIRE TACTILE

NON-VERBALE CHEZ LES

PERSONNES NORMALES

DECEMBRE 1979

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

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

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

Table des matières

Introduction .....	1
Chapitre premier - Asymétrie perceptuelle et mémoire à court terme.....	3
Généralités .....	5
Contexte théorique et expérimental .....	11
Hypothèse .....	24
Chapitre II - Description des expériences .....	26
Le rappel libre des distances par les deux mains .....	27
La reconnaissance des distances par les deux mains .....	30
La reconnaissance des textures par les deux mains .....	31
La reconnaissance des directions angulaires par les deux mains .....	36
Chapitre III - Analyse des résultats .....	43
Méthodes d'analyse .....	44
Résultats .....	44
Le rappel et la reconnaissance des distances .....	44
La reconnaissance des textures .....	47
La reconnaissance des directions angulaires .....	53
Discussion générale .....	55

Conclusion .....	67
Appendice A - Consignes expérimentales .....	69
Appendice B - Résultats individuels .....	73
Références .....	80

### Sommaire

Cette étude exploratoire a tenté de mettre en évidence, au niveau tactile, l'existence d'une activation différentielle (ou "asymétrie perceptuelle") entre les deux hémisphères cérébraux de personnes normales en fonction de la mémoire non-verbale. Pour ce faire, quatre tâches expérimentales furent exécutées unimanuellement, lesquelles comprenaient des délais temporels délimités (pour les expériences "reconnaissance des textures" et "reconnaissance des directions angulaires") ou non (pour les expériences "rappel des distances" et "reconnaissance des distances").

L'interprétation de nos résultats démontre le fait qu'une relation est probable entre l'asymétrie perceptuelle et la mémoire tactile non-verbale à court terme mais que, généralement, le contrôle de certaines variables expérimentales a été insuffisant. Une méthodologie à cet effet est proposée, laquelle minimiserait le transfert interhémisphérique et ses conséquences.

Introduction

L'étude de la spécialisation fonctionnelle de chacun des deux hémisphères cérébraux a permis d'élargir et d'affiner nos connaissances sur les processus perceptuels et cognitifs ayant cours dans le cerveau humain. Cependant, ce domaine a été très peu étudié en relation avec l'aspect mnésique. Notamment chez l'humain non-lésé pour les modalités sensorielles de l'audition et du toucher. Devant restreindre notre champ d'intérêt, nous avons choisi d'utiliser le sens du toucher pour l'étude de la mémoire non-verbale, chez l'humain non-lésé, en relation avec l'asymétrie perceptuelle.

Notre objectif principal étant d'explorer un domaine peu connu et d'y déceler des points de repère pouvant éventuellement servir de base scientifique pour des recherches ultérieures, plusieurs expérimentations différentes ont été effectuées autour de notre thème central de recherche. Mais avant d'aborder ces sujets, un relevé critique de la littérature scientifique sera d'abord effectué.

## Chapitre premier

### Asymétrie perceptuelle et mémoire à court terme

Ce premier chapitre contient l'essentiel des études qu'il a été jugé pertinent de traiter. Son élaboration et sa construction devraient permettre au lecteur de cheminer progressivement d'un cadre théorique très large jusqu'à une spécificité qui rejoigne la formulation de l'hypothèse elle-même. Trois sections différentes composent ce chapitre.

Comme son titre l'indique, nous discuterons d'abord de généralités, lesquelles concernent les multiples aspects généraux qui sont impliqués dans la plupart des études traitant de la spécialisation fonctionnelle de l'un ou l'autre hémisphère cérébral. C'est donc dans cette section qu'il sera traité des différentes catégories de sujets utilisés, de l'essentiel des méthodologies expérimentales généralement employées, des principaux modes sensoriels impliqués dans ces recherches, etc..., certains de ces aspects étant décrits selon une perspective historique.

La seconde section de ce chapitre constituera le contexte théorique et expérimental proprement dit. D'une part, il y sera traité de la spécialisation fonctionnelle des hémisphères gauche et droit pour les modalités de l'audition, de la vision et du toucher. D'autre part, les études portant sur la variable mnésique en relation avec l'asymétrie perceptuelle seront abordées. Concernant ces deux séries de recherches, il est à noter que les fonctions de l'hémisphère gauche pour un sens donné (ou

occasionnellement, pour un type de sujet donné) seront toujours citées avant celles de l'hémisphère droit.

S'inscrivant finalement dans le prolongement logique du contexte théorique et expérimental, la formulation de notre hypothèse de recherche viendra clore ce chapitre.

Etant donné le thème de ce mémoire, une emphase particulière sera de mise en ce qui concerne les recherches effectuées au niveau de la modalité tactile ainsi que celles ayant traité des fonctions hémisphériques non-verbales. Ceci étant dit, voici maintenant la première section de ce chapitre.

#### Généralités

Chez les mammifères non-humains, les deux hémisphères cérébraux nous apparaissent comme étant fonctionnellement équivalents entre eux. Cependant, chez l'humain, nous trouvons une spécialisation hémisphérique, (Romer, 1954) ce qui fait que les effets d'une lésion unilatérale varieront en fonction du côté atteint et non seulement selon le site de la lésion sur l'hémisphère concerné.

Aussi, lors de leurs observations vers les années 1860, Marc Dax et Paul Broca ont-ils constaté qu'une blessure à l'hémisphère gauche chez les patients adultes droitiers était fréquemment suivie d'une aphasic alors qu'une blessure à l'hémisphère droit engendrait rarement des troubles de langage. C'est donc de ces observations que vient la notion que

l'hémisphère gauche est l'hémisphère dominant pour le langage ainsi que pour le contrôle de la main d'écriture.

Par une curieuse extrapolation, l'hémisphère gauche en est alors venu à être perçu comme dominant pour toutes les opérations cognitives complexes tandis que l'hémisphère droit fut considéré comme ayant beaucoup moins d'importance que son voisin sauf pour les fonctions sensorielles élémentaires et pour les fonctions motrices, lesquelles sont représentées contralatéralement dans les hémisphères cérébraux.

D'où le fait que l'hémisphère droit est responsable du côté gauche du corps ainsi que du champ visuel gauche et vice-versa pour l'hémisphère gauche par rapport à la moitié droite du corps et du champ visuel.

Cette vue presqu'à sens unique de la dominance de l'hémisphère gauche pour les fonctions cognitives a été progressivement rejeté au niveau interprétatif au fur et à mesure qu'il devint évident que l'hémisphère droit jouait un rôle dominant pour plusieurs fonctions cognitives non-verbales, notamment pour la perception des relations spatiales. Déjà en 1874, Hughlings Jackson attribuait au lobe postérieur de l'hémisphère droit un rôle dominant pour "l'idéation visuelle" (1874: voir Taylor, 1932). Néanmoins, la réelle percée vint beaucoup plus tard à partir des années 1940 alors que plusieurs auteurs (Hécaen et al., 1951, 1956; Milner, 1958; Paterson et Zangwill, 1944) firent des études cliniques de patients ayant eu des lésions unilatérales au cerveau ; études qui démontraient, dans l'ensemble, que ceux qui étaient lésés à l'hémisphère droit avaient

des désordres spatiaux et certains autres troubles perceptuels plus sévères que ceux l'ayant été du côté gauche.

En plus d'avoir contribué à la véritable naissance de ce champ de connaissance qu'est la spécialisation hémisphérique, les recherches entreprises auprès des patients lésés unilatéralement avaient également l'avantage de localiser le siège des fonctions perceptuelles dans les hémisphères. Pour ce faire, il s'agissait d'examiner les troubles perceptuels et sensoriels qui résultaient de la lésion cérébrale tout en déterminant le siège anatomique de cette dernière (Milner, 1971). Malgré ces avantages, il n'en demeure pas moins que cette voie de recherche a des limitations logiques. En effet, ce que ces études révèlent est le fait que les structures neurales qui restent intactes sont insuffisantes pour accomplir correctement la fonction qui est détériorée. Le risque de ne faire que de telles études est de faire des inférences incorrectes concernant la spécialisation hémisphérique (Witelson, 1977). Ceci est d'autant plus vrai dans le cas où l'expérimentation a lieu quelques années suivant le moment du trauma crânien. Ce qui est alors mesuré est la plasticité du cerveau immature plutôt qu'un manque au niveau de la spécialisation cérébrale (Dennis et Kohn, 1975).

Depuis une quinzaine d'années, une seconde catégorie d'humains est venue s'ajouter à celle des patients lésés unilatéralement comme objet d'étude de la spécialisation hémisphérique. Il s'agit de patients épileptiques ayant subi une commissurectomie cérébrale dans le but majeur de

réduire l'intensité de leurs crises. Plusieurs de ces sujets ont été testés peu après la section des principales commissures, ces dernières assurant normalement le transfert de l'information sensorielle d'un hémisphère à l'autre. Les deux hémisphères ainsi isolés au moyen de la chirurgie ont permis à Sperry et à ses collègues de comparer directement, chez l'individu concerné, la performance de chacun d'eux pour une tâche sensorielle donnée (cette dernière étant toujours présentée contralatéralement à l'hémisphère étudié). De cette manière, Gazzaniga et Sperry (1967) ont pu démontrer que même pour les droitiers, la dominance de l'hémisphère gauche pour le langage n'est pas absolue puisque l'hémisphère droit montre une compréhension très rudimentaire de l'input verbal. Toutefois, cet hémisphère ne peut émettre que quelques mots et semble incapable d'écrire ainsi que de parler de façon propositionnelle.

Les personnes normales constituent la troisième et dernière catégorie de sujets d'étude que nous traiterons dans la présente section. Les recherches effectuées auprès d'eux ont maintes fois permis de confirmer ou d'infirmer partiellement les conclusions relatives à la spécialisation hémisphérique, telles qu'antérieurement obtenues via l'observation et l'étude rigoureuse des patients lésés aux hémisphères et/ou de ceux ayant eu des commissures cérébrales sectionnées. Evidemment, le fait que le transfert interhémisphérique se fasse normalement chez les humains non-lésés amène automatiquement l'émergence de certaines difficultés dans la détection de l'asymétrie perceptuelle, difficultés qui doivent alors être surmontées par la méthodologie

expérimentale. Aussi, n'est-il pas surprenant que cette méthodologie soit elle-même en constante évolution tentant toujours de tirer profit des erreurs passées. Ceci étant dit, nous survolerons maintenant quelques-uns des aspects importants de cette méthodologie expérimentale telle qu'appliquée chez les personnes normales.

Il existe plusieurs modèles de test qui n'impliquent aucune intervention chirurgicale pour démontrer une certaine efficacité et qui ont été développés en vue de leur utilisation chez les enfants et les adultes normaux. La procédure qui est commune à tous ces tests est la comparaison de la perception des stimuli présentés dans les champs sensoriels droit et gauche. Le rationnel de base de ces tests est basé sur le fait que la stimulation sensorielle peut être transmise en prédominance à l'hémisphère contralatéral (i.e. du côté opposé). Conséquemment, une asymétrie, en précision ou en temps de réaction, entre la perception du champ gauche et celle du champ droit pourra refléter la supériorité de l'hémisphère contralatéral pour le traitement du type d'information présenté aux sujets (Witelson, 1977).

Concernant la modalité visuelle, la tachistoscope est un appareil permettant de présenter brièvement les stimuli. Ces derniers lui sont présentés très rapidement, quelque part dans son champ visuel droit ou gauche, le sujet devant avoir, lors de la présentation de chacun de ces stimuli, les yeux orientés vers le "point de fixation" (qui

est une cible visuelle située en plein centre de son champ visuel). Par la procédure tachystoscopique, il est également possible de stimuler simultanément les deux champs visuels externes par des stimuli différents (Carmon et al., 1975; McKeever et Huling, 1971). En général, nous pouvons dire que la stimulation tachystoscopique (binoculaire ou monoculaire) dans l'un des deux demi-champs visuels peut inclure une grande variété de stimuli qui peuvent soit refléter une supériorité de l'hémisphère droit, soit une supériorité de l'hémisphère gauche (White, 1969).

Parce qu'une très petite portion de l'information sensorielle pour les modalités auditive et tactile peut emprunter les fibres nerveuses ipsilatérales et parce qu'une certaine compétition dans le système neural semble favoriser la mise en évidence de l'asymétrie perceptuelle, une technique particulière est occasionnellement utilisée. Au niveau auditif, cette technique a fait ses preuves sous le terme de "stimulation dichotique" (Kimura, 1961b; 1967). Elle consiste en l'envoi simultané de deux stimuli sonores, légèrement différents entre eux, vers les deux oreilles au moyen d'écouteurs stéréophoniques. Par exemple, trois séries de deux chiffres peuvent être présentées en rapide succession au sujet (i.e. trois fois un chiffre différent pour chacune des deux oreilles et ce, au rythme de deux séries par seconde), ce dernier devant ensuite rapporter oralement ces six chiffres selon l'ordre qui lui conviendra le mieux. La correspondante de cette technique de présentation bilatérale des stimuli au niveau tactile consiste en la "stimulation bimanuelle" dans le cas où les deux mains

reçoivent leur stimulation sans mouvement (Nachshon et Carmon, 1975).

Dans le cas où le toucher doit être actif (et inclure, par conséquent, des stimulations autant tactiles que proprioceptives), le terme "stimulation dichhaptique" est utilisé (Gardner et al., 1977; Witelson, 1974). Toutefois, il faut noter qu'une asymétrie fonctionnelle entre les hémisphères cérébraux peut être observée par l'utilisation de stimulations monorales (Jarvella et al., 1970; Kallman, 1977) ou unimanuelles (Benton et al., 1973; Lechelt et Tanne, 1976) en autant que la tâche soit suffisamment difficile à accomplir par les sujets concernés.

#### Contexte théorique et expérimental

Nous prendrons maintenant connaissance des principales études qui composent le contexte théorique et expérimental comme tel. La spécialisation hémisphérique, telle qu'étudiée pour les modalités de l'audition, de la vision et du toucher, sera d'abord abordé. Ensuite, ce sera au tour de la variable mnésique de l'être.

#### Etudes portant sur la spécialisation hémisphérique

La spécialisation hémisphérique pour le matériel sonore a surtout été étudiée au moyen de l'écoute dichotique. Par cette méthode de présentation des stimuli sonores, il a pu être établi que chacun des hémisphères cérébraux traite l'information auditive de façon dominante selon la nature verbale ou non-verbale des stimuli sonores utilisés.

Concernant la spécialisation fonctionnelle de l'hémisphère gauche, il a été constaté que l'oreille droite présente une meilleure performance que l'oreille gauche en ce qui concerne le traitement du matériel de type verbal tel que les chiffres, les mots et les consonnes (Darwin, 1971; Kimura, 1967; Shankweiler et Studdert-Kennedy, 1967), de même que pour la reconnaissance des voix humaines (Doehring et Bartholomeus, 1971). Cette dominance de l'hémisphère gauche pour le matériel séquentiel et verbal a également été constaté chez des sujets lésés au lobe temporal (Kimura, 1961a). Dans ce dernier cas, l'auteur avait constaté que le nombre total de chiffres correctement reportés était plus faible pour le groupe de patients ayant eu des lésions au lobe temporal gauche comparativement à ceux en ayant eu du côté droit.

En rapport avec la spécialisation fonctionnelle de l'hémisphère droit au niveau auditif, la documentation fait état d'une supériorité de l'oreille gauche pour la reconnaissance des sons environnementaux non-verbaux (Curry, 1967; Knox et Kimura, 1970), de la tonalité des sons (Kimura, 1964), de mélodies (Kimura, 1967) et de hauteurs tonales simples (Darwin, 1971). Les expériences pré-citées démontrent donc que l'hémisphère droit des personnes normales est dominant pour la reconnaissance des stimuli sonores non-verbaux; recherches qui vont dans le même sens que l'évidence clinique à l'effet qu'une difficulté dans la reconnaissance de la tonalité et du timbre d'un son n'apparaît que suite à une lobectomie temporaire antérieure du côté droit du cerveau (Shankweiler, 1966).

Bien que la modalité visuelle ait été très étudiée jusqu'ici dans le domaine de l'asymétrie fonctionnelle (ou "spécialisation hémisphérique"), il n'en présente pas moins quelques ambiguïtés interprétatives provenant en majeure partie du concept de "balayage directionnel de l'attention"; concept qui serait une conséquence plus ou moins directe de notre automatisme culturel à lire le langage écrit de gauche à droite (Héron, 1957; White, 1969). Malgré cela, certains effets de latéralisation hémisphérique en relation avec la nature du matériel utilisé (stimuli verbaux et non-verbaux) ont pu être constatés autant par l'intermédiaire des patients lésés que des personnes normales.

Chez ces derniers, sous des conditions appropriées de vision, une supériorité du champ visuel droit (hémisphère gauche) a été démontrée au tachystoscope en ce qui concerne la perception du matériel alphabétique (Kimura, 1966; McKeever et Huling, 1971) et celle d'objets familiers (Wyke et Ettlinger, 1961).

Par contre, une supériorité du champ visuel gauche (hémisphère droit) a été trouvée pour la reconnaissance des visages humains (Rizzolatti et al., 1971), la localisation et le dénombrement de petits points (Kimura, 1966) ainsi que pour la discrimination de l'inclinaison de lignes droites (Durnford et Kimura, 1971). Plusieurs des recherches précédemment citées ont permis de valider chez des personnes normales certaines observations cliniques antérieurement obtenues via les patients lésés à l'un ou l'autre hémisphère cérébral. Observations à l'effet que les troubles dans la

reconnaissance des visages humains (De Renzi et al., 1968) et dans la discrimination de la position et de l'inclinaison de lignes droites (Warrington et Rabin, 1970) surviennent plus fortement chez des patients lésés du côté droit du cerveau plutôt que du côté gauche (au lobe postérieur de l'hémisphère concerné dans la région des aires visuelles). L'ensemble des recherches pré-citées nous amène donc à dire qu'au niveau visuel, l'hémisphère droit semble dominant pour l'interprétation visuo-spatiale des stimuli d'essence non-verbale.

Les recherches portant sur la spécialisation hémisphérique au niveau tactile sont moins nombreuses que celles impliquant la vision et l'audition. D'une part, ceci peut être dû au fait que la modalité kinesthésique sert généralement de "support" à la vision et est, par conséquent, d'importance secondaire dans notre vie quotidienne; d'autre part, parce que la latéralisation des fonctions hémisphériques au niveau tactile est différente et plus diffuse comparativement à celle de la vision et de l'audition, ce qui rend alors l'asymétrie perceptuelle plus difficile à détecter (Zurif et Bryden, 1969). Malgré la distinction précédente, le sens du toucher semble présenter une certaine analogie de fonctionnement avec la vision puisqu'un facteur général d'ordre spatial semble sous-tendre l'activité perceptuelle de chacun de ces deux sens (Semmes, 1965).

Bien que plusieurs épreuves cliniques effectuées auprès de patients commissurectomisés démontrent une dominance de l'hémisphère gauche pour ce qui concerne le langage tactile (Gazzaniga et al., 1963), il n'en demeure

pas moins que ce domaine a été exploré avec peu de succès chez les sujets normaux. Par exemple, Witelson (1974) n'a trouvé aucune dominance cérébrale au niveau de la perception tactile de stimuli linguistiques simples par des garçons âgés de 6 à 12 ans. Ses résultats furent interprétés comme indiquant le fait que les stimuli linguistiques avaient d'abord dû être traités spatialement (par l'hémisphère droit via le transfert inter-hémisphérique dans le cas où l'input sensoriel parvient d'abord à l'hémisphère gauche) avant de l'être au niveau verbal (par l'hémisphère gauche via le transfert interhémisphérique). Conclusions qui vont dans le même sens que celles émises par Hermelin et O'Connor (1971) après qu'ils eurent constaté que la lecture du Braille (qui est un langage tactile et dont sa lecture s'effectue en touchant manuellement des arrangements spatiaux de points) n'était pas plus rapide et plus précise avec la main droite qu'avec la main gauche. En fait, les résultats favorisaient la main gauche (hémisphère droit) pour le groupe d'enfants, alors qu'aucune différence ne fut trouvée pour le second groupe composé exclusivement de sujets adultes. En dehors de l'aspect purement linguistique, une supériorité de la main droite (hémisphère gauche) a été trouvée chez des adultes normaux en rapport avec la discrimination de stimulations tactiles séquentielles (Ruttmann, 1969) et celle de mouvements séquentiels par les doigts (McGlone, 1970; Wyke, 1969). Recherches qui peuvent être interprétées comme démontrant le fait que l'hémisphère gauche est plus spécialisé que son congénère pour les tâches manuelles de type séquentiel.

Jusqu'ici, les recherches portant sur la spécialisation fonctionnelle de l'hémisphère droit pour la modalité tactile ont été majoritairement effectuées au moyen de patients ayant eu des dommages cérébraux à l'un ou l'autre hémisphère. Plusieurs de ces études ont indiqué que l'hémisphère droit joue un rôle majeur en ce qui concerne la perception et l'apprentissage de plusieurs sortes de stimuli non-verbaux de nature spatiale. Les principales épreuves utilisées étaient: l'appariement visuo-tactile de formes géométriques, l'appariement tactile de formes en fil métallique dépourvues de sens, la perception des relations de parties au tout par le toucher, et la perception de stimuli tactiles de direction (Corkin, 1965; De Renzi et Scotti, 1969; Fontenot et Benton, 1971; Milner et Taylor, 1972; Reitan, 1964; Teuber et Weinstein, 1954). Outre une différence d'acuité sensorielle en faveur du côté gauche du corps (Weinstein, 1968), la supériorité de l'hémisphère droit pour certaines tâches tactiles a pu commencer à être mise en évidence par l'intermédiaire des sujets normaux. Par exemple, Benton et al. (1973) et Varney et Benton (1975) ont confirmé, chez l'adulte sain, la supériorité de la main gauche pour la perception tactile des directions. De son côté, Witelson (1974) a appliqué la technique de stimulation bilatérale dichaptique pour l'étude de la perception spatiale de formes sans sens chez des enfants droitiers normaux. Les sujets âgés de 6 à 14 ans devaient toucher simultanément deux formes différentes (et inconnues par eux) dont une par chaque main; ensuite, ils devaient répondre à cette tâche en pointant du doigt l'une des formes (mêlées parmi d'autres) qu'ils reconnaissaient sur une photographie.

phie. Et elle a trouvé que ses sujets étaient plus précis pour la reconnaissance des formes qui avaient été manipulées par la main gauche plutôt qu'avec la main droite. Cette différence fonctionnelle en faveur de l'hémisphère droit n'était significative que lorsque la réponse du sujet pour chacun des essais était indiquée par un geste de la main gauche. Depuis, le schème expérimental de Witelson a été repris et adapté à l'usage des adultes normaux et la même asymétrie perceptuelle en faveur de l'hémisphère droit a été constaté pour cette tâche non-verbale (Gardner et al., 1977).

De l'ensemble des recherches qui viennent d'être citées dans cette section, une conclusion générale ressort très clairement. Elle concerne le fait que les hémisphères cérébraux se distinguent entre eux par la manière dont chacun traite l'information sensorielle. Ainsi, pour la plupart des individus, l'hémisphère gauche est généralement décrit comme traitant l'information sensorielle sur un mode séquentiel, analytique et linguistique; réciproquement, l'hémisphère droit est surtout perçu par les auteurs comme traitant l'information sensorielle sur un mode parallèle, spatial et non-verbal. La seule ambiguïté qui demeure concerne les facultés verbales de l'hémisphère gauche au niveau tactile chez les personnes normales. Et à ce niveau-là, tout semble indiquer que l'information tactile linguistique est d'abord traitée visuo-spatialement par l'hémisphère droit avant de l'être au niveau verbal par l'hémisphère gauche (via le transfert interhémisphérique).

Etudes portant sur la variable mnésique en relation avec l'asymétrie perceptuelle

L'étude de la variable mnésique en relation avec l'asymétrie perceptuelle s'est d'abord effectuée auprès de patients lésés à l'un ou l'autre hémisphère cérébral. Aussi, traiterons-nous d'abord de ces recherches avant d'en faire de même pour celles ayant utilisé des patients commissurectomisés et des sujets normaux.

Le principal type de patient lésé unilatéralement qui a été utilisé pour l'étude des troubles mnésiques est celui qui est composé d'épileptiques ayant subi l'ablation du lobe temporal droit ou gauche. La procédure habituelle qui a été employée à cet effet est celle de la comparaison de la performance d'un groupe de patients lésés du côté gauche avec celle d'un second atteint du côté droit pour une tâche expérimentale donnée (les deux groupes étant relativement équivalents au niveau de plusieurs caractéristiques personnelles dont celle de l'étendue des lésions). C'est donc par une telle procédure qu'il a été possible de détecter certains troubles perceptuels, cognitifs et mnésiques spécifiques à l'un ou l'autre hémisphère.

Ce qui ressort de particulier pour l'hémisphère gauche est l'existence de troubles rétentionnels pour le matériel de nature verbale (Milner, 1958) indépendamment du fait que ce matériel ait été lu ou entendu (Blakemore et Falconer, 1967) ou qu'il ait été étudié au moyen de la technique mnésique du rappel ou de celle de la reconnaissance (Milner et Teuber, 1968). Par contre, l'ablation du lobe temporal gauche ne semblait pas affecter la

rétention du matériel perceptuel tel que les mélodies, les figures humaines et les formes tactiles sans sens.

Réiproquement, l'ablation du lobe temporal droit n'engendrait pas une dysfonction de la mémoire verbale. Cependant, des troubles de rétention visuelle ont été constatés pour du matériel non-verbal tel que des figures sans sens, des figures géométriques récurrentes (Kimura, 1963) et des figures humaines non-familierées (White, 1969). Cette dernière recherche amène, par le fait même, un certain support à la suggestion de Milner (1968) à l'effet que les patients qui ont des lésions temporales du côté droit manifestent plus particulièrement un trouble d'ordre mnésique plutôt qu'un trouble purement perceptuel dans la reconnaissance des figures humaines. Il est également cité dans la littérature scientifique le cas de patients lobectomisés du côté droit qui présentaient des difficultés d'apprentissage très marquées pour la tâche visuo-spatiale qu'est l'épreuve du "labyrinthe à stylet", que l'exécution manuelle de cette tâche soit guidée ou non par la vision (Corkin, 1965; Milner, 1965).

La conclusion globale que nous pouvons donc tirer des recherches précédentes est le fait que les hémisphères gauche et droit se spécialisent respectivement pour la rétention du matériel de type verbal et visuo-spatial. C'est donc dire que le facteur mnésique à court et à moyen terme semble en étroite relation avec le concept de la spécialisation hémisphérique, conclusion qui rejoint celle de Haliday et al. (1968). Ces derniers avaient cité le cas de patients dépressifs, au cerveau intact, qui démont-

traient un affaiblissement sélectif de l'apprentissage et de la rétention verbale suite à une thérapie convulsive à l'électrochoc appliquée sur le côté gauche du cerveau. De façon analogue, l'application de l'électrochoc sur le côté droit provoquait des troubles sélectifs de rétention non-verbale. Ceci étant dit, nous aborderons maintenant quelques-unes des recherches mnésiques entreprises auprès des patients commissurectomisés.

L'étude des processus cognitifs et perceptuels de chacun des deux hémisphères de patients ayant été commissurectomisés a permis de renforcer et d'affiner nos connaissances sur les fonctions mnésiques spécifiques à l'hémisphère droit. Par exemple, Sperry (1968) a constaté que l'hémisphère droit de tels patients était plus apte que l'autre pour retrouver, parmi un ensemble d'objets, celui qu'il venait tout juste de manipuler (via la main contralatérale). Aussi, a-t-il suggéré l'existence d'une mémoire indépendante pour l'hémisphère droit. De son côté, Kumar (1971) a trouvé chez ces mêmes patients que l'apprentissage et, par inférence, la mémoire de l'hémisphère droit était supérieure à son voisin dans un test standardisé pour les gens normaux sur la formation des concepts non-verbaux. Il a également prouvé (Kumar, 1977) que les patients au cerveau divisé étaient plus aptes à reproduire, par dessin, certaines formes précédemment manipulées par la main gauche (hémisphère droit) plutôt que par la main droite (il est à noter ici que le dessin devait toujours être effectué avec la même main que celle qui avait manipulé la forme). Toujours dans la même ligne d'idée, Milner et Taylor (1972) ont démontré que l'hémisphère droit de six de leur sept patients commissurectomisés percevaient et retenaient

plus efficacement des stimuli de broche aux formes sans sens comparativement à l'hémisphère gauche et ce, jusqu'à des délais atteignant 120 secondes. Fait significatif, l'hémisphère gauche (via la main droite) ne parvenait pratiquement pas à réussir les essais comportant un délai quel qu'il soit. Pour ce qui est de leur groupe contrôle composé d'individus normaux, aucune différence ne fut trouvée entre les deux mains.

L'évidence d'une mémoire tactile non-verbale à court terme pour l'hémisphère droit a donc reçu un grand support expérimental suite aux recherches précédemment citées. Toutefois, ceci n'a pas été vérifié chez des personnes normales (et cela est le thème de notre recherche). En fait, seule la modalité visuelle en relation avec les rétentions verbale et non-verbale à court terme a été étudiée jusqu'ici. Mais avant d'aborder ces recherches, nous décrirons d'abord leur rationnel expérimental.

L'hypothèse de base de ces recherches est que la performance du champ visuel concerné (droit ou gauche) résultera d'une réception et/ou d'une rétention plus efficace du matériel verbal et non-verbal par les hémisphères gauche et droit respectivement. Il ne suffit que d'une légère modification de la procédure tachistoscopique pour pouvoir séparer les contributions relatives des processus de réception (par l'introduction d'un délai nul) et de rétention (par l'introduction de délais supérieurs à zéro). La procédure générale était donc de présenter brièvement un stimulus au champ visuel droit ou gauche du sujet et de lui montrer, après un délai quelconque, un second stimulus qui sera identique ou légèrement différent

du premier. Ceci étant dit, nous prendrons maintenant connaissance des recherches ayant utilisé cette procédure en débutant par celles dont le matériel visuel est de nature verbale.

Hannay et Malone (1976a), au moyen d'un matériel linguistique, ont tenté de déterminer les parts respectives des processus de réception et de rétention de l'information visuelle chez des sujets normaux des deux sexes. Des mots sans sens, composés de trois lettres, ont été présentés unilatéralement et verticalement dans les champs visuels droit et gauche des sujets durant une très courte période. Suite à des délais de 0, 5 ou 10 s, un stimulus identique ou semblable (différent de l'original par la seconde lettre) était présenté en vision centrale et le sujet devait alors décider à savoir si ce dernier était identique ou non au stimulus initial. Les résultats obtenus par le groupe d'hommes montrent qu'une légère supériorité non-significative du champ visuel gauche est survenue pour le délai de zéro, ce qui indique, par le fait même, une égalité hémisphérique au niveau de la réception du matériel linguistique. Et pour les délais de 5 et de 10 s, une nette supériorité du champ visuel droit a été mise en évidence, ce qui appuie l'idée d'une plus grande implication de l'hémisphère gauche pour la rétention du matériel linguistique. Toutefois, c'est au délai de 5 s que la différence de performance entre les deux champs visuels était la plus grande. Concernant le groupe de femmes, les résultats indiquent une supériorité non-significative du champ visuel droit (hém. gauche) pour les délais de 0 et de 10 s ainsi qu'une autre supériorité non-significative du champ visuel gauche (hém. droit) pour le délai de 5 s. Ces

derniers résultats n'étant point probants, les auteurs ont alors décidé de reprendre le même schème expérimental et de procéder à une autre recherche avec, cette fois-ci, deux groupes de femmes droitières. L'un dont chacun des sujets féminins avait au moins un membre gaucher dans la famille, et l'autre n'en ayant aucun. Seul ce dernier groupe obtint une différence significative en faveur du champ visuel droit (hém. gauche) pour le délai de 5 s. Il est à noter que ces résultats se rapprochent singulièrement de ceux obtenus par le groupe d'hommes de tantôt pour les délais de 0 et de 5 s. Globalement, Hannay et Malone (1976b) interprètent la performance obtenue par leurs groupes féminins par une latéralisation moins complète des fonctions verbales chez la femme comparativement à l'homme. Ils citent également le rôle important que semble avoir joué la variable de la "latéralité manuelle familiale" en relation avec la performance des sujets. Nous aborderons maintenant la seule recherche dont le matériel mnésique est de nature non-verbale.

Se basant sur la supériorité démontrée du champ visuel gauche (hém. droit) pour la perception des formes de grande complexité et de valeur associative verbale basse (Fontenot, 1972), Dee et Fontenot (1973) ont examiné en laboratoire le rôle du facteur mnésique à court terme pour cette tâche non-verbale d'essence. Tout d'abord, une forme était présentée au champ visuel droit ou gauche du sujet durant une période variant entre 15 et 25 millisecondes. Après un délai de 0, 5, 10 ou 20 s, une deuxième carte lui était présentée. Le sujet devait alors dire si la seconde forme présentée était pareille ou différente comparativement à la première. Une

légère supériorité non-significative en faveur du champ visuel droit (hém. gauche) fut trouvée pour le délai de 0 s. Et pour les délais de 5, 10 et 20 s, une supériorité du champ visuel gauche (hém. droit) fut constatée; supériorité qui n'était significative, cependant, que pour les délais de 10 et 20 s. Toutefois, il est à noter que c'est au délai de 10 s que la différence de performance en faveur du champ visuel gauche était la plus grande, ce qui indique peut-être que c'est à cet intervalle que la mémoire à court terme est optimale pour l'hémisphère droit dans son traitement visuo-spatial de ce type d'information. Quoi qu'il en soit, ces résultats indiquent une égalité hémisphérique pour la réception du matériel non-linguistique et une plus grande implication de l'hémisphère droit pour la rétention de ce même matériel.

Il semble donc qu'à partir de ces quelques recherches effectuées sur tachistoscope auprès de personnes normales, les différences asymétriques obtenues pour les tâches verbales et non-verbales proviennent davantage de l'activation différentielle des hémisphères cérébraux gauche et droit en fonction de la rétention à court terme plutôt qu'en relation avec la simple réception initiale de l'information sensorielle.

#### Hypothèse

A notre connaissance, aucune recherche n'a été effectuée jusqu'ici en vue d'étudier l'asymétrie perceptuelle au niveau tactile en rapport avec la mémoire non-verbale chez des personnes normales. Aussi, s'agira-t-il ici d'une recherche de type exploratoire.

Etant donné les résultats positifs qui ont été obtenus au niveau visuel à l'effet qu'un lien étroit existe entre la mémoire visuelle à court terme et l'activation différentielle des hémisphères cérébraux chez des personnes normales, nous pouvons supposer qu'il en sera de même au niveau tactile. Et ceci, d'autant plus qu'un facteur d'ordre visuo-spatial semble commun aux modalités de la vision et du toucher.

Notre hypothèse s'énoncera donc comme suit: "La rétention et le rappel de l'information sensorielle-tactile impliquant une des deux mains variera en fonction de l'activation différentielle des deux hémisphères cérébraux". Par le terme "activation différentielle", nous voulons dire que l'activité neurale d'un hémisphère est différente de celle de son partenaire à cause des différences d'organisation hémisphérique.

Les prédictions précises de cette hypothèse seront en rapport étroit avec les détails de protocole de chacune des expériences suivantes:

- 1) le rappel libre des distances par les deux mains,
- 2) la reconnaissance des distances par les deux mains,
- 3) la reconnaissance des textures par les deux mains et
- 4) la reconnaissance des directions angulaires par les deux mains.

Chapitre II

Description des expériences

Ce deuxième chapitre décrira les quatre expériences qui ont été effectuées en vue de vérifier notre hypothèse de base. Exécutée unimanuellement, la tâche expérimentale de chacune d'elle était essentiellement de nature non-verbale. Et, règle générale, les réponses du sujet n'étaient pas verbalisées. A ce sujet, seule la procédure de la quatrième expérience permettait au sujet de citer un chiffre lors de l'émission de sa réponse. Abordons maintenant la description de ces expériences.

#### Le rappel libre des distances par les deux mains

##### Sujets

La première expérience porte sur le rappel libre des distances par les deux mains. Trois hommes et une femme y ont volontairement participé. Naïfs au sujet du thème de la présente recherche, ils sont tous étudiants en psychologie. Leur âge varie de 19 à 22 ans inclusivement. L'utilisation préférentielle (et démontrée) de la main droite pour l'écriture, et pour six autres activités unimanuelles sur sept, a servi de critère pour la préférence manuelle droitière des sujets utilisés. Activités unimanuelles telles que: se brosser les dents, se peigner les cheveux, couper du pain, s'élancer avec un bâton de baseball, frapper avec un marteau, s'élancer avec une raquette de tennis et lancer un ballon de football.

### Matériel

Lors de cette expérimentation, un grand carton blanc de 56 x 71 cm a été utilisé de façon à ce que le sujet puisse avoir amplement d'espace pour accomplir sa tâche (un côté de carton par sujet, deux cartons au total). Comme chacune des deux mains du sujet devait exécuter quelques séries de lignes sur le carton, deux stylos ont été utilisés à cet effet. L'un, de couleur rouge, a servi exclusivement pour les traits exécutés par la main gauche; le second, de couleur bleue, était uniquement utilisé pour les traits provenant de la main droite.

De façon à faciliter le traçage de lignes droites et horizontales par le sujet, une règle de 50 cm a été constamment appuyée, par l'expérimentateur, près de la pointe de son stylo. Le fait d'agir ainsi avait également l'avantage de permettre la séparation physique de chacune des deux mains du sujet lors de l'exécution de la tâche.

Finalement, le port d'une paire de lunettes opaques par chacun des sujets a été nécessaire; ceci en vue d'éviter toute possibilité d'estimation visuelle des distances de leur part.

### Tâche et schème expérimental

Dès que l'expérimentateur citait une distance précise (en terme de pouces), chacun des sujets accomplissait sa tâche expérimentale en traçant dix lignes consécutives devant avoir cette même longueur, ces lignes étant produites par la main droite ou la main gauche selon la demande de l'expérimentateur. Il est donc à noter ici que les sujets n'avaient pas accès

à un point de repère physique pour être guidés dans leur tâche (ce qui a été le cas pour la seconde expérience).

En rapport avec le schème expérimental, le traçage de 10 traits par main et pour chacune des distances (3, 6 et 10 po) fut demandé par l'expérimentateur. L'exécution de 60 lignes constituait donc la tâche complète de chacun des sujets (essais de pratique non-inclus). La liste des séries d'essais variait selon les sujets (i.e. que l'ordre de chacune des mains utilisées et de chacune des trois distances à tracer s'équilibrerait entre les sujets). La durée moyenne d'une séance expérimentale était d'environ 15 minutes.

#### Déroulement de l'expérience

Dès que le sujet démontrait une dominance manuelle en faveur du côté droit, il était amené dans un des petits cubicules d'expérimentation du laboratoire de neuropsychologie expérimentale de l'Université du Québec à Trois-Rivières. Avec une table les séparant, l'expérimentateur et le sujet s'asseyaient alors l'un en face de l'autre.

Peu après, l'expérimentateur lisait les directives (voir à cet effet l'appendice A) et s'assurait qu'elles avaient été bien comprises par le sujet. Dès lors, ce dernier devait enfiler une paire de lunettes opaques et saisir ensuite le stylo que l'expérimentateur lui déposait dans l'une de ses mains.

Chacune des six séries de lignes s'est exécutée de la façon sui-

vante: d'abord, l'expérimentateur demandait au sujet de tracer dix lignes de longueur  $X$  au moyen de la main qui tenait le stylo. Dès lors, ce dernier attendait que l'expérimentateur ait placé la règle près de la pointe de son stylo pour amorcer, ensuite, l'exécution de la première ligne de la série, ligne qui pouvait être tracée de gauche à droite ou vice-versa; une fois le trait terminé, il ramenait le stylo quelque part vers le centre du carton, attendait que la règle de l'expérimentateur appuie de nouveau sur la pointe de son stylo et retracait une seconde ligne. Et ainsi de suite jusqu'à un total de dix lignes.

Dès qu'une série donnée était terminée, l'expérimentateur encerclait la région du carton qui contenait les dix lignes et y indiquait à l'intérieur la distance  $X$  relative à cette série. Finalement, l'expérimentateur déplaçait le carton de sorte qu'un espace vierge puisse servir à la réception des lignes de la série suivante.

#### La reconnaissance des distances par les deux mains

#### Sujets

La deuxième expérience porte sur la reconnaissance des distances par les deux mains. Pour celle-ci, la description des sujets est identique à celle de l'expérience précédente à la seule différence que l'âge des quatre sujets variait de 20 à 23 ans inclusivement.

#### Matériel et schème expérimental

Le matériel utilisé pour la présente expérience a déjà été décrit

dans la section "matériel", p. 28. Le schème expérimental est également le même que celui de l'expérience précédente, p. 29).

#### Déroulement de l'expérience et tâche expérimentale

Le déroulement de cette expérience est le même que pour celui de l'expérience antérieure à l'exception du début de la tâche expérimentale. Lors de l'expérience sur le rappel libre, il était demandé au sujet de tracer des séries de 10 lignes pour les distances de 3, 6 et 10 po. Pour cette expérience-ci, l'expérimentateur lui faisait évaluer, par lui-même, chacune de ces trois distances à tracer. Pour ce faire, le sujet devait déposer la pointe de son stylo sur le carton pour y tracer ensuite, avec l'aide d'une règle tenue par l'expérimentateur, une ligne droite jusqu'à temps d'y rencontrer le doigt de l'expérimentateur. Donc, le sujet ne connaissait pas ici la valeur numérique des distances à tracer; par contre, il avait accès à un point de repère physique.

Les directives expérimentales ont été les mêmes que celles utilisées lors de l'expérience sur le rappel des distances à part le fait qu'un paragraphe supplémentaire y a été ajouté (voir à cet effet l'appendice A).

Les résultats des expériences portant sur le rappel et la reconnaissance des distances seront exposés et analysés ensemble dès la page 44.

#### La reconnaissance des textures par les deux mains

#### Sujets

La troisième expérience porte sur la reconnaissance des textures

par les deux mains. Douze étudiants des deux sexes y ont participé. Etudiants en psychologie, ils sont tous naïfs et leur âge varie de 19 à 26 ans inclusivement. En fonction du sexe, ils ont été répartis en deux groupes égaux de six individus. Tous sont droitiers étant donné leur réussite face aux critères de dominance manuelle tels que définis dans la section "sujets", p. 27.

#### Matériel

Le matériel expérimental qui a été utilisé pour cette expérience consiste en six plaques d'aluminium ayant été usinées à l'U.Q.T.R. selon les mesures fournies par Lederman (1976). La dimension de chacune de ces plaques est de 140 x 110 x 5 mm et leur tiers central (47 x 36 mm) est gravé de sillons verticaux. Chacun d'eux a une largeur et une profondeur qui varient ensemble selon les plaques comme suit: 0,375; 0,500; 0,625; 0,750; 0,875 et 1,000 mm. Toutefois, l'espace vertical qui les sépare l'un de l'autre est égal à 0,250 mm et ce, indépendamment de la dimension des sillons.

En vue de minimiser les indices auditifs et en vue de maximiser la vitesse et l'efficacité de la procédure, un système utilisant des serviettes pour le transport des plaques d'aluminium par l'expérimentateur a été mis au point. Il consistait à déposer, sur une grande serviette étendue sur la table d'expérimentation, une autre serviette pliée en quatre et sur laquelle deux plaques différentes pouvaient être mises côte-à-côte. Ainsi, l'expérimentateur n'avait qu'à empoigner chacune des extrémités de la serviette qui soutenait les deux plaques pour les

déplacer et les amener là où il le fallait devant le sujet, ce dernier étant assis juste en face de lui. Pour favoriser leur stabilité sur la serviette, des languettes de ruban ont été collées sur la partie arrière de chacune des plaques.

Une paire de lunettes opaques a dû être portée par chacun des sujets lors de l'expérimentation. Lunettes qu'ils ont tous eu la possibilité d'enlever à au moins deux reprises par session expérimentale, ceci en vue d'éviter toute rêverie inopportun de leur part.

Finalement, un oreiller a été utilisé en vue de minimiser les effets de la fatigue musculaire chez les sujets dont les avant-bras prenaient appui sur lui. La main du sujet devenant alors immobile et légèrement surélevée, ceci facilitait également la tâche de l'expérimentateur dans le transport des plaques.

#### Tâche et schème expérimental

Après avoir touché successivement la partie centrale de deux plaques (différentes entre elles ou non), la tâche du sujet était d'estimer la rugosité de la seconde plaque par rapport à la première. La réponse du sujet se faisait respectivement par l'élévation du pouce ou son abaissement pour les réponses "pareil" ou "pas pareil".

Chaque sujet a assisté à trois séances expérimentales dont la première ne servait que pour la familiarisation avec la procédure. Chacune des deux sessions de l'expérience principale compte 72 essais en plus de

quelques essais de pratique. La durée moyenne d'une séance était d'environ 85 mn. La liste des 144 essais pour chacun des 12 sujets a été établie au hasard, sur ordinateur, selon les critères suivants: un nombre égal d'essais pour chacune des deux mains (72 essais par main); une quantité égale d'essais pour les délais de 2, 4, 8 et 16 s (36 essais par délai); et un nombre égal d'essais pour chacune des 6 plaques (24 essais par plaque d'aluminium) ainsi que pour leurs permutations entre elles (4 essais par combinaison de deux plaques).

#### Déroulement de l'expérience

Après que le sujet eut satisfait l'expérimentateur concernant sa dominance manuelle, il était amené dans un local d'expérimentation. Ce local contenait deux chaises placées l'une en face de l'autre avec une table rectangulaire les séparant. Sur cette table, une serviette de plage était placée de telle façon que le sujet ne pouvait pas voir les plaques de métal ni son système de transport au moyen de serviettes.

Après avoir lu les directives (voir à cet effet l'appendice A), l'expérimentateur s'assurait qu'elles avaient été bien comprises par le sujet et dès lors, lui remettait une paire de lunettes opaques qu'il devait porter immédiatement en vue d'entreprendre quelques essais de pratique.

Chacun des essais comporte trois phases distinctes. La première phase consistait, pour le sujet, à tendre devant lui le bras que l'expérimentateur lui avait préalablement demandé de façon à ce que seule sa main puisse dépasser de l'oreiller. Une fois cela fait, il abaissait l'index

de sa main jusqu'à ce qu'il rencontre la partie rugueuse de la plaque, partie qu'il frottait alors de droite à gauche dans un mouvement de va-et-vient et ce, pour une durée de quelques secondes (avec un maximum fixé à 5 s). Dès qu'il avait terminé cela, il levait la main de quelques pouces jusqu'à ce qu'elle soit en prolongement avec le reste de son bras. Cette position devait être maintenue pour toute la durée de la seconde phase dite du délai.

La deuxième phase durait 2, 4, 8 ou 16 s (selon le délai spécifique à chacun des essais). Elle débutait dès que le sujet avait terminé le frottement de la première plaque. Outre le chronométrage du délai, l'expérimentateur profitait de ce moment pour soulever verticalement la serviette supportant les deux plaques en vue de la déplacer légèrement à droite et/ou à gauche de façon à ce que le centre de la seconde plaque soit approximativement situé vers le lieu où devait descendre l'index du sujet dès que le délai serait terminé. Cette procédure de déplacement des plaques avait également lieu dans le cas où les deux plaques présentées au sujet, lors de l'essai, étaient identiques.

La troisième et dernière phase débutait dès que le signal "OK" avait été émis par l'expérimentateur (une fois le délai terminé). Ici, le sujet abaissait de nouveau son index et répétait les mêmes opérations que pour le frottement de la première plaque à la différence qu'il n'avait que 2 à 3 s, au total, pour toucher activement la partie rugueuse de la seconde plaque et pour émettre, ensuite, sa réponse au moyen d'un signe du pouce.

S'il prenait plus que 3 s, le sujet était informé du temps qu'il lui avait fallu pour exécuter la dernière étape de cet essai. Ce dernier n'était repris ultérieurement que dans le cas où la durée requise par le sujet dépassait 4 s pour un tel essai.

Une fois l'essai terminé, l'expérimentateur préparait le suivant en remplaçant par deux autres plaques celles déjà posées sur la serviette. Dans le cas où l'une des deux plaques (ou les deux) devait être conservée sur la serviette pour l'essai suivant, l'expérimentateur simulait alors un changement de cette plaque (i.e. qu'il l'enlevait et la replaçait, peu après, sur la serviette en compagnie d'une autre).

Les résultats de cette expérience sur la reconnaissance des textures seront exposés et analysés à partir de la page 47.

La reconnaissance des directions angulaires  
par les deux mains

Sujets

L'expérience qui porte sur la reconnaissance des directions angulaires par les deux mains sera la dernière à être décrite dans ce chapitre. Huit sujets des deux sexes (cinq femmes et trois hommes) y ont volontairement participé. Leur âge varie de 18 à 24 ans inclusivement. Tous étaient droitiers (voir la section "sujets" p. 28) et naïfs concernant le thème de cette recherche.

### Matériel

Le matériel qui a été utilisé pour la construction de chacun de nos 14 stimuli est constitué d'un carton de 22,5 x 30,0 cm et d'un morceau de ficelle de 40 cm de longueur. Au moyen de ruban adhésif transparent, chacun des morceaux de ficelle a été collé sur un carton selon une configuration définie. Les formes ainsi produites sont illustrées à la figure I. Elles obéissent aux critères suivants: la distance qui sépare les deux extrémités de la ficelle, sur le carton, reste constante à 6 cm et ce, indépendamment des stimuli; les formes sont uniques et peu usuelles pour chacun d'eux; et à chacun de ces stimuli correspond un angle défini. Ainsi, pour un stimulus donné, l'orientation de la seconde extrémité de la ficelle (représentée par un point noir sur la figure I) par rapport à son début (représenté par un cercle sur la figure I) constituait le premier côté de l'angle; l'autre côté provenait d'une ligne imaginaire et arbitraire située à l'horizontale gauche (par rapport au sujet).

En vue de minimiser les erreurs au niveau de l'axe de présentation des stimuli par rapport aux sujets et en vue de faciliter la tâche de l'expérimentateur, un carton de 56 x 71 cm a été utilisé. Etant placé parallèlement par rapport à l'axe gauche-droite du sujet, il était ainsi possible d'ajuster correctement les stimuli sur lui de façon à ce que l'angle de chacun de ces derniers ne varie pas selon les essais et selon les sujets; l'ajustement se faisait par la jonction, par l'expérimentateur, de lignes droites tracées au stylo sur les stimuli avec celle, horizontale, du grand carton.

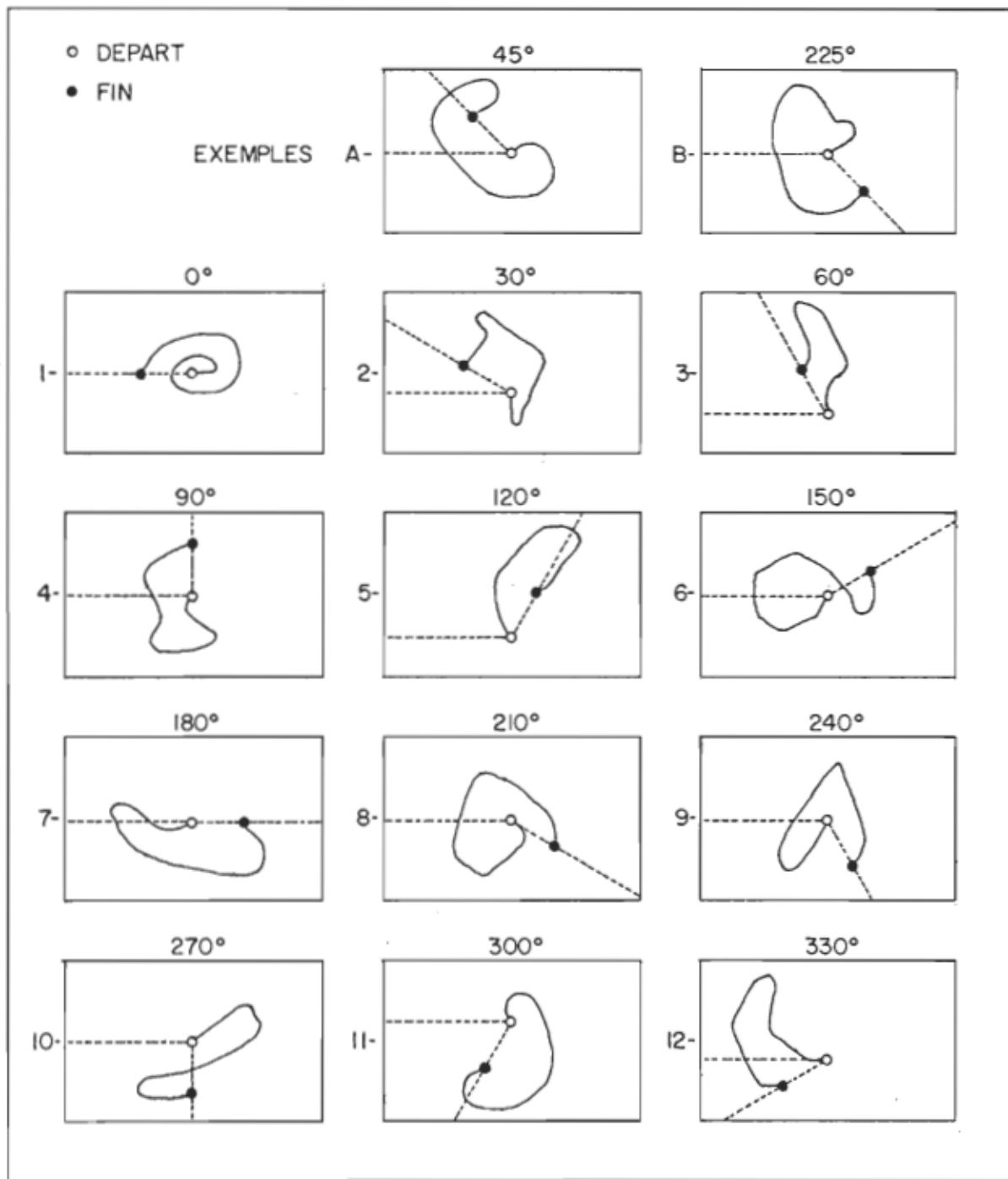


Fig. I - Configuration spatiale et angulaire de chacun des 14 stimuli ayant servi lors de l'expérience sur la reconnaissance des directions angulaires par les deux mains. Les deux premiers stimuli n'ont été utilisés que pour les essais de pratique.

Le port d'une paire de lunettes opaques par chacun des sujets n'a été obligatoire que pour la phase d'exploration manuelle du stimulus (première phase).

Finalement, un autre carton de 22,5 x 30,0 cm a été utilisé lors de la phase succédant celle du délai. Représenté en grandeur nature sur la figure 2, ce carton contient un vaste choix de localisations spatiales, les-quelles sont numérotées de 1 à 72 et se répartissent également en trois cercles de points noirs entourant un point central de couleur rouge. La distance qui sépare chacun de ces cercles du point central est de 3, 6 et 9 cm. A ce sujet, il est à noter que seuls les points noirs du cercle central étaient susceptibles de représenter la bonne distance inter-points puisque celle de chacun des 14 stimuli employés lors de l'expérimentation mesurait 6 cm. Et finalement, pour un cercle donné, chaque point représentait un angle précis par rapport au point central; angle qui variait toujours de 15° d'un point à l'autre. Par exemple, aux points no 1, 3 et 23 correspondent respectivement les angles de 0, 30 et 330°.

#### Tâche et schème expérimental

La tâche du sujet, après qu'il ait touché et longé la ficelle au moyen de son index, consistait à nommer le numéro du point noir qui lui semblait le plus adéquat (par rapport au point rouge) de façon à recréer la position spatiale du dernier bout de ficelle touché par rapport à son début.

Pour chacun des sujets, une séance expérimentale de 72 essais a

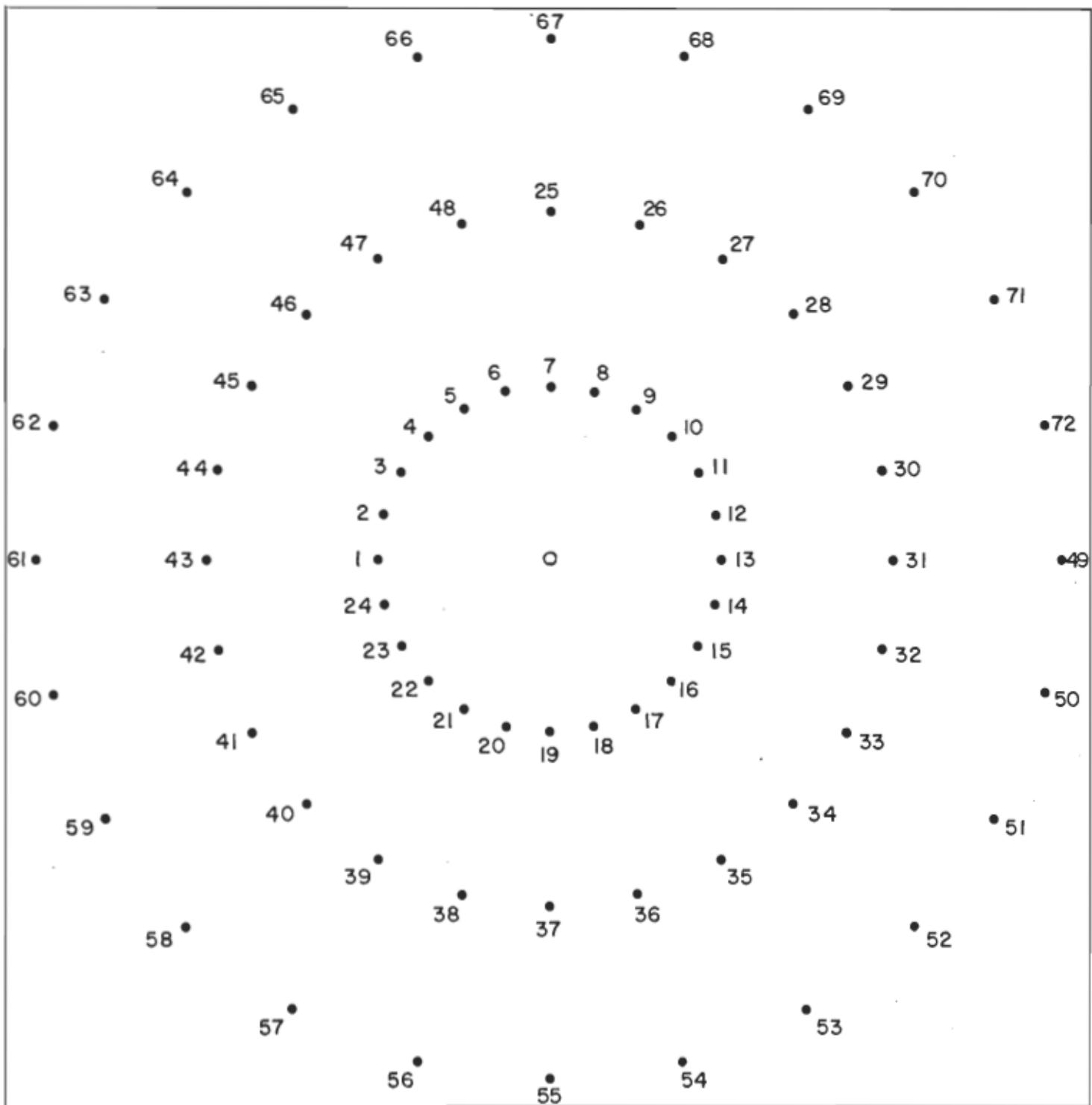


Fig. 2 - Choix possibles pour les sujets de l'expérience 4.  
Voir page 39 pour des renseignements additionnels.

été préparée au hasard (essais de pratique non-inclus). La répartition des essais s'est faite comme suit: 36 essais par main; 12 essais par main pour chacun des délais (2, 6 et 12 s); et 1 essai par main pour chacun des 12 angles employés (0, 30, 60 ... 330°).

#### Déroulement de l'expérience

Le sujet droitier était d'abord amené dans un local d'expérimentation. Dès qu'il y était à son aise, l'expérimentateur lui lisait les directives (voir à cet effet l'appendice A) et s'assurait qu'elles avaient été bien comprises par lui. Alors, le sujet enfilait une paire de lunettes opaques en vue de procéder, avec l'aide de l'expérimentateur, à quelques essais de pratique. Chacun d'eux se subdivise en trois étapes.

Dès que le stimulus était correctement axé par rapport au sujet, ce dernier devait l'explorer. Pour ce faire, l'expérimentateur saisissait l'index de l'une des deux mains du sujet et l'aménait sur l'extrémité de la ficelle qui constituait le point de départ du stimulus. Une fois que son index y était déposé, le sujet se servait de ce doigt pour longer le parcours de la ficelle jusqu'au moment où la seconde extrémité était atteinte. Dès lors, il retirait son index de là et ramenait sa main vers lui. Le retrait de l'index de la surface du stimulus constituait le moment où la période du délai débutait.

Outre le chronométrage du délai, l'expérimentateur profitait de ce laps de temps pour enlever le stimulus et y mettre, à sa place, le carton contenant les 72 choix possibles de localisations spatiales. Durant

cette deuxième étape, le sujet demeurait passif.

Dès que le délai prenait fin, l'expérimentateur émettait le signal "OK", signal qui avertissait le sujet de retirer sa paire de lunettes opaques et d'orienter ensuite son regard en direction du second carton. Ceci en vue de nommer le chiffre correspondant le mieux, selon lui, à la position spatiale de l'extrémité finale de la ficelle par rapport à son point d'origine. Un maximum de 3 s était alloué pour l'exécution complète de cette dernière étape par le sujet.

Les résultats de cette expérience seront exposés et analysés dès la page 53 .

## Chapitre III

### Analyse des résultats

Avant de présenter les résultats de nos expériences et de les discuter, les méthodes employées dans l'analyse seront d'abord décrites.

#### Méthodes d'analyse

Exposée par Winer (1962), la méthode d'analyse qui est commune à toutes nos expériences est celle de l'analyse de variance. Elle est à deux dimensions pour l'expérience portant sur l'évaluation spatiale des directions angulaires par les deux mains, et à trois dimensions pour les trois autres. Dans le cas de la reconnaissance des textures par les deux mains, deux mesures sur trois sont répétées; mesures qui sont le délai et la main utilisée.

#### Résultats

Les résultats seront maintenant exposés et analysés en fonction de notre hypothèse de recherche. Le même ordre de parution que celui utilisé pour la description des expériences sera employé ici.

##### Le rappel et la reconnaissance des distances par les deux mains

Les expériences portant sur le rappel et la reconnaissance des distances par les deux mains ont été analysées ensemble. L'appendice B présente en détail les résultats individuels. Réunies ensemble, les données sont représentées au tableau I. On y retrouve la moyenne des distances et

Tableau I

Moyenne des distances et des variances d'erreur pour chacun des deux groupes (avec et sans point de repère) en fonction de la distance étalon et de la main utilisée

Distance étalon (en mm)	Sans point de repère				Avec point de repère			
	D.		V.E.		D.		V.E.	
	M.G.	M.D.	M.G.	M.D.	M.G.	M.D.	M.G.	M.D.
76	45	50	116	34	88	91	127	65
152	107	97	133	71	141	141	190	109
254	179	158	292	141	196	245	186	320

des variances d'erreur pour chacun des deux groupes (avec et sans point de repère) en fonction de la distance étalon et de la main utilisée. Il est à noter que les lignes tracées au stylo par les sujets, en rapport avec les distances étalons, ont été relevées et compilées en terme de mm. Ceci en vue d'obtenir une plus grande précision dans nos mesures.

Les sources de variation étudiées par les analyses de variance se rapportant à ces deux expériences sur les distances sont: (P) la présence ou absence du point de repère, distribuée entre les sujets; (D) la distance étalon et (M) la main utilisée, ces sources de variance étant distribuées à l'intérieur des sujets.

Les résultats d'analyses sont résumés au tableau 2 (analyse de l'erreur moyenne) et au tableau 3 (analyse de la variabilité de ces

Tableau 2

Analyse de la variance des résultats des deux mains pour les deux modes de présentation des trois distances étalons (erreur moyenne)

Source de variation	Somme des carrés	Degrés de liberté	Carré moyen	F
Inter-sujets	45 227	(7)		
Pt de repère (P)	28 324	1	28 324	10,05 *
Résiduelle	16 903	6	2 817	
Intra-sujets	58 077	(40)		
Distance étalon (D)	27 147	2	13 574	11,45 **
P x D	510	2	255	0,22
Résiduelle	14 230	12	1 186	
Main (M)	5	1	5	0,01
P x M	706	1	706	1,01
Résiduelle	4 205	6	701	
D x M	1 339	2	670	1,77
P x D x M	5 407	2	2 704	7,17 **
Résiduelle	4 528	12	377	

\* p < 0,05;

\*\* p < 0,01.

erreurs). Nous croyons que la performance des sujets varie en fonction de la présence ou de l'absence du point de repère, de la distance étalon mais n'est pas directement influencée par la main utilisée pour l'exécution de la tâche; cette mise en évidence va à l'encontre de notre hypothèse de travail. D'un autre côté, il est à noter que l'interaction triple

Tableau 3

Analyse de la variance des résultats des deux mains pour les deux modes de présentation des trois distances étalons  
(Ecart-type)

Source de variation	Somme des carrés	Degrés de liberté	Carré moyen	F
Inter-sujets	93 836	(7)		
Pt de repère (P)	14 603	1	14 603	1,11
Résiduelle	79 234	6	13 206	
Intra-sujets	724 333	(40)		
Distance étalon (D)	190 868	2	95 434	6,34 *
P x D	1 424	2	712	0,05
Résiduelle	180 670	12	15 056	
Main (M)	30 560	1	30 560	2,23
P x M	27 103	1	27 103	1,98
Résiduelle	82 130	6	13 688	
D x M	10 640	2	5 320	0,44
P x D x M	54 645	2	27 322	2,24
Résiduelle	146 293	12	12 191	

\* p <.05

(p x D x M) s'avère significative et cette interaction doit venir d'une implication différentielle des deux mains. Les expériences suivantes, nous l'espérons, illustreront les détails de cette implication.

#### La reconnaissance des textures par les deux mains

Le tableau 4 rapporte les résultats de l'expérience sur la recon-

Tableau 4

Probabilité moyenne de réponses correctes des deux groupes réunis pour la reconnaissance des textures par les mains gauche et droite en fonction du délai (première moitié, seconde moitié et ensemble total)

délai (s)	Première moitié		Seconde moitié		Ensemble total	
	M.G.	M.D.	M.G.	M.D.	M.G.	M.D.
2	.591	.741	.639	.734	.621	.722
4	.553	.689	.724	.724	.641	.695
8	.681	.753	.639	.679	.670	.722
16	.754	.600	.777	.763	.760	.703
$\bar{M}$	.645	.696	.695	.725	.673	.711

naissance des textures par les deux mains. On y retrouve la probabilité moyenne des réponses correctes obtenues par l'ensemble des 12 sujets via leurs mains gauche et droite et ce, en fonction des délais de 2, 4, 8 et 16 s, les sessions expérimentales ayant été traitées séparément d'une part, et groupées ensemble d'autre part. L'appendice B rapporte le détail des résultats individuels pour chacun de ces cas. Ce fut en vue de mettre en évidence les effets de la fatigue, de l'apprentissage ou d'autres choses de similaires que nous avons ainsi séparé les données par session.

Les tableaux 5 et 6 résument les grandes lignes des analyses de variance effectuées à partir de ces résultats. Les sources de variance

Tableau 5

Analyse de la variance des résultats des deux mains  
 pour les quatre délais par les deux sexes  
 (Première moitié)

Source de variation	Somme des carrés	Degrés de liberté	Carré moyen	F
Inter-sujets	0,633	(11)		
Sexe (S)	0,106	1	0,106	2,00
Résiduelle	0,527	10	0,053	
Intra-sujets	2,330	(84)		
Main (M)	0,062	1	0,062	3,88
S x M	0,000	1	0,000	0,00
Résiduelle	0,161	10	0,016	
Délai (D)	0,111	3	0,037	1,54
S x D	0,164	3	0,055	2,29
Résiduelle	0,706	30	0,024	
M x D	0,359	3	0,120	6,32 **
S x M x D	0,209	3	0,070	3,68 *
Résiduelle	0,558	30	0,019	

\*  $p < .05$

\*\*  $p < .01$

sont (S) le sexe, distribué entre les sujets; (M) la main utilisée et (D) le délai, ces deux dernières sources étant distribuées à l'intérieur des sujets.

Les résultats spécifiques à la première moitié de l'expérience indiquent que les mains gauche et droite des sujets ont réagi différemment en fonction des quatre délais (interaction M x D). Ce résultat va directe-

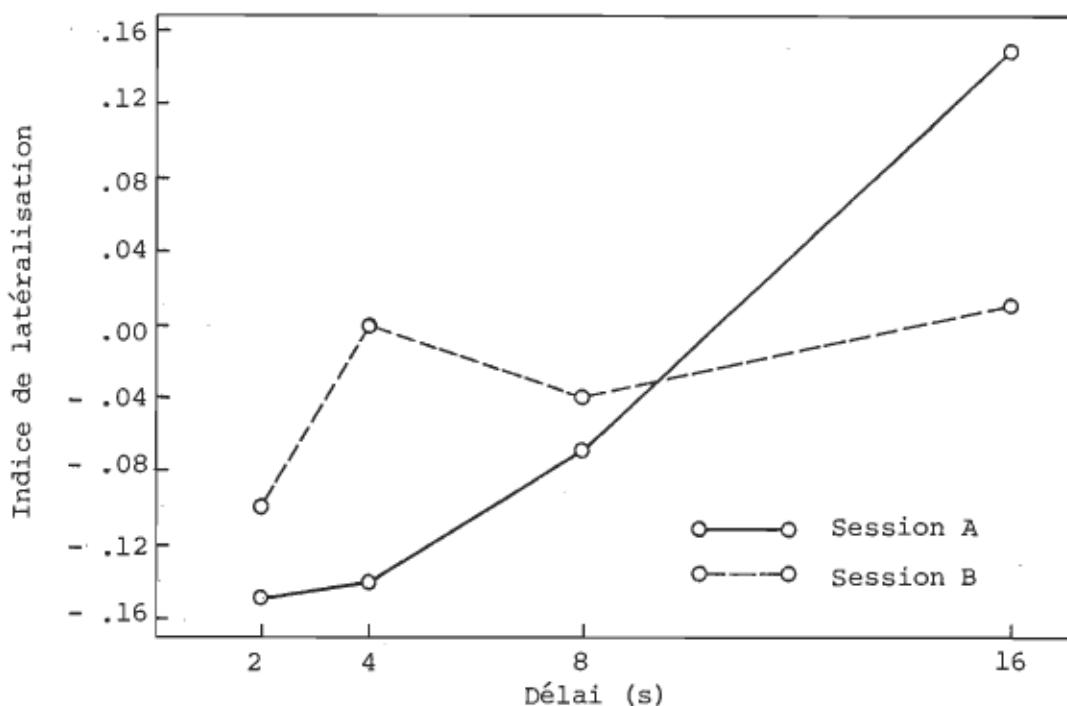


Fig. 3 - Indice de latéralisation ( $\bar{X}_g - \bar{X}_d$ ) au niveau tactile en fonction du délai pour chacune des deux sessions.

ment dans le sens de notre hypothèse d'implication différentielle des deux mains en rapport avec de courts délais. Cependant, cette source de variation ne se maintient pas lors de la seconde session. La figure 3 représente graphiquement ce phénomène. Par elle, nous pouvons remarquer le fait que l'indice de latéralisation (en terme de l'indice défini comme  $\bar{X}_g - \bar{X}_d$ ) en relation avec le délai est plus marqué au début de l'expérience (session A) pour s'affaiblir ensuite (en devenant presque nul) en fonction de la familiarité du sujet avec la tâche. Nous reviendrons ultérieurement sur ce point lors de la discussion générale.

Les résultats statistiques portant sur la première moitié de l'expérience indiquent également une relation complexe entre le sexe, la main

Tableau 6

Analyse de la variance des résultats des deux mains  
 pour les quatre délais par les deux sexes  
 (Deuxième moitié)

Source de variation	Somme des carrés	Degrés de liberté	Carré moyen	F
Inter-sujets	0,714	(11)		
Sexe (S)	0,110	1	0,110	1,83
Résiduelle	0,604	10	0,060	
Inter-sujets	2,311	(84)		
Main (M)	0,023	1	0,023	0,66
S x M	0,000	1	0,000	0,00
Résiduelle	0,347	10	0,035	
Délai (D)	0,167	3	0,056	1,81
S x D	0,114	3	0,038	1,23
Résiduelle	0,928	30	0,031	
M x D	0,042	3	0,014	0,67
S x M x D	0,049	3	0,016	0,76
Résiduelle	0,642	30	0,021	

utilisée et le délai comme source de variation au niveau de la performance des sujets (interaction S x M x D). Toutefois, aucun de ces trois facteurs n'est déterminant à lui seul.

Les résultats statistiques de la deuxième session sont sommairement rapportés ci-haut (tableau 6). Contrairement à ceux de la première session, aucune source de variation n'y est significative.

Tableau 7

Analyse de la variance des résultats des deux mains  
 pour les quatre délais par les deux sexes  
 (Ensemble total)

Source de variation	Somme des carrés	Degrés de liberté	Carré moyen	F
Inter-sujets	0,458	(11)		
Sexe (S)	0,100	1	0,100	2,78
Résiduelle	0,358	10	0,036	
Intra-sujets	1,263	(84)		
Main (M)	0,033	1	0,033	2,06
S x M	0,002	1	0,002	0,13
Résiduelle	0,161	10	0,016	
Délai (D)	0,062	3	0,021	1,24
S x D	0,060	3	0,020	1,18
Résiduelle	0,505	30	0,017	
M x D	0,081	3	0,027	2,25
S x M x D	0,007	3	0,002	0,17
Résiduelle	0,352	30	0,012	

Le tableau 7 contient l'essentiel de l'analyse de variance effectuée à partir de l'ensemble total de nos données. Bien que l'interaction main x délai soit la plus forte ( $p$  voisinant .10), rien ne ressort de façon significative. La contre-performance obtenue lors de la seconde session expérimentale a donc fortement affaibli les résultats initiaux.

La reconnaissance des directions angulaires par les deux mains

Les données relatives à l'expérience portant sur la reconnaissance des directions angulaires par les deux mains ont été transformées en erreur (ou écart) angulaire et en écart-type. Les huit sujets ayant été réunis en un seul groupe, le tableau 8 représente la moyenne des erreurs

Tableau 8

Moyenne des erreurs angulaires et des écarts-type pour les mains gauche et droite en fonction du délai  
(N = 8)

Délai (s)	Erreur angulaire		Ecart-type	
	M.G.	M.D.	M.G.	M.D.
2	41,25	34,50	39,25	29,50
6	34,50	35,25	35,13	34,63
12	37,88	38,13	37,50	31,63
$\bar{M}$	37,88	36,00	37,25	31,88

angulaires et des écarts-type pour les mains gauche et droite en fonction des délais de 2, 6 et 12 s. L'appendice B rapporte en détail les données individuelles.

Les tableaux 9 et 10 résument l'essentiel des analyses de variance effectuées; l'une étant produite à partir de l'erreur moyenne pour chacune des six conditions expérimentales, la seconde à partir de l'écart-type. Les résultats traités par la première analyse indiquent que la

Tableau 9

Analyse de la variance des résultats des deux mains  
 pour les trois délais  
 (erreur moyenne)

Source de variation	Somme des carrés	Degrés de liberté	Carré moyen	F
Main	44,08	1	44,08	.03
Délai	100,34	2	50,17	.04
Intéraction	140,34	2	70,33	.05
Résiduelle	58 006,99	42	1381,12	
Totale	58 292,08	(47)		

Tableau 10

Analyse de la variance des résultats des deux mains  
 pour les trois délais  
 (Ecarts-type analysés selon la technique de Tukey  
 (Winer, 1962))

Source de variation	Somme des carrés	Degrés de liberté	Carré moyen	F
Main	346,47	1		
Délai	2,08	2		
Non additivité	14,57	1	14,57	2,07
Balance	7,01	1	7,01	

performance des sujets n'a pas varié en fonction de la main utilisée ni du délai. Ils indiquent également une absence d'interaction entre la main utilisée et le délai; résultats qui ne vont pas dans le sens de notre hypothèse de recherche. Et en rapport avec la seconde analyse (tableau 10), rien ne ressort également.

#### Discussion générale

Dans une série de quatre expériences impliquant la perception somesthésique par des sujets normaux, nous avons tenté de mettre en évidence l'existence d'une activation différentielle des hémisphères cérébraux (ou "asymétrie perceptuelle") en fonction de la mémoire non-verbale. Pour ce faire, nous avons mesuré la performance de chacune des deux mains en fonction de tâches de nature non-verbale qui comprenaient l'utilisation de délais temporels délimités (pour les expériences "reconnaissance des textures" et "reconnaissance des directions angulaires") ou non (pour les deux expériences mnésiques concernant les distances). Les résultats ainsi obtenus se subdivisent en deux parties.

En rapport avec la spécialisation hémisphérique (mesurée par la source de variation "M"), les résultats statistiques indiquent une égalité de performance entre les mains gauche et droite pour chacune des tâches de type non-verbal qui ont été exécutées par nos groupes de sujets. Au plus, avons-nous détecté une légère tendance en faveur de la main droite pour la première session de l'expérience sur la reconnaissance des textures. Il est donc clair que tous ces résultats ne vont pas dans le sens du fait

bien établi que, grâce à ses facultés visuo-spatiales et holistiques, l'hémisphère droit (via la main gauche) est dominant en regard du traitement de l'information tactile non-verbale; ceci ayant déjà été démontré par des études portant autant sur la mémoire tactile à court terme chez des sujets commissurectomisés (Kumar, 1977; Milner et Taylor, 1972) que par celles n'ayant traité que de la spécialisation hémisphérique au niveau tactile chez des sujets normaux (Gardner *et al.*, 1977; Witelson, 1974). En fait, seuls les résultats obtenus au délai de 16 s lors de la première moitié de l'expérience sur les textures semblent se conformer à la théorie de la spécialisation hémisphérique. Dans ce cas particulier, la performance de la main gauche est supérieure à celle de la main droite.

En rapport maintenant avec l'aspect mnésique, les résultats démontrent l'existence d'un lien significatif entre la main utilisée et le délai (interaction main X délai) pour la première moitié de l'expérience portant sur la reconnaissance des textures; lien qui devient seulement une tendance dès que les deux sessions sont traitées ensemble. Ils indiquent également que la main utilisée intervient dans l'interaction triple des expériences portant sur le rappel libre (avec l'absence d'un point de repère) et la reconnaissance (avec présence d'un point de repère) des distances. Notre hypothèse est donc directement confirmée via les résultats de la première session de l'expérience sur les textures. Ce qui donne un support additionnel à ce résultat est le fait que son indice de latéralisation en fonction du délai (voir à la page 50) présente une configuration analogue (quoique déphasée au niveau des délais) à celle qu'avaient obtenu

Dee et Fontenot (1973) suite à leur étude du facteur mnésique à court terme pour la reconnaissance des formes visuelles sans sens par des sujets normaux. Par contre, notre hypothèse n'a pas été directement confirmée par les autres expériences (incluant la seconde session de l'expérience sur les textures).

Par les deux séries de résultats pré-cités, nous constatons donc que certains indices vont dans le sens d'une activation différentielle des hémisphères cérébraux en fonction de la mémoire non-verbale et ce, sans qu'aucune spécialisation hémisphérique en faveur de l'hémisphère droit n'ait été mise en évidence; ceci est particulièrement vrai pour la première session de l'expérience sur la reconnaissance des textures. Etant donné la nature non-convergente de ces résultats, il devient alors important de s'interroger sur leur validité. Aussi, une discussion basée sur les résultats et la méthodologie de chacune de nos quatre expériences en relation avec la théorie, s'impose donc ici; ceci en vue d'évaluer qualitativement la validité de la procédure expérimentale de chacune d'elles. Pour être valides, les recherches portant sur la spécialisation hémisphérique et sur l'asymétrie perceptuelle se doivent d'isoler, le plus parfaitement possible, les hémisphères cérébraux entre eux afin de pouvoir comparer la performance de chacun d'eux pour une tâche sensorielle donnée. La question fondamentale qui se pose maintenant est donc la suivante: la procédure expérimentale de chacune de nos expériences a-t-elle permis d'isoler l'activité perceptuelle et cognitive de chacun des deux hémisphères cérébraux? Nous tenterons de répondre à cette question en considérant séparément

chacune des trois étapes que doit emprunter l'information sensorielle-tactile dans son cheminement dans le système nerveux humain. Etapes qui sont successivement: l'entrée sensorielle de l'information tactile (ou "input"), son analyse par le cerveau et la sortie sensorielle de cette analyse (ou "output").

#### Les voies d'entrée nerveuses de l'information sensorielle-tactile (input)

Plusieurs études ont traité des voies nerveuses par lesquelles l'information tactile est acheminée jusqu'au cerveau. Elles révèlent le fait que la presque totalité de cette information se rend directement à l'hémisphère contralatéral par rapport à la main utilisée; ceci ayant été démontré par Brinkman et Kuypers chez des singes au cerveau divisé (1972) et par Sperry et al. chez des patients humains commissurectomisés (1969). La seule portion d'information qui pourrait emprunter la voie nerveuse se rendant à l'hémisphère ipsilatéral (i.e. du même côté) n'est apte qu'à localiser faiblement les mouvements d'un bras donné (Filbey et Gazzaniga, 1969).

Etant donné que chacune des tâches expérimentales de la présente étude exigeait une grande précision d'exécution tout en nécessitant, en prédominance, l'usage du poignet et des doigts plutôt que du bras, il semble peu probable que l'entrée sensorielle de l'information tactile, via les mains gauche et droite, ait pu se produire de manière autre que contralatérale. En d'autres termes, cela voudrait dire que l'information tactile provenant de la main gauche s'est rendue à l'hémisphère droit, et vice-versa pour la main droite.

### Le traitement de l'information tactile par le cerveau

Dès que l'information sensorielle-tactile est parvenue à l'hémisphère concerné, elle peut alors y être analysée. Mais puisqu'il a déjà été démontré que, contrairement à l'hémisphère droit, l'hémisphère gauche est pratiquement incapable d'analyser le matériel mnésique de nature non-verbale (Milner et Taylor, 1972), une performance inférieure de la main droite par rapport à celle de la main gauche est donc attendue. Or, nos résultats indiquent, pour chacune de nos expériences, une égalité de performance entre les mains gauche et droite. Nous sommes donc amenés, par voie de conséquence, à envisager le transfert interhémisphérique comme une variable susceptible d'expliquer l'absence, dans cette étude, d'une spécialisation fonctionnelle en faveur de l'hémisphère droit.

Le transfert interhémisphérique est un phénomène bien prouvé aujourd'hui. Une preuve récente, parmi d'autres, en est fournie par les résultats de l'une des recherches de Kumar (1977). Ce dernier avait obtenu une dominance en faveur de l'hémisphère droit (via la main gauche) pour la reproduction, par dessin, d'objets préalablement palpés par des patients commissurectomisés. Résultat qui ne fut point atteint par un autre groupe de patients ayant encore intacte la partie postérieure du corps calleux. Cette habileté de cette région à rendre opérationnelle la communication interhémisphérique avait déjà été constatée par Gordon et al (1971) pour un large éventail de tâches visuelles et tactiles. En ce qui concerne les humains normaux, nous pouvons nous attendre à ce que la communication interhémisphérique soit davantage fonctionnelle et opérationnelle, compa-

rativement à celle des patients ayant eu le corps calleux partiellement sectionné, puisque leurs structures commissurales sont demeurées intactes.

Le transfert, appliqué à notre cas, signifierait que l'entrée sensorielle de l'information tactile non-verbale par la main droite se rendrait d'abord à l'hémisphère gauche pour être, presqu'aussitôt, transmise à l'hémisphère droit (via le corps calleux) en vue d'être interprétée spatialement (et vice-versa pour la main gauche en regard des facultés séquentielles et verbales de l'hémisphère gauche). L'existence d'une communication interhémisphérique semble donc très plausible en vue d'expliquer nos résultats puisqu'un de ses principaux effets est de rendre complémentaires entre elles les fonctions de chacun des deux hémisphères cérébraux (ce qui explique l'égalité de performance obtenue entre les deux mains).

Cependant, le phénomène du transfert interhémisphérique semblerait avoir été partiel lors de la première session de l'expérience portant sur la reconnaissance des textures. D'une part, parce que c'est à cette session qu'une asymétrie de performance entre les mains gauche et droite en fonction du délai a pu être mise en évidence, et d'autre part, parce qu'une performance plus élevée de la main gauche par rapport à celle de la main droite y a été constatée pour le délai de 16 s. Et tout cela, rappelons-le, ne s'est pas maintenu lors de la seconde session. Il est donc plausible de penser que, pour cette expérience sur les textures, la pratique et/ou la familiarité du sujet avec la tâche a pu contribuer au

développement du transfert de l'information tactile d'un hémisphère à l'autre. Ceci semble d'autant plus vraisemblable qu'une séance de familiarisation de 36 essais, pour chacun des sujets, a précédé les deux sessions de cette expérience.

La question du transfert interhémisphérique nous amène maintenant à traiter d'un autre point. Comme il a été dit plus tôt, la variable du transfert a l'avantage de pouvoir expliquer pourquoi la performance de la main droite n'a pas été inférieure à celle de la main gauche dans nos résultats. Par contre, cette variable devient incomplète pour expliquer le fait que la performance de cette même main droite surpassé généralement celle de la main gauche, la main droite ayant obtenu, entre autre, une légère tendance vers la signification statistique ( $p$  voisinant .10). Deux interprétations, complémentaires entre elles, s'offrent à nous pour expliquer ce phénomène. La première est reliée au transfert interhémisphérique et se rapporte à des aspects motivationnels inhérents aux sujets eux-mêmes; aspects qui favoriseraient l'usage de stratégies verbales. La seconde concerne la nature partiellement verbale qui peut être incluse dans les stimuli utilisés. Chacune de ces interprétations sera discutée en débutant, d'abord, par la première.

Celle-ci s'appuie sur la théorie de Kinsbourne. Ce dernier qui postulait, en 1970, un modèle théorique dans lequel il postulait l'existence de facteurs d'attention, d'ordre motivationnel, qui pourraient activer des processus centraux bien spécifiques, lesquels pouvant influencer l'asymé-

trie gauche-droite en perception. En d'autres termes, il serait possible, selon lui, qu'un sujet donné puisse orienter son attention, via transfert, vers l'un ou l'autre hémisphère cérébral et faire varier, en conséquence, son asymétrie perceptuelle pour une tâche donnée. Analogiquement, le phénomène du facteur d'attention peut être comparé à une main qui tient une lampe de poche et qui peut en orienter le faisceau lumineux ici ou là dans le cerveau, la partie éclairée représentant la zone cérébrale qui traite activement l'information sensorielle. Dans le cas particulier où les sujets d'expérience ont une tendance naturelle (ou acquise) à traiter l'information sensorielle sur un mode analytique et verbal, la théorie de Kinsbourne nous suggère que, même pour une tâche de nature non-verbale, ces sujets-là auront généralement tendance à impliquer davantage les fonctions de l'hémisphère gauche plutôt que celles de droite. Or, les sujets de notre étude vont tous à l'université en psychologie, discipline qui exige un sens poussé de l'analyse, de l'abstraction et du langage parlé. Il semble donc possible que la formation intellectuelle et motivationnelle de nos sujets ait pu orienter leur attention vers l'utilisation de stratégies verbales, lesquelles minimiseraient, conséquemment, la performance de la main gauche et accroîtraient celle de la main droite.

Concernant maintenant la nature des stimuli, Witelson a récemment suggéré l'importance de distinguer toute forme de stimuli selon leurs dimensions linguistiques et spatiales, dimensions présentes à des degrés divers selon la nature même des stimuli. En rapport avec cela, elle suppose que le degré de participation des hémisphères gauche et droit dé-

prendra respectivement des composantes linguistiques et spatiales incluses dans les stimuli (Witelson, 1974). Ce serait donc dire qu'il serait possible, selon elle, que l'hémisphère gauche puisse apposer (ou greffer) une valeur verbale (ou "label verbal") à des stimuli dont la dimension spatiale est assez importante sans être exclusive. Citons, dans le même sens, l'une des recherches de Fontenot au niveau visuel. Ce dernier a pu démontrer, sur tachistoscope, une supériorité du champ visuel gauche (hémisphère droit) pour la reconnaissance, par des sujets normaux, de formes sans sens, lesquelles étaient complexes et d'une valeur associative verbale très basse. Par contre, aucune différence ne fut trouvée entre les champs visuels par l'utilisation de formes d'une moins grande complexité et, par conséquent, d'une valeur associative verbale plus élevée (Fontenot, 1972). Cette "valeur associative verbale" (ou "dimension verbale" pour Witelson) pourrait bien avoir été présente à des degrés divers, dans nos stimuli, ce qui expliquerait les performances généralement supérieures de la main droite comparativement à celles de la main gauche. Ceci étant dit, voyons maintenant quelques-unes des manifestations comportementales provenant des sujets eux-mêmes et allant dans le sens d'une emphase verbale pour chacune des tâches "non-verbales" de cette étude.

Dans le cas des deux expériences sur les distances, plusieurs de nos sujets ont dit avoir "compté leur distance" (en comptant, par exemple, d'un chiffre pour ce qui leur semblait être un pouce de distance parcourue). C'est donc dire que ces sujets ont utilisé, entre autre, des repères séquentiels lors de l'exécution de leur tâche expérimentale. A peu de

chose près, un phénomène analogue semble s'être produit lors de l'expérience sur la reconnaissance des textures. Dans ce cas-ci, plus de la moitié de nos sujets ont dit spontanément avoir "numéroté" ou "nommé" la plupart des plaques métalliques selon leurs rugosités apparentes (par exemple, telle plaque leur semblait lisse ou douce, telle autre, rude ou rugueuse, etc...). Toutefois, dans le cas de l'expérience portant sur la reconnaissance des directions angulaires, nous avons tenté de minimiser les effets de la variable portant sur la valeur verbale des stimuli. Pour ce faire, nous avons utilisé un plus grand nombre de stimuli, diminué leurs répétitions respectives, et choisi un type de tâche expérimentale dans laquelle la forme des stimuli comptait peu (et qui était, en général, complexe). Malgré tout cela, plusieurs sujets ont dit avoir mentalement verbalisé au sujet des diverses orientations spatiales de la ficelle (exemple: "elle monte un peu vers la droite d'environ 30°, là, elle retourne en direction de son point de départ...").

Suite aux interprétations et aux commentaires précédents, nous pouvons maintenant conclure par le fait que l'usage de stratégies partiellement séquentielles et verbales par nos sujets, face à des tâches en prédominance non-verbales, a pu contribuer, via le transfert interhémisphérique, à perturber l'asymétrie gauche-droite et à l'orienter vers une certaine supériorité en faveur de la main contralatérale à l'hémisphère gauche (i.e. la main droite). Toutefois, l'étendue exacte de cette influence, en regard de chacune de nos expériences, reste encore à connaître.

Jusqu'ici, nous avons abondamment traité de l'influence de certaines variables dont la plupart impliquent le transfert interhémisphérique. Aussi, terminerons-nous cette sous-section en faisant mention d'un facteur susceptible de l'avoir fortement favorisé.

Parfois, il s'est révélé possible d'obtenir une spécialisation hémisphérique en faveur du côté droit lorsque le matériel non-verbal était présenté unimanuellement aux sujets (Benton et al., 1973; Lechelt et Tanne, 1976). Cependant, il semblerait bien qu'un mode de présentation de type bimanuel soit encore la technique la plus sûre et la plus efficace puisqu'elle permet d'engendrer une certaine compétition dans le système neural (en tenant simultanément occupées les voies sensorielles gauche et droite); phénomène qui amoindrit alors le transfert interhémisphérique et favorise, par le fait même, une mise en évidence plus facile de l'asymétrie perceptuelle (Witelson, 1974; 1977). Or, un mode de présentation de type unimanuel a été utilisé lors de l'exécution de chacune des tâches expérimentales de la présente étude. Aussi, croyons-nous vraisemblable de supposer que ce facteur a pu contribuer au fait que le transfert interhémisphérique ait généralement été si impliqué et si constant dans nos résultats (ceci ne pouvant être que partiellement vrai pour les résultats obtenus lors de la première session de l'expérience sur les textures).

#### Les voies de sortie nerveuse de l'information nerveuse (output)

L'output sensoriel constitue la dernière étape que doit emprunter l'information sensorielle-tactile dans son cheminement dans le système

nerveux humain. Elle se prête mal à l'étude rigoureuse puisqu'elle succède à l'étape précédente, laquelle avait démontré que l'activité perceptuelle et cognitive de chacun des deux hémisphères cérébraux n'avait pas été complètement isolée. Qu'il nous suffise alors de dire que l'émission de courtes réponses de nature non-verbale, par les sujets, était requise pour l'exécution correcte de chacune des tâches expérimentales de cette étude, ceci étant dans le but de contrer les effets possibles d'une médiation verbale. En effet, il semblerait que l'émission d'une réponse qui incluerait des composantes verbales puisse amener les sujets concernés à orienter leur attention de façon à favoriser les fonctions analytiques et verbales de l'hémisphère gauche au détriment possible de celles de l'hémisphère droit (Kinsbourne, 1970).

Conclusion

Au moyen d'une série de quatre expériences impliquant la perception kinesthésique par des personnes normales, nous avons tenté de mettre en évidence une activation différentielle (ou une asymétrie perceptuelle) entre les deux hémisphères cérébraux en fonction de la mémoire tactile non-verbale.

Bien que notre hypothèse ait été confirmée pour la première session de l'expérience portant sur la reconnaissance à court terme des textures, nos résultats indiquent néanmoins que nous n'avons pas pu vérifier clairement cette dernière. Ceci serait probablement dû à un manque de contrôle expérimental au niveau du transfert interhémisphérique.

Notre hypothèse aurait donc intérêt à être revérifiée selon les mêmes principes méthodologiques mais en tentant, cette fois-ci, de contrôler plus rigoureusement les effets perturbateurs du transfert inter-hémisphérique et de ses conséquences (telles que l'usage de stratégies partiellement verbales par les sujets, etc...). Aussi, suggérons-nous l'emploi d'une procédure de présentation des stimuli tactiles de type "bimanuel" plutôt que de type "unimanuel".

Appendice A

Consignes expérimentales

Le rappel libre des distances (exp. #1) et la reconnaissance des distances  
(exp. #2) par les deux mains

Consigne

Dire au sujet:

-Je vais te donner, à ta droite ou à ta gauche, un stylo avec lequel tu auras à tracer dix lignes successives sur ce grand carton blanc. Cette série de lignes devra être de la longueur que je t'indiquerai en temps et lieu. Il y en aura trois différentes pour chacune des mains. Ce qui fera 60 lignes au total.

-Pour le traçage de chacune des six séries de dix lignes, tu devras tendre la main qui tient le stylo devant toi pour y déposer, ensuite, la pointe sur le carton. Dès que j'aurai placé une règle près de cette dernière, tu pourras amorcer ta première ligne. Une fois qu'elle sera terminée, tu ramèneras ton stylo près du point de départ de tantôt de façon à pouvoir y tracer une seconde ligne. Et ainsi de suite jusqu'à dix. Arrivé à ce moment, je te dirai d'arrêter.

(uniquement pour l'exp. #2):

-La longueur de chacune des séries de lignes que tu auras à tracer sera celle que tu évalueras par toi-même. Pour ce faire, tu déposeras ton stylo sur le carton et tracera, ensuite, une ligne droite jusqu'à temps d'y rencontrer le bord de mon doigt. Cette distance-là sera celle que tu devras ensuite atteindre à dix reprises.

(pour les deux expériences):

-Que tu fasses les lignes de droite à gauche ou de gauche à droite n'a pas d'importance. Cependant, les lignes devront être tracées d'un mouvement continu de la main. Dans le cas contraire, elles devront être reprises. Maintenant, tu peux mettre ta paire de lunettes opaques en vue de procéder à quelques essais de pratique avec moi.

La reconnaissance des textures par les deux mainsConsigne

Dire au sujet:

-Je vais te présenter, à ta droite ou à ta gauche, une plaque de métal ayant une certaine rugosité et que tu toucheras au moyen de ton index dans un mouvement aller-retour de droite à gauche durant quelques secondes. Aussitôt après cela, tu lèveras légèrement la main pour que je puisse y placer une seconde plaque. Et ensuite à mon signal, tu baisseras de nouveau ta main et ta tâche sera alors de m'indiquer si la rugosité de cette deuxième plaque est pareille ou différente à celle de la première. Pour me l'indiquer, tu orienteras le pouce de la main que tu auras utilisée vers le haut dans le cas de la réponse "pareil", et vers le bas dans le cas de la réponse "pas pareil". La durée séparant le début de ton frottement de la seconde plaque jusqu'à l'émission de ta réponse par le pouce ne devra pas excéder deux secondes.

-Nous allons d'abord faire quelques essais de pratique ensemble. Tu pourras alors essayer de trouver la vitesse de ton mouvement aller-retour de droite à gauche sur la partie rugueuse des plaques qui te conviendra le mieux; mouvement que tu devras ensuite conserver pour tous les essais de l'expérience. Maintenant, nous allons procéder à quelques essais de pratique.

La reconnaissance des directions anculaires par les deux mainsConsigne

Dire au sujet:

-Je vais te présenter, à ta droite ou à ta gauche, un carton sur lequel est collée une corde dont les deux extrémités ne se rejoignent point (l'expérimentateur montre alors au sujet l'un des deux stimuli de pratique et précise que les autres stimuli suivent également le même principe).

-Ta première tâche sera de te laisser poser ton index sur le dessus du début de la corde puis d'en suivre les contours jusqu'au moment où tu en arriveras à sa seconde extrémité. Dès lors, tu retireras ta main et tu te tiendras prêt(e) à enlever la paire de lunettes opaques que tu auras portée jusqu'ici.

-Dès que tu entendras le signal "O.K.", tu enlèveras ta paire de lunettes opaques et tu regardera vers la surface de la table sur laquelle aura été déposé un autre carton. Ce dernier contient 72 points noirs disposés en cercles et ce, de part et d'autre autour d'un point central de couleur rouge. Les points noirs sont numérotés de 1 à 72 et ils représentent les possibilités en ce qui concerne la position spatiale de la fin de la ficelle par rapport à son début, le tout étant reproduit en grandeur nature. Le point rouge, par conséquent, représente le début de la corde. Ta seconde tâche sera donc de me dire rapidement le numéro du point noir qui te semblera correspondre le mieux à l'orientation spatiale de la fin de la corde par rapport à son origine (symbolisé par le point rouge).

-Deux secondes seulement te seront allouées pour me donner le numéro du chiffre à partir du moment où tu auras enlevé ta paire de lunettes opaques. Par contre, aucune limite de temps ne sera fixée concernant l'exécution de la première tâche. Fais du mieux que tu pourras. D'ailleurs, tu verras qu'au fur et à mesure que nous avancerons dans l'expérimentation, la tâche te deviendra de moins en moins compliquée à exécuter. Nous allons maintenant effectuer ensemble quelques essais de pratique. Si tu veux bien mettre cette paire de lunettes opaques...

**Appendice B**

Résultats individuels

Tableau 11

Erreur et variance d'erreur moyenne des traits obtenus via les mains gauche et droite de chacun des sujets des deux groupes (avec et sans point de repère) en fonction de la distance étalon

Sujet	Point de repère	Distance étalon (en mm)							
		76		152		254		M.G.	M.D.
		M.G.	M.D.	M.G.	M.D.	M.G.	M.D.		
1	NON	34 33	22 54	40 40	56 86	10 230	100 287		
2	NON	41 25	32 20	78 172	90 43	108 457	117 27		
3	NON	31 41	29 17	40 226	45 53	137 33	125 52		
4	NON	18 364	19 47	25 94	29 102	43 447	41 198		
5	OUI	-33 379	-7 33	38 134	28 126	128 123	36 160		
6	OUI	-7 61	-21 114	-21 135	-45 93	18 124	-31 286		
7	OUI	10 40	4 29	30 392	42 108	56 238	34 476		
8	OUI	-31 27	-25 83	-3 98	18 109	29 259	-3 359		

Tableau 12

Probabilité de réponses correctes de chacun des sujets mâles et femelles pour la reconnaissance des textures par les mains gauche et droite en fonction du délai  
(première moitié)

Sujet	Sexe	Main utilisée	Délai (s)			
			2	4	8	16
1	M	G.	0,667	0,167	0,667	0,571
		D.	0,625	0,538	0,571	0,667
2	M	G.	0,375	0,667	0,636	0,667
		D.	0,714	0,667	0,700	0,667
3	M	G.	0,875	0,714	0,625	0,875
		D.	0,667	0,750	0,800	0,800
4	M	G.	0,667	0,400	0,636	0,846
		D.	0,600	0,625	1,000	0,818
5	M	G.	0,600	0,500	0,600	0,800
		D.	0,833	0,857	0,286	0,800
6	M	G.	0,333	0,250	0,833	0,727
		D.	0,250	0,625	0,692	0,333
7	F	G.	0,462	0,800	0,778	0,714
		D.	0,800	0,750	0,857	0,625
8	F	G.	0,444	0,571	0,500	0,667
		D.	1,000	0,636	0,583	0,417
9	F	G.	0,667	0,667	0,733	0,636
		D.	0,875	0,769	1,000	0,667
10	F	G.	0,833	0,667	0,750	0,750
		D.	0,778	0,455	1,000	0,400
11	F	G.	0,500	0,667	0,667	0,909
		D.	0,750	0,692	0,714	0,333
12	F	G.	0,667	0,571	0,750	0,889
		D.	1,000	0,909	0,833	0,667

Tableau 13

Probabilité de réponses correctes de chacun des sujets mâles et femelles pour la reconnaissance des textures par les mains gauche et droite en fonction du délai (deuxième moitié)

Sujet	Sexe	Main utilisée	Délai (s)			
			2	4	8	16
1	M	G.	0,545	0,667	0,583	0,778
		D.	0,900	1,000	0,625	0,727
2	M	G.	0,538	0,818	0,333	0,400
		D.	0,875	0,714	0,333	0,846
3	M	G.	0,400	0,556	0,667	1,000
		D.	0,750	0,600	0,667	0,889
4	M	G.	0,800	0,875	0,400	0,778
		D.	0,900	0,867	0,714	0,667
5	M	G.	0,625	0,800	0,400	0,917
		D.	0,750	0,417	0,714	0,750
6	M	G.	0,615	0,714	0,833	0,750
		D.	0,333	0,667	0,545	0,400
7	F	G.	0,556	0,429	0,500	0,667
		D.	0,750	0,727	0,833	0,667
8	F	G.	0,923	0,600	0,889	1,000
		D.	0,800	0,750	0,857	0,875
9	F	G.	0,818	0,875	0,857	0,800
		D.	0,727	0,833	0,571	0,941
10	F	G.	0,556	0,778	0,778	0,429
		D.	0,583	0,571	1,000	0,625
11	F	G.	0,364	0,875	0,429	0,800
		D.	0,636	0,667	0,571	0,765
12	F	G.	0,923	0,700	1,000	1,000
		D.	0,800	0,875	0,714	1,000

Tableau 14

Probabilité de réponses correctes de chacun des sujets mâles et femelles pour la reconnaissance des textures par les mains gauche et droite en fonction du délai (ensemble total)

Sujet	Sexe	Main utilisée	Délai (s)			
			2	4	8	16
1	M	G.	0,588	0,333	0,619	0,688
		D.	0,737	0,667	0,600	0,700
2	M	G.	0,476	0,750	0,529	0,571
		D.	0,800	0,688	0,526	0,773
3	M	G.	0,611	0,652	0,643	0,941
		D.	0,722	0,692	0,727	0,842
4	M	G.	0,750	0,692	0,524	0,818
		D.	0,750	0,783	0,867	0,786
5	M	G.	0,611	0,588	0,533	0,864
		D.	0,722	0,579	0,571	0,786
6	M	G.	0,526	0,545	0,833	0,737
		D.	0,294	0,643	0,625	0,353
7	F	G.	0,500	0,647	0,647	0,688
		D.	0,786	0,736	0,842	0,700
8	F	G.	0,727	0,588	0,706	0,813
		D.	0,857	0,684	0,684	0,600
9	F	G.	0,765	0,765	0,773	0,688
		D.	0,789	0,789	0,786	0,900
10	F	G.	0,667	0,722	0,762	0,500
		D.	0,667	0,500	1,000	0,500
11	F	G.	0,412	0,765	0,591	0,875
		D.	0,684	0,684	0,643	0,700
12	F	G.	0,818	0,647	0,882	0,938
		D.	0,857	0,895	0,789	0,800

Tableau 15

Moyenne d'erreur angulaire et d'écart-type pour les mains gauche et droite de chacun des sujets en fonction du délai

Sujet	Délai (s)					
	2		6		12	
	M.G.	M.D.	M.G.	M.D.	M.G.	M.D.
1	56,25 59,01	37,50 40,20	35,00 47,15	46,25 52,53	30,00 38,38	43,75 44,52
2	27,50 21,05	37,50 18,65	32,50 43,30	52,50 32,93	30,00 35,03	51,25 48,06
3	37,50 43,62	32,50 31,87	20,00 19,54	30,00 25,58	38,75 28,93	38,75 35,30
4	42,50 47,36	32,50 29,19	30,00 24,77	30,83 31,33	36,25 25,15	33,75 24,88
5	42,50 33,13	36,25 24,32	42,50 25,45	36,25 34,12	51,25 59,47	25,00 22,46
6	33,75 25,68	23,75 19,67	37,50 41,20	20,00 14,77	35,00 44,92	25,00 16,10
7	46,25 39,15	36,25 46,77	43,75 52,53	37,50 52,94	45,00 31,98	47,50 30,56
8	43,75 44,98	40,00 25,05	35,00 27,39	28,75 32,90	36,25 35,87	40,00 30,90

Remerciements

L'auteur désire exprimer sa reconnaissance  
à son directeur de mémoire, monsieur Roger Ward,  
Ph.D., professeur agrégé, à qui il est redevable  
d'une grande disponibilité et d'une assistance  
éclairée.

Références

- BENTON, A.L., LEVIN, H.S., VARNEY, N.R. (1973). Tactile perception of direction in normal subjects. Implications for hemispheric cerebral dominance. Neurology, 23, 1248-1250.
- BLAKEMORE, C.B., FALCONER, M.A. (1967). Long-term effects of anterior temporal lobectomy on certain cognitive functions. Journal of neurology, neurosurgery & Psychiatry, 30, 364-367.
- BRINKMAN, J. KUYPERS, H.G.J.M. (1972). Splitbrain monkeys: cerebral control of ipsilateral and contralateral arm, hand and finger movements. Science, 176, 356-359.
- CARMON, A., KLEINER, M., NACHSHON, I. (1975). Visual hemisfield effects in dichoptic presentation of digits. Neuropsychologia, 13, 289-295.
- CORKIN, S. (1965). Tactually-guided maze learning in man: effects of unilateral cortical excisions and bilateral hippocampal lesions. Neuropsychologia, 3, 339-351.
- CURRY, F.K.W. (1967). A comparison of left-handed and right-handed subjects on verbal and nonverbal dichotic listening tasks. Cortex, 3, 343-352.
- DARWIN, C.J. (1971). Ear differences in the recall of fricatives and vowels. Quarterly journal of experimental psychology, 23, 46-62.
- DEE, H.L., FONTENOT, D.J. (1973). Cerebral dominance and lateral differences in perception and memory. Neuropsychologia, 11, 167-173.
- DENNIS, M., KOHN, B. (1975). Comprehension of syntax in infantile hemiplegics after cerebral hemidecortication: left hemisphere superiority. Brain and language, 2, 472-482.
- DE RENZI, E., FAGLIONI, P., SPINNLER, H. (1968). The performance of patients with unilateral brain damage on face recognition tasks. Cortex, 4, 17-34.
- DE RENZI, E., SCOTTI, G. (1969). The influence of spatial disorders in impairing tactual discrimination of shapes. Cortex, 5, 53-62.

- DOEHRING, D.G., BARTHOLOMEUS, B.N. (1971). Laterality effects in voice recognition. Neuropsychologia, 9, 425-430.
- DURNFORD, M., KIMURA, D. (1971). Right hemisphere specialization for depth perception reflected in visual field differences. Nature, 231, 394-395.
- FILBEY, R.A., GAZZANIGA, M.S. (1969). Splitting the normal brain with reaction time. Psychonomic science, 17, 335-336.
- FONTENOT, D.J. (1972). Tachistoscopic recognition of verbal and non-verbal stimuli in left and right visual fields. Unpublished doctoral dissertation, University of Iowa.
- FONTENOT, D.J., BENTON, A.L. (1971). Tactile perception of direction in relation to hemispheric locus of lesion. Neuropsychologia, 9, 83-88.
- GARDNER, E.B., ENGLISH, A.G., FLANNERY, B.M., HARTNETT, M.B., Mc CORMICK, J.K., WILHELMY, B.B. (1977). Shape-recognition accuracy and response latency in a bilateral tactile task. Neuropsychologia, 15, 607-616.
- GAZZANIGA, M.S., BOGEN, J.E., SPERRY, R.W. (1963). Laterality effects in somesthesia following cerebral commissurotomy in man. Neuropsychologia, 1, 209-215.
- GAZZANIGA, M.S., SPERRY, R.W. (1967). Language after section of the cerebral commissures. Brain, 90, 131-148.
- GORDON, H.W., BOGEN, J.E., SPERRY, R.W. (1971). Absence of deconnection syndrome in two patients with partial section of neocommissures. Brain, 94, 327-336.
- HALIDAY, A., DAVISON, K., BROWNE, M., KRUGER, L. (1968). A comparison of bilateral and unilateral ECT. British journal of psychiatry, 114, 997-1012.
- HANNAY, J.H., MALONE, D.R., (1976a). Visual field effects and short-term memory for verbal material. Neuropsychologia, 14, 203-209.
- HANNAY, J.H., MALONE, D.R. (1976b). Visual field recognition memory for right-handed females as a function of familial handedness. Cortex, 12, 41-48.
- HECAEN, H., AJURIAGUERRA, J.D., MASSONNET, J. (1951). Les troubles visuo-constructifs par lésion pariéto-occipitale droite; rôle des perturbations vestibulaires. Encéphale, 40, 122-179.

- HECAEN, H., PENFIELD, W., BERTRAND, C., MALMO, R. (1956). The syndrome of apractognosia due to lesions of the minor cerebral hemisphere. A.M.A. Archives of neurology and psychiatry, 75, 400-434.
- HERMELIN, B., O'CONNOR, N. (1971). Functional asymmetry in the reading of Braille, Neuropsychologia, 9, 431-435.
- HERON, W. (1957). Perception as a function of retinal locus and attention. American Journal of psychology, 70, 38-48
- JARVELLA, R. J., HERMAN, S.J., PISONI, D.B. (1970). Laterality factor in the recall of sentences varying in semantic constraint. Journal of the acoustical society of America, 47, 76(A).
- KALLMAN, H.J. (1977). Ear asymmetries with monaurally-presented sounds. Neuropsychologia, 13 (3), 217-224.
- KIMURA, D. (1961a). Some effects of temporal lobe damage on auditory perception. Canadian journal of psychology, 15, 156-165.
- KIMURA, D. (1961b). Cerebral dominance and the perception of verbal stimuli. Canadian journal of psychology, 15, 166-171.
- KIMURA, D. (1963). Right temporal lobe damage. Archives of neurology, 8, 264-271.
- KIMURA, D. (1964). Left-right differences in the perception of melodies. Quarterly journal of experimental psychology, 16, 355-358.
- KIMURA, D. (1966). Dual functional asymmetry of the brain in visual perception. Neuropsychologia, 4, 275-285.
- KIMURA, D. (1967). Functional asymmetry of the brain in dichotic listening. Cortex, 3, 163-178.
- KINSBORNE, M. (1970). The cerebral basis of lateral asymmetries in attention. Acta psychologica, 33, 193-201.
- KNOX, C., KIMURA, D. (1970). Cerebral processing of nonverbal sounds in boys and girls. Neuropsychologia, 8, 227-347.
- KUMAR, S. (1971). Lateralization of concept formation in human cerebral hemispheres. Annual Report, California Institute of Technology, 118-119.
- KUMAR, S. (1977). Short term memory for a nonverbal task after cerebral commissurotomy. Cortex, 13, 55-61.

- LECHELT, E.C., TANNE, G. (1976). Laterality in the perception of successive tactile pulses. Bulletin of the psychonomic society, 7, 452-454.
- LEDERMAN, S.J. (1976). The 'callus-thenics' of touching. Canadian journal of psychology, 30, 82-89.
- MCGLONE, J. (1970). Hand preference and the performance of sequential movements of the left and right hands. Research bulletin No. 153, Department of Psychology, University of Western Ontario.
- McKEEVER, W.F., HULING, M.D. (1971). Lateral dominance in tachistoscopic word recognition performances obtained with simultaneous bilateral input. Neuropsychologia, 9, 15-20.
- MILNER, B. (1958). Psychological defects produced by temporal lobe excision. Proceedings of the Association for research in nervous and mental diseases, 36, 244-257.
- MILNER, B. (1965). Visually-guided maze learning in man: effects of bilateral hippocampal, bilaterial frontal, and unilateral cerebral lesions. Neuropsychologia, 3, 317-338.
- MILNER, B. (1968). Visual recognition and recall after right temporal-lobe excision in man. Neuropsychologia, 6, 191-210.
- MILNER, B. (1971). Interhemispheric differences in the localization of psychological processes in man. British medical bulletin, 27, 272-277.
- MILNER, B., TAYLOR, L. (1972). Right-hemisphere superiority in tactile pattern-recognition after cerebral commissurotomy: evidence of non-verbal memory. Neuropsychologia, 10, 1-15.
- MILNER, B., TAYLOR, L.B., SPERRY, R.W. (1968). Lateralized suppression of dichotically presented digits after commissural section in man. Science, 161, 184-186.
- MILNER, B., TEUBER, H.L. (1968). In L. Weiskrantz (Eds): Analysis of behavioral change (p. 268). New York: Harper & Row.
- NACHSHON, I., CARMON, A. (1975). Hand preference in sequential and spatial discrimination tasks. Cortex, 11, 123-131.
- PATERSON, A., ZANGWILL, O.L. (1944). Disorders of visual space perception associated with lesions of the right cerebral hemisphere. Brain, 67, 331-358.

- REITAN, R.M. (1964). Psychological deficits resulting from cerebral lesions in man. In J.M. Warren and K. Akert: The frontal granular cortex and behavior. New-York: McGraw-Hill.
- RIZZOLATTI, G., UMLITA, C.A., BERLUCCI, G. (1971). Opposite superiorities of the right and left cerebral hemispheres in discriminative reaction time to psychiognomical and alphabetic material. Brain, 94, 431-442.
- RUTCHMANN, R. (1969). Temporal processing and its relation to cerebral dominance. Papier présenté au congrès international de neurologie, New York.
- SEMMES, J. (1965). A non-tactual factor in astereognosis. Neuropsychologia, 3, 295-315.
- SHANKWEILER, D. (1966). Effects of temporal-lobe damage on perception of dichotically presented melodies. Journal of comparative physiology and psychology, 62, 115-119.
- SHANKWEILER, D., STUDDERT-KENNEDY, M. (1967). Identification of consonants and vowels presented to left and right ears. Quarterly journal of experimental psychology, 19, 59-63.
- SPERRY, R.W. (1968). Hemisphere disconnection and unity in conscious awareness. American psychologist, 23, 723-733.
- SPERRY, R.W., GAZZANIGA, M.S., BOGEN, J.H. (1969). Interhemispheric relationship: the neocortical commissures; syndromes of hemisphere disconnection. In P.J. Vinken and G.W. Bruyn (Eds): Handbook of clinical neurology. Disorders of speech, perception, and symbolic behavior. Vol. 4, pp. 273-290, New York: Wiley.
- TAYLOR, A.B., (1932). Selected writings of John Hughlings Jackson. Vol. 2, p. 130, London: Hodder & Stoughton (eds.).
- TEUBER, H.L., WEINSTEIN, S. (1954). Performance on a formboard-task after penetrating brain injury. Journal of psychology, 38, 177-190.
- VARNEY, N.R., BENTON, A.L. (1975). Tactile perception of direction in relation to handedness and familial handedness. Neuropsychologia, 13, 449-454.
- WARRINGTON, E.K., RABIN, P. (1970). Perceptual matching in patients with cerebral lesions. Neuropsychologia, 8, 475-487.

- WEINSTEIN, S. (1968). Intensive and extensive aspects of tactile sensitivity as a function of body part, sex, and laterality. In D.R. Kenshalo (Ed.): The skin senses (pp. 195-222). Springfield, III: Charles C. Thomas.
- WHITE, M.J. (1969). Laterality differences in perception: A review. Psychological bulletin, 72, 387-405.
- WINER, B.J. (1962). Statistical principles in experimental design. McGraw-Hill, New York.
- WITELSON, S.F. (1974). Hemispheric specialization for linguistic and nonlinguistic tactual perception using a dichotomous stimulation technique. Cortex, 10, 3-17.
- WITELSON, S.F. (1977). Early hemisphere specialization and interhemisphere plasticity: an empirical and theoretical review. In S. Segalowitz and F. Gruber (Eds.): Language development and neurological theory. New York: Academic Press.
- WYKE, M. (1969). Influence of direction on the rapidity of bilateral arm movements. Neuropsychologia, 7, 189-194.
- WYKE, M. ETTLINGER, G. (1961). Efficiency of recognition in left and right visual fields. Archives of neurology, 5, 669-665.
- ZURIF, E.G., BRYDEN, M.P. (1969). Familial handedness and left-right differences in auditory and visual perception. Neuropsychologia, 7, 179-188.