



National Library
of Canada

Bibliothèque nationale
du Canada

Canadian Theses Service

Service des thèses canadiennes

Ottawa, Canada
K1A 0N4

NOTICE

The quality of this microform is heavily dependent upon the quality of the original thesis submitted for microfilming. Every effort has been made to ensure the highest quality of reproduction possible.

If pages are missing, contact the university which granted the degree.

Some pages may have indistinct print especially if the original pages were typed with a poor typewriter ribbon or if the university sent us an inferior photocopy.

Reproduction in full or in part of this microform is governed by the Canadian Copyright Act, R.S.C. 1970, c. C-30, and subsequent amendments.

AVIS

La qualité de cette microforme dépend grandement de la qualité de la thèse soumise au microfilmage. Nous avons tout fait pour assurer une qualité supérieure de reproduction.

S'il manque des pages, veuillez communiquer avec l'université qui a conféré le grade.

La qualité d'impression de certaines pages peut laisser à désirer, surtout si les pages originales ont été dactylographiées à l'aide d'un ruban usé ou si l'université nous a fait parvenir une photocopie de qualité inférieure.

La reproduction, même partielle, de cette microforme est soumise à la Loi canadienne sur le droit d'auteur, SRC 1970, c. C-30, et ses amendements subséquents.

**LE LIEN ENTRE LA REPRESENTATION SPATIALE
ET LA REPRODUCTION PHYSIQUE D'UNE TACHE MOTRICE COMPLEXE**

**par
Suzanne Denis**

**Thèse présentée à l'Ecole des Etudes Supérieures
en satisfaction partielle des exigences requises pour
l'obtention de la Maîtrise ès Sciences (Kinanthropologie)**

Université d'Ottawa

Permission has been granted to the National Library of Canada to microfilm this thesis and to lend or sell copies of the film.

The author (copyright owner) has reserved other publication rights, and neither the thesis nor extensive extracts from it may be printed or otherwise reproduced without his/her written permission.

L'autorisation a été accordée à la Bibliothèque nationale du Canada de microfilmer cette thèse et de prêter ou de vendre des exemplaires du film.

L'auteur (titulaire du droit d'auteur) se réserve les autres droits de publication; ni la thèse ni de longs extraits de celle-ci ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans son autorisation écrite.

ISBN 0-315-53786-8

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier M. Jean-Louis Boucher, professeur agrégé au Département de Kinanthropologie, pour m'avoir conseillée, à titre de directeur de thèse, dans l'élaboration et la réalisation de ce projet.

Je désire aussi exprimer ma plus vive gratitude envers ma famille et mes amis(es) pour leur patience infinie et leur encouragement.

TABLE DES MATIERES

	Page
REMERCIEMENTS	11
INDEX DES TABLEAUX	vii
INDEX DES FIGURES	ix
CHAPITRE	
I INTRODUCTION	
1. Introduction	1
1.1 Programme moteur	1
1.2 Information périphérique	2
1.3 Langage	3
1.4 Images mentales	3
1.5 Représentation spatiale	4
2. Enoncé du problème	6
3. Hypothèses	7
4. Limitations	8
5. Définitions	9
6. Importance du problème	10
II RECENSION DES ECRITS	
1. Information périphérique	11
1.1 Kinesthésie	11
1.11 Récepteurs articulaires	12

CHAPITRE	Page
1.12 Récepteurs musculaires et organes tendineux de Golgi	13
1.13 La décharge corollaire	14
1.14 Mouvement actif vs passif	16
1.2 Vision	19
2. Images mentales	22
2.1 L'imagerie mentale et l'apprentissage moteur	24
2.2 L'influence de l'habileté d'imagerie en apprentissage moteur	25
3. Représentation spatiale	27
3.1 Etudes impliquant la représentation spatiale	28
3.2 L'effet de la pratique sur la reproduction d'une tâche	30
3.3 L'Effet de la pratique sur la représentation spatiale	31
III METHODOLOGIE	
1. Introduction	34
2. Sujets	34
3. Appareils	35
4. Procédure	38
5. Procédures statistiques	45
IV RESULTATS	
1. Introduction	47
2. Résultats absolus	49
2.1 Analyse de multivariance	49

CHAPITRE	Page
2.2 Analyse de variance pour l'erreur de distance	49
2.3 Analyse de variance pour l'erreur de direction	53
3. Résultats algébriques	59
3.1 Analyse de multivariance	59
3.2 Analyse de variance pour l'erreur de distance	59
3.3 Analyse de variance pour l'erreur de direction	70
4. Résumé	72
V DISCUSSION	
1. Introduction	74
2. Modalité sensorielle	75
3. Mode de rappel	78
4. Nombre d'essais de pratique	82
VI RESUME, CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	
1. Résumé	86
2. Conclusion	89
3. Recommandations	90
BIBLIOGRAPHIE	92
APPENDICE	
1. Test modifié de latéralité de Edinburgh	106
2. Patrons de mouvement critère	107
3. Formule de consentement	108
4. Ordre de présentation des essais du mouvement critère et des rappels de celui-ci	109

APPENDICE

	Page
5. Ordre des conditions expérimentales	110
6. Score des 30 sujets pour le test modifié de latéralité de Edinburgh	112
7. Procédure expérimentale	113

INDEX DES TABLEAUX

TABLEAU	Page
1. Résultats de l'analyse de la multivariance pour les scores en valeur absolue	50
2. Résultats de l'analyse de variance pour les erreurs absolues moyennes en distance	50
3. Résultats du Tukey sur la modalité sensorielle pour les erreurs absolues moyennes en distance	51
4. Résultats du Tukey sur le nombre d'essais de pratique pour les erreurs absolues moyennes en distance	53
5. Résultats de l'analyse de variance pour les erreurs absolues moyennes en direction	55
6. Résultats du Tukey sur la modalité sensorielle pour les erreurs absolues moyennes en direction	56
7. Résultats du Tukey sur le nombre d'essais de pratique pour les erreurs absolues moyennes en direction	56
8. Résultats de l'analyse de la multivariance pour les scores en valeur algébrique	60
9. Résultats de l'analyse de variance pour les erreurs algébriques moyennes en distance	61
10. Résultats de l'analyse des effets simples sur l'interaction de la modalité sensorielle par le nombre d'essais pour les erreurs algébriques moyennes en distance	62
11. Résultats du Tukey sur la modalité sensorielle pour les erreurs algébriques moyennes en distance	63
12. Résultats du Tukey sur le nombre d'essais de pratique pour les erreurs algébriques moyennes en distance	65
13. Résultats du Tukey en VK sur le nombre d'essais de pratique pour les erreurs algébriques moyennes en distance	67

TABLEAU

Page

14.	Résultats du Tukey en K sur le nombre d'essais de pratique pour les erreurs algébriques moyennes en distance	67
15.	Résultats du Tukey au niveau de E10 sur la modalité pour les erreurs algébriques moyennes en distance	69
16.	Résultats du Tukey au niveau de E30 sur la modalité pour les erreurs algébriques moyennes en distance	70
17.	Résultats de l'analyse de variance pour les erreurs algébriques moyennes en direction	72

INDEX DES FIGURES

FIGURE	Page
1. Appareillage expérimental	36
2. Effet de la modalité sensorielle sur l'erreur absolue moyenne en distance	52
3. Effet du nombre d'essais de pratique sur l'erreur absolue moyenne en distance	54
4. Effet de la modalité sensorielle sur l'erreur absolue moyenne en direction	57
5. Effet du nombre d'essais de pratique sur l'erreur absolue moyenne en direction	58
6. Effet de la modalité sensorielle sur l'erreur algébrique moyenne en distance	64
7. Effet du nombre d'essais de pratique sur l'erreur absolue moyenne en distance	66
8. Effet du nombre d'essais de pratique sur l'erreur algébrique moyenne en distance pour les trois modalités	71

CHAPITRE I

Introduction

Introduction

Il est évident que l'humain exécute une foule de tâches motrices quotidiennement et qu'il doit être en mesure de se rappeler bon nombre de celles-ci. On croit que lors du rappel d'une tâche motrice chez l'humain trois modes de codage interne fonctionnent, soit celui du programme moteur, du langage et de l'image mentale (Blanc-Garin, 1976a). Chacun de ces systèmes de codage joue un rôle spécifique dans la reproduction d'une tâche motrice. Chevalier-Girard et Wilberg (1981) ont d'ailleurs démontré que le sens kinesthésique, l'imagerie et l'étiquetage ont un effet additif sur la mémoire motrice.

Programme Moteur

Selon Keele (1968), le programme moteur est une séquence de commandes emmagasinées, qui est structurée avant que le mouvement débute et, qui permet à la séquence entière de se dérouler avant d'entreprendre des corrections du mouvement (Schmidt, 1975). Le programme moteur règle la séquence d'activation des muscles agonistes et antagonistes

impliqués dans le mouvement (Angel, 1977; Normand, Lagassé, Rouillard & Tremblay, 1982); mais celui-ci n'agit pas au niveau de la structure temporelle de l'activité musculaire. La durée et l'amplitude de cette activité semblent être réglées par des commandes périphériques (Angel, 1977). Alors, l'interaction du programme moteur et des commandes périphériques résulte en un patron de mouvement musculaire nécessaire à la reproduction d'un geste moteur.

Information Périphérique

L'information périphérique est nécessaire pour contrôler une nouvelle tâche motrice (Glencross, 1977; Pew, 1966). Elle est aussi impliquée dans la reproduction motrice d'une tâche. Cette information peut provenir de la kinesthésie (Kelso, 1977; Kleinman, 1983; Skoglund, 1973) aussi bien que de la vision (Marteniuk, 1976; Posner, 1967; Russell, 1976).

Il est généralement admis que les fuseaux musculaires et les organes tendineux de Golgi renseignent sur l'amplitude du mouvement et sur la vitesse de l'étirement musculaire (Jansen & Rudjord, 1964; Matthews, 1982) alors que les récepteurs articulaires renseignent sur la position et la vitesse du segment corporel (Grigg, 1975; Skoglund, 1973). Toutes ces sources d'information kinesthésique participent donc d'une façon ou d'une autre à la reproduction d'une tâche motrice. Il fut aussi démontré que la vision était nécessaire à la reproduction précise d'un geste (Colley &

Colley, 1981; Marteniuk, 1976).

Langage

Le langage contribue lui aussi au codage du rappel et de la reproduction d'une tâche motrice. Lockhart (1980) énonça que la fonction d'une étiquette verbale sur une nouvelle tâche motrice (novice) est souvent simplement celle de médiateur, c'est à dire qu'elle établit un lien entre la nouvelle tâche à être rappelée et une tâche ou un mouvement déjà maîtrisé. De plus, Lurcat (1976) démontra que les signaux verbaux, c'est à dire le langage, sont utilisés pour traduire les relations existantes entre les objets. Donc le langage semblerait fournir des notions de proportionnalité aux mouvements composants la tâche motrice en question.

Images Mentales

Les images mentales, comparées aux images visuelles (Epstein, 1980; Kosslyn, Pinker, Smith & Shwartz, 1981; Posner & Konick, 1966), furent fortement rejetées par les behavioristes au début du vingtième siècle à cause de leur non-observabilité. Toutefois, le concept d'image mentale est réapparu vers les années soixantes et plusieurs chercheurs (Bower, 1972; Delin, 1969; Holt, 1964; Paivio, 1971) ont depuis examiné son rôle dans l'apprentissage verbal. Les études de Holt (1964) et de Paivio (1971) ont démontré que la mémorisation de paires de mots associés était

facilitée lorsque les sujets pouvaient se servir d'images mentales pour représenter les paires de mots associés à être rappellées. Posner (1967, 1973) ajouta que la pratique voilée, donc interne, permet la consolidation de l'image mentale avec le temps. Aussi, une étude de Kosslyn (1975) détermina que plus l'image à imager était détaillée, plus le sujet devait prendre de temps pour former l'image mentale. Selon celui-ci, ceci démontrait sans équivoque l'existence d'images mentales puisque cette propriété ne s'applique pas à des concepts d'information non-imaginable.

Récemment, ce concept d'image mentale fut examiné sous un angle différent et il semblerait que les images mentales seraient particulièrement adaptées aux opérations dans l'espace (Blanc-Garin, 1976a). Il serait donc plus approprié de traiter de la représentation spatiale d'une tâche motrice que de son image mentale. La représentation spatiale pourrait être l'image mentale du patron de mouvement, formée par l'agencement des mouvements composants la tâche motrice.

Représentation Spatiale

Dans plusieurs études la représentation spatiale d'une forme ou d'un patron fut évaluée par reconnaissance visuelle ou kinesthésique (Bairstow & Laszlo, 1978b; Blanc-Garin, 1976a; Pailhous, 1975). Ces études exigeaient que le sujet explore, visuellement ou kinesthésiquement, une forme ou un

patron et qu'il procède ensuite à son identification. La représentation spatiale d'une forme représente des propriétés telles la grandeur, la distance, l'emplacement et l'orientation de celle-ci de façon analogue à la réalité (Kosslyn et al., 1981; Shepard, 1978).

Laville & Pailhous (1975) ont signalé que la représentation spatiale d'un patron de points construite à partir d'information visuelle devient progressivement plus précise avec la pratique. Certaines recherches ont déterminé que la précision de la représentation spatiale d'un objet augmentait avec une augmentation de la durée de sa manipulation (Bairstow & Laszlo, 1978b; Blanc-Garin, 1974). De plus, il fut démontré que la pratique active d'une tâche de déplacement linéaire engendrait une amélioration significative de la précision de reproduction (Summers, Levey & Wrigley, 1981). Aussi, Bairstow et Laszlo (1982) ont déterminé que la pratique menait à une amélioration du rappel de la forme et de la grandeur de patrons moteurs complexes.

Bien que ces recherches ont démontré que la représentation spatiale d'une forme ou d'un patron devient plus précise avec la pratique, elles n'ont pas, en général, considéré la représentation spatiale d'une tâche motrice. Cependant l'existence d'une représentation spatiale, élaborée et construite par l'individu, fut récemment posée comme principe pour justifier l'intégration de tous les

éléments stimulant l'individu durant l'exécution d'une tâche motrice complexe (Blanc-Garin, 1976a). Ces éléments englobent l'information visuelle de même que l'information kinesthésique provenant des muscles, tendons et articulations, alors il peut être présumé que la représentation spatiale d'une tâche motrice est, jusqu'à un certain point, dépendante de ces propriétés sensorielles (Laszlo & Ward, 1978; Posner, 1967).

Énoncé du problème

L'objectif principal de cette étude est de déterminer les caractéristiques de la représentation spatiale d'une tâche motrice complexe. Pour cerner ce problème, cette recherche se propose d'examiner trois sous-problèmes. D'abord, il s'agira de déterminer si de deux modalités sensorielles, visuelle et kinesthésique, l'une contribue plus que l'autre à la formation d'une reproduction verbale et visuelle précise de la représentation spatiale du patron de mouvement à exécuter. Le deuxième sous-problème envisagé sera de démontrer si une augmentation de la précision de la reproduction verbale et visuelle de la représentation spatiale coïncide avec une augmentation de la précision de la reproduction physique du patron de mouvement. Finalement, le dernier sous-problème traité

cherche à déterminer si la répétition du patron de mouvement aura un effet sur la précision de la reproduction verbale et visuelle de la représentation spatiale de ce même mouvement.

Hypothèses

Les trois hypothèses de base qui seront vérifiées dans cette étude sont:

1) La vision, sans références externes, ainsi que la kinesthésie seront utilisées pour la reproduction verbale et visuelle précise de la représentation spatiale du patron de mouvement sans qu'il y ait domination d'une modalité sur une autre. Selon les études de Laszlo & Ward (1978) et de Salmoni et Sullivan (1976) ces deux modalités se complèmenteraient.

2) Un changement dans la précision de la reproduction motrice du patron de mouvement coïncidera avec une variation directement proportionnelle de l'exactitude de la reproduction verbale et visuelle de sa représentation spatiale.

3) La répétition du patron de mouvement engendrera une augmentation significative de la précision de la reproduction verbale et visuelle de la représentation spatiale. Cet effet sera semblable à celui qu'elle exerce sur la reproduction physique du patron de mouvement.

Limitations

La portée des résultats de cette étude sera limitée par les cinq facteurs suivants:

1) L'habileté antérieure des sujets à former une représentation spatiale d'un geste moteur ne sera pas contrôlée étant donné qu'il n'existe pas de test objectif permettant d'évaluer celle-ci.

2) La reproduction verbale et visuelle de la représentation spatiale sera mesurée et il sera considéré qu'elle représente une mesure objective de la représentation spatiale du patron de mouvement puisqu'il n'y a pas de test objectif connu pour évaluer celle-ci.

3) Les sujets consisteront en de jeunes femmes droitières entre dix-huit et vingt-sept ans. Étant donné que peu de recherches ont traité de la représentation spatiale, il est nécessaire de cerner la population étudiée pour éviter l'interaction avec d'autres facteurs tels l'âge, le sexe et la latéralité.

4) La tâche motrice consistera d'un mouvement horizontal du bras droit suivant différentes trajectoires pré-déterminées. Ces dernières ne seront pas familières au sujet mais elles permettront de contrôler le geste de façon à évaluer les paramètres importants qui agissent lors de l'exécution du mouvement.

5) Les indices visuels ne seront pas entièrement sans

références externes puisque l'expérience se déroulera dans une salle où il sera impossible d'être à la noirceur absolue et qu'ainsi les sujets subiront une accommodation visuelle leur permettant de mieux voir à la noirceur et alors utilisé certains indices visuels.

Définitions

Afin d'uniformiser le sens des termes importants utilisés dans cette recherche, il s'avère nécessaire d'élaborer avec précision leur définition.

1) Image mentale: Reproduction mentale d'une perception ou impression antérieure, en l'absence de l'objet qui lui avait donné naissance.

2) Kinesthésie: Ensemble des sensations d'origine musculaire ou articulaire qui nous renseigne sur la position des différents segments de notre corps dans l'espace.

3) Mouvement critère: La tâche motrice contrôlée que le sujet doit exécuter. Celle-ci consiste en un déplacement horizontal du bras droit suivant une trajectoire pré-établie et inconnue du sujet avant le début de l'essai. Il varie d'une série d'essais à l'autre.

4) Mouvement de reproduction: La reproduction du mouvement critère, c'est à dire que le sujet, sans vision, déplace librement son bras droit de façon à reproduire, le

plus précisément possible, le mouvement critère.

5) Représentation spatiale: La reproduction visuelle et verbale de l'image mentale du patron de mouvement, formée par l'agencement des mouvements composants la tâche motrice.

6) Vision: Perception par l'organe de la vue.

Importance du problème

Certaines études ont porté sur des tâches motrices, d'autres ont traité de la représentation spatiale mais très peu d'études ont examiné ces deux concepts de façon concomitante. Selon une recension des écrits par Attneave et Curlee (1983), aucune étude n'a examiné la précision du système d'image dans la représentation spatiale d'un emplacement. De plus, très peu d'études ont évalué l'exactitude de la représentation spatiale d'une tâche motrice. Une étude impliquant la représentation spatiale et la reproduction d'une tâche motrice s'avère donc nécessaire pour approfondir nos connaissances sur les liens existants entre ces deux concepts.

CHAPITRE II

Recension des écrits

Information périphérique

La façon dont le système nerveux central produit un rendement moteur coordonné est un problème important pour tous ceux intéressés à l'étude de la performance de tâches motrices. Dans la programmation et l'exécution d'une tâche motrice, le système nerveux central utilise de l'information périphérique en plus de programme moteur pour contrôler le mouvement. Pew (1966) a démontré un déplacement de stratégie d'un contrôle dépendant du feedback au début de la pratique à un contrôle par programme moteur (Glencross, 1977). Donc l'information périphérique est essentielle lors du contrôle d'une nouvelle tâche motrice.

Kinesthésie

La kinesthésie fournit une bonne partie de cette information. Dès le début du 19e siècle, les chercheurs se sont intéressés à déterminer l'emplacement des récepteurs responsables du sens de position. Ces recherches se sont concentrées sur la proprioception en général (Bell, 1826;

Bastian, 1880; Duchenne, 1872). En 1958, Cohen a affirmé que les récepteurs articulaires, musculaires, tendineux et cutanés ont tous un rôle indépendant à jouer dans le sens de position. Kelso (1977) affirme que la kinesthésie est absolument nécessaire pour le rappel précis d'un mouvement restreint. En utilisant cinq méthodes différentes pour abolir temporairement le sens kinesthésique du doigt, Williams et Rainham (1980) ont démontré un plus haut taux d'erreur qu'un même mouvement exécuté avec le sens kinesthésique. Ils affirment que la proprioception joue alors un rôle plus important qu'on ne l'aurait cru auparavant dans le contrôle du mouvement. Il y a plusieurs sources d'information kinesthésique, tel que les récepteurs articulaires (Grigg, 1975; Skoglund, 1973), les afférences musculaires (Matthews & Simmons, 1974) et les organes tendineux de Golgi (Jansen & Rudjord, 1964; Stauffer & Stephens, 1975).

Récepteurs articulaires.

Marteniuk, Shields et Campbell (1972) ont démontré que les récepteurs articulaires sont qualitatifs, c'est à dire que différentes populations de récepteurs sont activées pour différentes amplitudes de mouvement. Skoglund (1956) a découvert que la population de récepteurs articulaires la plus nombreuse est celle qui est activée seulement aux extrêmes mouvements de flexion et d'extension. Cependant, la sensibilité des récepteurs est beaucoup plus grande vers

le milieu de l'étendue de mouvement qu'elle ne l'est aux extrémités. Ainsi, les récepteurs sont activés pour de très petits changements d'angle, environ trois degrés, dans le milieu de l'étendue de mouvement. Il fut démontré que les récepteurs articulaires renseignent sur la position et la vitesse du segment corporel (Kleinman, 1983). Sage (1977) appuie cet énoncé en relatant que le sens de position d'une articulation est perdu lorsque la capsule de l'articulation est anesthésiée. L'information d'emplacement est estimée comme primaire dans la reproduction d'une tâche motrice (Laabs, 1973; Marteniuk & Rcy, 1972), donc les récepteurs articulaires, avec leur information de position, auraient un rôle actif à jouer dans le contrôle d'une tâche motrice.

Récepteurs musculaires et organes tendineux de Golgi.

Sherrington (1906) fut le premier à proposer un sens musculaire comme source d'information périphérique impliqué dans le contrôle moteur. Ce sens musculaire a suscité beaucoup de controverse depuis ce temps. D'ailleurs Gelfand et Carter (1967) ont affirmé qu'il n'y avait pas de sens musculaire car leurs sujets ne ressentait pas de sensation musculaire lorsque les expérimentateurs tiraient, avec des forceps, sur un tendon exposé lors d'une intervention chirurgicale. Toutefois, suite à leur étude en 1968, Paillard et Brouchon ont affirmé que les récepteurs

musculaires sont impliqués dans la sensation du mouvement actif. De plus, Goodwin, McCloskey et Matthews (1972) ont trouvé qu'en vibrant un muscle, sans faire bouger le bras du sujet, ils stimulaient les fuseaux et le sujet avait une sensation de mouvement dans son bras. Ainsi, le sujet, yeux bandés, pouvait reproduire le mouvement qu'il ressentait dans son bras vibré. Rummel (1974) détermina que les afférences musculaires sont impliquées dans la reproduction précise et contrôlée des tensions musculaires. Il démontra qu'il y avait des différences significatives au niveau de la production de potentiels d'action musculaire en comparant des individus ayant une reproduction très précise à d'autres faisant preuve de très peu d'exactitude. Dans leur étude, Matthews et Simmons (1974) ont établi que la décharge d'afférences musculaires est définitivement impliquée dans le contrôle d'un geste moteur. Il doit être spécifié que le fuseau musculaire renseigne sur l'amplitude du mouvement et sur la vitesse d'étirement musculaire. Les organes tendineux de Golgi offrent essentiellement la même information puisqu'ils sont en série avec les fuseaux musculaires (Kleinman, 1983). Ainsi, le fuseau musculaire et l'organe tendineux de Golgi travaillent de façon synergique.

La décharge corollaire.

En acceptant cette notion que les afférences musculaires contribuent au contrôle moteur, il est essentiel que

la décharge corollaire des commandes motrices soit considérée aussi (Teuber, 1960; Wisendanger, 1969). Les signaux afférents grossiers émis par le muscle n'ont aucune signification s'ils ne sont pas apparentés au degré d'activité motrice; rôle accompli par la décharge corollaire. Laszlo et Ward (1978) affirment que la décharge corollaire peut accomplir un rôle fonctionnel dans le contrôle moteur. Ils suggèrent qu'elle contribue à un mécanisme de référence, où le mouvement anticipé peut être comparé au mouvement exécuté. Pour ce faire, le programme moteur pour ce mouvement serait rapprocher à l'information fournie par les propriocepteurs pour déterminer en quoi ils se ressemblent. Dans sa théorie du schéma, Schmidt (1975) précise

Before the movement, the expected sensory consequences are generated from the recognition schema, and this information is fed forward so that the incoming response-produced exteroceptive feedback and proprioceptive feedback can be evaluated properly, resulting in the detection of error. In addition, the motor program output is thought to contain gamma efferent signals that are fed forward to the muscle spindles, preparing the local musculature for reflex-based corrections that ensure faithful execution of the program. (p.256)

Ainsi, une interaction entre les afférences musculaires et la décharge corollaire est présente durant le contrôle

moteur (Goodwin et al., 1972).

Mouvement actif vs passif.

Afin de déterminer la contribution de l'information kinesthésique, plusieurs études ont été conduites afin d'examiner la précision du rappel d'amplitude de mouvement simple (Jones, 1972; Keele & Ellis, 1972). Ces études comprenaient deux conditions expérimentales: une première dans laquelle les sujets devaient déplacer activement leur bras jusqu'à ce qu'ils heurtent un bloc placé par l'expérimentateur et une deuxième où les sujets laissaient l'expérimentateur déplacer passivement leur bras jusqu'au même bloc. Après chaque mouvement critère, les sujets devaient rappeler l'amplitude du mouvement en déplaçant librement leur bras. L'analyse statistique des résultats démontra qu'il n'y avait pas de différences significatives entre les deux conditions expérimentales au niveau de la précision du rappel de l'amplitude du mouvement. Cependant, des différences significatives seraient prévues entre les deux conditions expérimentales si l'on se base sur des preuves électrophysiologiques ayant rapport à la fonction des récepteurs kinesthésiques. Le raisonnement appuyant cette prévision, que le rappel d'un mouvement exécuté activement devrait être supérieur au rappel d'un mouvement passif, est que l'activité des fuseaux musculaires dans un muscle contractant activement est affectée par la décharge

efférente gamma, mais ceci n'est pas le cas dans le muscle dont la contraction est passive, c'est à dire induite par autrui (Matthews, 1933). Aussi, les organes tendineux de Golgi (Jansen & Rudjord, 1964) et les récepteurs articulaires (Grigg, 1975; Skoglund, 1956) peuvent être plus sensibles quand les muscles contractent activement que lorsqu'ils sont relaxés comme durant un mouvement qui est induit passivement. De plus,

In actively commanded movements, both efferent commands in central pathways and gamma-efferent activation of muscle spindles could provide a reference against which to compare kinesthetic sensory input. Such a reference could facilitate the veridical kinesthetic perception of movement size in active movement, while in passively induced movement a reference is not available.

(Bairstow & Laszlo, 1979b, p.167-168)

Dans une étude sur la précision de la détermination de l'emplacement du segment, Paillard et Brouchon (1968) ont conclu que la précision du rappel est significativement supérieure lors d'un mouvement actif du bras à comparer à un mouvement passif, ce qui appuie la prédiction exprimée précédemment. Nadeau et Lortie (1978) ont obtenu des résultats semblables. Laszlo et Ward (1978) étudiant un mouvement triangulaire de l'index droit ont aussi démontré que le rappel d'un mouvement actif était plus précis que celui d'un mouvement passif. Craske et Crawshaw (1975)

suggèrent que l'effet de la participation active des muscles sur la performance est causée par l'augmentation d'attention qu'elle requiert comparativement à un mouvement passif. Lee et Kelso (1979) ont démontré que ceci n'était pas le cas puisqu'ils n'ont pas obtenu de différences significatives dans la précision du rappel entre leurs deux groupes expérimentaux. Le groupe 1 exécutait la tâche activement avec le bras droit tandis que leur bras gauche reposait sur la table. Le groupe 2 exécutait la même tâche que le groupe 1 avec le bras droit pendant qu'ils accomplissaient une tâche miroir de traçage avec leur bras gauche. De plus, les expérimentateurs ont souligné qu'il était important de porter attention à la tâche exécutée avec le bras gauche. Alors, même si les sujets ne portaient pas attention au mouvement qu'ils exécutaient du bras droit, leur rappel ne différait pas significativement des sujets pouvant porter toute leur attention à la tâche. L'attention n'est donc pas la cause de la différence qui existe entre un mouvement actif et passif.

Il apparaît que les résultats de ces différentes études n'ont pas clarifié la contribution de l'information kinesthésique au niveau du contrôle moteur. En outre, la majorité des travaux traitant de la perception kinesthésique implique de très simples mouvements stéréotypés (ex: Connolly & Jones, 1970; Laabs, 1973), qui sont beaucoup plus

simples que les mouvements à deux et trois dimensions exécutés journalièrement. Il est évident que de la recherche supplémentaire est nécessaire pour déterminer l'apport proportionnel des différentes sources kinesthésiques d'information dans le contrôle d'une tâche motrice complexe.

Vision

Toutes les sources périphériques d'information discutées jusqu'à maintenant ont été apparentées à la kinesthésie. Plusieurs chercheurs affirment que l'information visuelle apporte une contribution importante au code interne du mouvement (Marteniuk, 1976; Posner, 1967; Russell, 1976). Donc la vision peut aussi être considérée comme source d'information périphérique qui a un effet direct sur le contrôle d'une tâche motrice. "Proprioception is a gross sense and needs the aid of more discriminating senses like vision and touch for the animal to have precise information about the accuracy of his responding." (Adams, 1968, p.494). Il pourrait alors être prédit que l'exactitude du rappel serait plus grande pour des mouvements explorés visuellement que ceux explorés kinesthésiquement. Dans une étude récente, Colley et Colley (1981) ont démontré que des sujets aveuglés tard dans la vie, donc ayant vu pour une bonne partie de leur vie, reproduisait l'emplacement final et la distance avec plus de précision et de

stabilité que des sujets aveuglés tôt dans la vie et n'ayant pas de mémoire de la vision. Ils ont interprété ces données en fonction de l'apport important des expériences visuelles à la mémoire. Ainsi, les sujets ayant eu l'expérience de la vision avaient une reproduction plus précise que ceux n'ayant jamais vu. Posner (1967) avait soulevé que l'entreposage de l'information visuelle était plus efficace que celle de l'information kinesthésique. Adams, Gopher et Lintern (1977) ont souligné, pour leur part, la supériorité de la vision sur la kinesthésie comme source d'information contribuant au contrôle moteur d'une tâche simple. Cependant, Paillard et Brouchon (1974) ont établi que les indices visuels sont éclipsés par l'information proprioceptive provenant du mouvement lors d'une tâche de positionnement; ainsi, les indices originant uniquement de la vision du mouvement de la main, sont moins efficaces dans le rappel précis du mouvement que les indices proprioceptifs. Précisons que les indices visuels étaient sans références externes, c'est à dire que le sujet pouvait voir sa main se déplacer mais il n'avait pas d'autre information visuelle donc il ne pouvait pas déterminer visuellement la position de sa main par rapport à son corps ou à son environnement. Une étude de Laszlo et Ward (1978) a aussi démontré que la vision ne peut pas être considérée comme la modalité dominante. Les auteurs suggèrent plutôt que la vision et la proprioception se complètent. En 1976,

Salmoni et Sullivan ont souligné que la vision et la proprioception sont toutes deux responsables de fournir des renseignements sur l'emplacement dans l'espace. Une autre étude mettant en question la supériorité de la vision sur la kinesthésie pour la reproduction juste d'un mouvement est celle de Bairstow et Laszlo (1978b) qui a indiqué que la performance de reconnaissance dans trois conditions de mouvement, actif-kinesthésique, passif-kinesthésique et visuelle (explore visuellement le déplacement d'une lumière selon le trajet critère du mouvement) ne différait pas significativement l'une de l'autre. Les indices visuels étaient limités au trajet critère du mouvement et étaient donc sans références externes pour cette étude aussi. Vingt étudiants et vingt étudiantes de l'Université de Western Australia furent exposés aux patrons de mouvement. Ces patrons étaient des stencils sculptés dans le bois. Ils étaient tous montés sur un support situé dans le plan mi-sagittal du sujet de façon à ce que le mouvement soit exécuté dans le plan vertical. Le sujet avait les yeux bandés durant la tâche expérimentale kinesthésique. Celle-ci consistait à faire parcourir un stylet, que le sujet tenait dans sa main droite, dans une rainure démarquant le patron du stencil. Par la suite, le stencil et le bandeau étaient enlevés, et une série de quatre patrons était présentée au sujet. Le sujet devait identifier lequel des quatre patrons correspondait au patron de mouvement.

Aucune différence significative ne fut trouvée entre les conditions de mouvement kinesthésique et visuelle au niveau de la reconnaissance du patron. Ces résultats n'appuient pas l'énoncé de Adams (1966) que la kinesthésie est un sens très grossier comparativement à la vision. Il est à noter que toutes les études qui remettent en question la supériorité de la vision sur la kinesthésie utilisent une méthodologie où le sujet n'a pas de références externes lorsqu'il utilise la vision. Donc il pourrait être supposé que les études ayant trouvé des différences entre ces deux modalités n'ont pas souligné la dominance de la vision sur la kinesthésie mais qu'elles ont plutôt démontré que l'utilisation de références externes cause une augmentation de la précision de la reproduction motrice d'un geste. D'autres études devront être entreprises avec des mouvements complexes afin de déterminer si l'information fournie par la vision est plus précise que celle provenant de la kinesthésie.

Images mentales

Il y a certainement d'autres mécanismes qui influencent le contrôle moteur, autre que la kinesthésie et la vision. La formation d'une image mentale du mouvement doit sûrement agir sur le contrôle moteur. "Imagery is a pervasive form of experience and is clearly of utmost importance to

humains." (Pylyshyn, 1973, p.2). Depuis déjà longtemps, il est considéré que l'imagerie mentale joue un rôle central au niveau des processus cognitifs et de la représentation de la connaissance dans l'esprit. Toutefois l'histoire de l'imagerie mentale a été tumultueuse; elle est marquée par des périodes de disparition de la notion d'imagerie du courant de pensée psychologique car elle fut vivement critiquée et opposée à plusieurs reprises. La critique majeure avancée contre l'imagerie mentale est qu'elle ne peut pas accomplir les fonctions qui lui sont attribuées, c'est à dire qu'elle ne peut pas uniquement représenter un objet sans lui accorder une interprétation. Ainsi l'imagerie mentale ne peut pas être la seule forme de représentation, mais cela n'implique pas qu'elle ne peut pas être une forme de représentation parmi d'autres en mémoire. Néanmoins, le concept repris de l'ampleur dans les années soixantes et son rôle dans l'apprentissage verbal fut examiné. Il fut démontré que les images mentales avaient un effet facilitateur sur l'apprentissage verbal (Bower, 1972; Holt, 1964; Paivio, 1971). Ces études ont démontré que la mémorisation de liste de mots était facilitée lorsque les sujets pouvaient se servir d'images mentales pour représenter les mots à être rappelés. Cette approche de l'imagerie énonce que deux processus de médiation, soit imaginal et verbal, influencent l'apprentissage et la mémoire (Hall, 1980; Kolers, 1983; Paivio, 1971). Un

entraînement utilisant un système d'imagerie-mnémonique, des instructions spécifiant l'utilisation d'imagerie de même que l'utilisation d'images démontrent comment l'imagerie mentale est un aide-mémoire extrêmement puissant (Bower, 1972; Delin, 1969). Kosslyn et al. (1981) ont déterminé que des images représentent mais ne décrivent pas l'information dans un milieu spatial. Chaque portion de la représentation correspond à une portion de l'objet représenté et les distances inter-points entre les portions de l'image sont proportionnellement les mêmes que celles correspondantes à l'objet (Kosslyn et al., 1981; Shepard, 1975). Donc lorsqu'une forme est représentée, la grandeur, l'emplacement et l'orientation sont représentés.

L'imagerie mentale et l'apprentissage moteur

Sheehan (1966) rapporte que des instructions d'imager un patron géométrique critère résultent en une reproduction significativement plus précise du patron critère que des instructions de le rappeler. Il n'est donc pas surprenant que l'imagerie mentale commence à apparaître dans la littérature de l'apprentissage moteur. Plusieurs chercheurs ont fourni des données suggérant que les stratégies d'imagerie facilitaient la précision de la reproduction d'une tâche motrice simple (Burwitz, 1974; Long, 1974; Posner, 1967; Shea, 1977). Dans une revue de la littérature, Richardson (1967) énonça qu'il est généralement accepté que

l'imagerie mentale a des effets positifs sur la reproduction d'une tâche motrice précédemment imagée. Plus récemment, une étude de Ryan et Simmons (1982), comportant 80 agents de la circulation entre 23 et 57 ans, a montré que la pratique mentale a rehaussé la performance d'une tâche sur le stabilomètre. Toutefois il importe de préciser que la pratique mentale peut engendrer des améliorations de la performance motrice, mais ce n'est pas toujours le cas (Corbin, 1972; Diewert, 1976; Feltz & Landers, 1983; McFadden, 1982; Paivio, 1985, Suinn, 1983).

L'influence de l'habileté d'imagerie en apprentissage moteur

Dans leur étude, Housner et Hoffman (1981) demandaient au sujet d'exécuter un mouvement critère sur un appareil de positionnement curviligne avec le bras droit. Le sujet devait ensuite rappeler la distance ou l'emplacement avec le bras gauche. Vingt-quatre étudiants sous-diplômés furent divisés selon leur habileté spatiale formant deux groupes, les imageurs élevés et les imageurs faibles. L'habileté d'imagerie semble avoir une importance fonctionnelle en tant que médiateur du comportement (Hall, 1980). De plus, une habileté d'imagerie-spatiale élevée est typiquement associée à un traitement d'images efficace (Kosslyn et al., 1981). Le fait que les imageurs élevés sont supérieurs aux imageurs faibles pour le rappel de formes et de dessins fut démontré dans plusieurs études (Anderson, 1973; Kuhlman,

1960; Marks, 1973; Sheehan, 1966; Stewart, 1965). Housner et Hoffman (1981) ont trouvé que les imageurs élevés reproduisaient l'emplacement avec moins d'erreurs que les imageurs faibles, mais cette différence n'arrivait pas à atteindre le seuil de signification statistique. Aucune différence significative ne fut observée entre les imageurs élevés et les faibles pour la précision de la reproduction de la distance du mouvement. Toutefois, suivant une période de repos de 30 secondes, les imageurs élevés ont subi une plus grosse perte d'information que les faibles. Dans une autre condition, l'utilisation de stratégies d'imagerie fut indiquée aux sujets. Une augmentation considérable de la précision du rappel fut rapportée pour les imageurs faibles. Ceci démontra bien que l'habileté d'imagerie influence l'exactitude de la reproduction d'une tâche curviligne simple. Alors, l'imagerie semble particulièrement adaptée aux opérations dans le domaine spatial (Blanc-Garin, 1976a). Cependant le concept d'imagerie dépend fortement sur une métaphore d'image (Pylyshyn, 1973), suggérant que l'imagerie repose uniquement sur la description et la perception d'images. Dans le traitement de tâches motrices il est important que le patron de mouvement soit représenté en 2 ou 3 dimensions (Diewert, 1977); il semble donc plus approprié d'utiliser le terme représentation spatiale plutôt qu'imagerie mentale.

Représentation spatiale

La représentation spatiale est un processus perceptivo-cognitif (Pailhous, 1975). C'est une méthode d'organiser l'information concernant une tâche motrice pour obtenir un programme moteur pour la reproduction juste de la tâche (Blanc-Garin, 1976a). Harris (1981) affirme que les gens dressent une carte de leurs déplacements dans l'espace et Douriez (1969) énonce que les représentations spatiales correspondent à une intériorisation des mouvements et déplacements de l'individu, alors la représentation spatiale d'une tâche motrice correspondrait à la carte dressée pour le déplacement du segment corporel en question. De plus, il semble que l'organisation spatiale est essentielle à l'exécution d'un patron de mouvement coordonné (Sage, 1980). Le programme moteur opère sous le contrôle du standard établi. Celui-ci correspond à la représentation spatiale d'une tâche donnée incorporant toute l'information pertinente sur la tâche (Laszlo & Bairstow, 1971; Paillard & Brouchon, 1974; Posner, 1967). Posner (1967) justifia l'existence de la représentation spatiale en affirmant qu'elle contient de l'information détaillée qui ne pourrait pas être présente dans une description verbale du mouvement. La représentation spatiale est traduite, par le sujet, en patron de mouvement nécessaire au rappel de la tâche (Bairstow & Laszlo, 1980). Morasso

(1981) étudiant des mouvements de pointage du bras avec deux degrés de liberté, avance qu'un code spatial, tel la représentation spatiale, devrait servir de langage commun entre les différentes sources d'information qui desservent les mouvements coordonnés. Ainsi, il est vraisemblable que la vision et la kinesthésie sont fréquemment utilisées ensembles pour l'établissement de la représentation spatiale d'un mouvement (Laszlo & Ward, 1978; Posner, 1967).

Etudes impliquant la représentation spatiale

Laville et Pailhous (1975) ont entrepris une étude sur la représentation spatiale d'une série de 50 points placée sur le mur devant le sujet. Celui-ci devait explorer visuellement la série pour 20 secondes. La tâche expérimentale consistait à identifier les points manquants de la série lors de sa prochaine présentation. Il pouvait manquer 0, 1 ou 2 éléments à chaque présentation. Après avoir identifié quels points manquaient, la série était présentée à nouveau avec la bonne réponse indiquée et d'autres points étant absents. Le sujet avait alors une connaissance de ses résultats. Ceci se poursuivait jusqu'à concurrence de vingt essais. Le rappel du sujet s'est amélioré avec la pratique. Laville et Pailhous (1975) accordent cette amélioration à une représentation spatiale plus précise de la série de points avec la pratique. Une étude de Wiseman et Niesser (1978), utilisant le "Faces

Closure Test", établit qu'une performance de reconnaissance supérieure est dépendante de l'habileté perceptuelle du sujet de même que de la représentation interne qu'il forme du patron à être rappelé (Lockhart, 1980). Douriez (1976) mena une étude sur la représentation spatiale du déplacement du corps dans l'espace chez des enfants de 4 à 15 ans. Les yeux bandés, le sujet était dirigé, en marchant, à travers la trajectoire critère une fois. Le rappel consistait premièrement à marcher yeux bandés, le long de la trajectoire que le sujet pensait correspondait au critère; et deuxièmement à dessiner un trajet correspondant au critère. Elle conclut que le rappel par dessins est plus précis que le rappel physique. Pailhous (1975) avait d'ailleurs suggéré que l'évaluation de l'exactitude de la représentation spatiale d'une tâche pourrait être faite par dessins. Il peut alors être hypothétisé que la raison pour laquelle les dessins sont plus précis est qu'ils reflètent plus directement la représentation spatiale du mouvement.

Les études ayant traité de la représentation spatiale jusqu'à maintenant ne l'ont pas considérée en relation avec l'exécution et le contrôle d'une tâche motrice spécifique. Il est fort possible qu'un lien existe entre la précision du rappel et la justesse de la représentation spatiale d'une tâche motrice puisque la représentation spatiale d'une tâche motrice est traduite, par le sujet, en programmes

moteurs nécessaire à la reproduction motrice de la tâche (Bairstow & Laszlo, 1980). Il serait donc souhaitable d'examiner un facteur qui influence le rappel et déterminer si son effet est le même sur la représentation spatiale d'une tâche motrice.

L'effet de la pratique sur la reproduction d'une tâche

Un facteur ayant un effet important sur le rappel d'une tâche motrice est la pratique. En 1966, Adams et Dijkstra ont trouvé un effet de la manipulation du nombre de mouvements critères après quinze essais. Cet effet ne fut pas soulevé par Wade et Lortie (1978), mais ceux-ci ne permettaient que quatre essais de pratique aux sujets. Ceci n'est pas surprenant puisque Adams et Dijkstra (1966) avaient trouvé que six essais n'influençaient pas le rappel. Ces études permettent alors d'affirmer que l'effet de la pratique n'est pas apparent avant quatre ou six essais, mais qu'il l'est après quinze. Une autre étude traitant de l'effet de la pratique sur un geste moteur simple fut entreprise par Summers et al., en 1981. Quarante-huit étudiants et étudiantes droitiers devaient exécuter une tâche de positionnement linéaire sous différentes conditions de pratique. Les yeux bandés, les sujets devaient reproduire la distance ou l'emplacement critère avec la main droite après une pratique active, où le sujet pratiquait activement la tâche avec sa main droite, une pratique

passive, où l'expérimentateur manipulait le bras du sujet durant l'exécution du mouvement critère, ou sans pratique. Ils démontrèrent que la pratique améliore la précision de la reproduction d'une tâche motrice. De plus, la pratique active résulte en une plus grande précision que la pratique passive lors de la reproduction de la distance.

L'effet de la pratique sur la représentation spatiale

Cette question de pratique fut entamée par certains auteurs dans le domaine de la représentation spatiale. Blanc-Garin (1974) rapporta une étude sur la représentation spatiale d'un objet formée par la manipulation de celui-ci. Il fut déterminé que la précision de la représentation spatiale d'un objet augmente avec une augmentation de la durée de sa manipulation. Bairstow et Laszlo (1982) ont aussi touché cette question. En utilisant le même appareil et les mêmes procédures que celles décrites précédemment pour leur étude en 1978, ils ont trouvé que le rappel de la forme d'un patron complexe de mouvement s'améliorait avec la pratique. Spécifiquement ils ont établi que la pratique illimitée, c'est à dire où le sujet pouvait pratiquer la tâche aussi souvent qu'il voulait, jusqu'à ce qu'il sente qu'il puisse la reproduire avec exactitude, menait à une amélioration de la reproduction. Egalement, la pratique graduée menait à une augmentation séquentielle de la précision du rappel du mouvement, c'est à dire que la

précision du rappel s'améliorait progressivement avec des niveaux augmentés de pratique à chaque essai. Les auteurs suggèrent que

On the basis of a kinesthetic sense of good acuity, subjects developed a more complete percept of the criterion pattern's configuration by progressively building an overall impression of the shape by consolidating what was already encoded. (Bairstow & Laszlo, 1982, p.195)

"Percept" réfère à la représentation spatiale de la forme. Ces auteurs n'ont toutefois pas évalué simultanément la représentation spatiale de la forme du patron de mouvement de même que sa reproduction physique, donc la vérification de cette suggestion exige de la recherche supplémentaire. Selon la théorie du schéma de Schmidt, la pratique causerait une amélioration de la précision de la représentation spatiale puisqu'il est postulé qu'il y a un déplacement graduel dans le contrôle du mouvement avec la pratique, d'un contrôle visuel direct à une forme interne de contrôle (Schmidt, 1975), qui pourrait bien être la représentation spatiale.

La représentation spatiale d'une tâche motrice est apparemment un processus important dans le contrôle de cette tâche motrice complexe. Il serait alors justifiable

d'examiner plus attentivement le lien qui existe entre la représentation spatiale et la reproduction motrice d'une tâche motrice complexe. La vision et la kinesthésie sont deux sources périphériques d'information qui ont un effet direct sur le contrôle d'une tâche motrice.

Proprioceptive information, produced by active movement, may be involved in calibrating the real position of moving segments in physical space. This encourages the view that such position cues have a real function of 'marking space' or 'indexing' spatial properties which are referred to some internal map necessary for the elaboration of a complex program of spatially coordinated motor activities. (Paillard & Brouchon, 1974, p.283)

Il serait donc intéressant de déterminer l'apport de ces sources périphériques sur la formation d'une représentation spatiale de la tâche. Il fut démontré que la pratique améliorait la précision de reproduction d'une tâche et qu'elle améliore l'exactitude de la représentation spatiale de certaines tâches. Il est alors nécessaire de songer à l'existence d'une relation entre l'information utilisée pour reproduire une tâche avec justesse et la représentation spatiale de cette tâche.

CHAPITRE III

Méthodologie

Introduction

Cette étude fut entreprise pour déterminer les caractéristiques de la représentation spatiale d'une tâche motrice. Ce chapitre décrira les sujets, l'appareillage, la procédure expérimentale et les procédures statistiques utilisés pour accomplir cet objectif.

Sujets

Trente femmes droitrières se sont portées volontaires pour l'étude. L'âge des sujets variait entre dix-huit et vingt-sept ans. La latéralité de leurs segments supérieurs fut déterminée par une version modifiée du test d'Edinburgh (Oldfield, 1971), (Appendice 1). McFarland et Anderson (1980) ont trouvé un facteur de stabilité et de validité élevé pour cette version modifiée du test de latéralité d'Edinburgh, avec la méthode test-retest. Le sujet était

considéré comme étant droitier s'il recevait un score de 70% ou plus sur ce test.

Appareils

L'appareillage expérimental (Figure 1, p. 36) comprenait d'abord un "Sonic Digitizer" de modèle GP-8 avec un "L-Frame Microphone Analyser". Un stylos lui était raccordé et était utilisé pour enregistrer les coordonnées des points des différents patrons de mouvement. Pour ce faire, une pression du stylos était requise. Celle-ci produisait un bruit dont les ondes étaient captées par le digitaliseur qui procédait à les transformer en coordonnées. La surface d'enregistrement de ce digitaliseur était de 54.7 cm x 156.3 cm.

Une matrice de lumière de 42 cm x 122 cm se trouvait dans le champ d'enregistrement du digitaliseur. Celle-ci était composée de 4920 lumières de façon à ce que chaque lumière soit espacée de 1.016 cm de toutes les autres lumières. Il y avait toujours une seule lumière d'allumée, et pour chaque essai expérimental, 5 lumières s'allumaient une après l'autre selon l'emplacement des points du patron de mouvement requis. La matrice de lumière était recouverte d'un morceau de plexiglass transparent d'une épaisseur de 0.16 cm pour protéger les lumières tout en permettant au

sujet de voir les lumières.

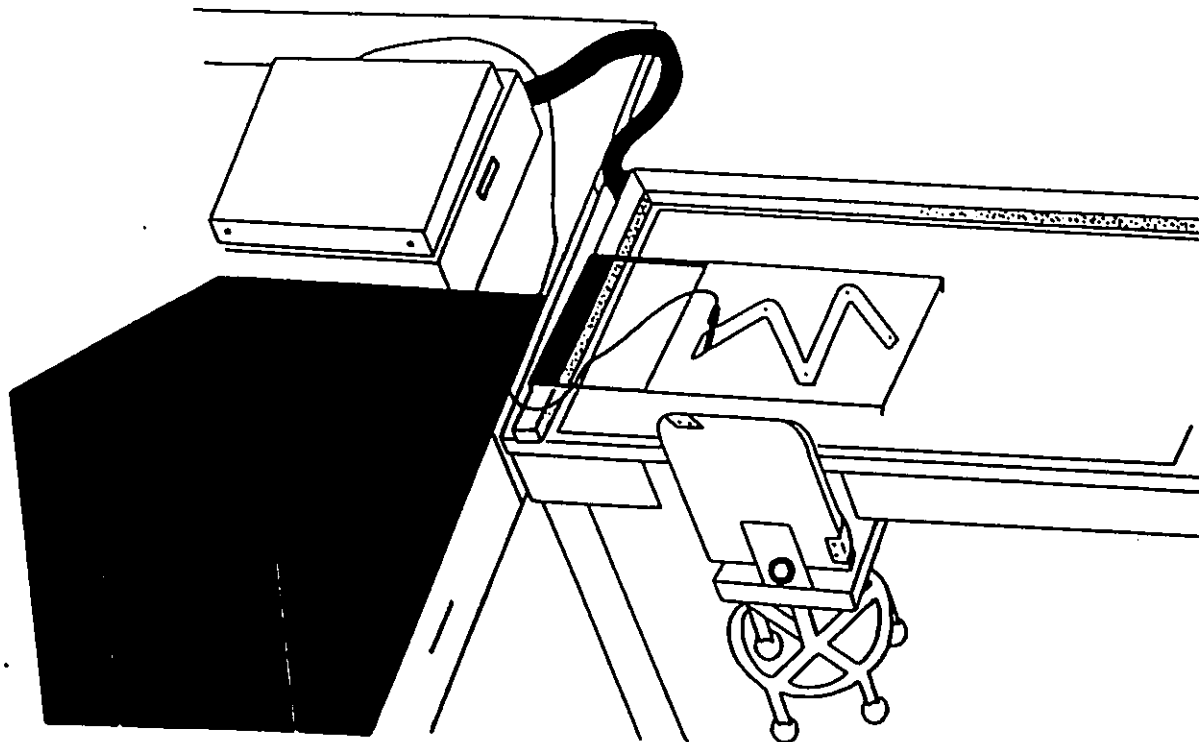


Figure 1: Appareillage expérimental.

Un IBM PC avec deux lecteurs de diskettes, un "serial port" et une carte "Tecmar Lab-Tender" fut utilisé pour contrôler l'ordre de présentation des lumières et des essais. Cet ordinateur fut aussi utilisé pour analyser les données recueillies durant l'expérience, c'est à dire que les coordonnées des points des patrons de mouvements critères et de reproduction enregistrées par le digitaliseur étaient transférées à l'ordinateur qui procédait à calculer l'angle et la distance entre les points des différents mouvements. L'ordinateur était recouvert d'une housse de

tissu noir pour empêcher la lumière émanant de l'écran cathodique d'éclairer la salle. Une partie de la housse pouvait être soulevée pour permettre à l'expérimentateur d'y glisser sa tête lors des essais de représentation spatiale car le sujet indiquait verbalement l'emplacement du prochain point du patron de mouvement en spécifiant la direction et le nombre de lumières séparant les deux points. L'expérimentateur devait alors soumettre cette information à l'ordinateur qui causait la lumière correspondant au déplacement de s'allumer et à la précédente de s'éteindre.

Trois patrons de mouvements différents (Appendice 2) ont été utilisés pour cette expérience. Ils ne représentaient rien en particulier et ne pouvaient pas être associés à quelque chose de concret, alors ils ne pouvaient pas être étiquetés verbalement. Ces patrons étaient taillés dans un morceau de 30 cm x 50 cm de fibre de verre transparent de 2 mm d'épaisseur. La rainure délimitant le patron mesurait entre 1.1 et 1.4 cm de largeur pour permettre de circuler aisément le stylus. Le "Sonic Digitizer" enregistrait les ondes sonores produites par la pression du stylus sur le plexiglass qui recouvrait la matrice de lumières, donc il était nécessaire de surélevé les patrons de mouvement pour ne pas bloquer les signaux émis par le stylus. Ainsi, les patrons étaient fixés à un support métallique d'une hauteur de 2.6 cm. Ce support, de 30 cm x 75 cm, était vissé dans le coin gauche inférieur de

la surface d'enregistrement du digitaliseur. Le support métallique possédait quatre boulons sur le dessus et chaque patron possédait quatre trous correspondants pour assurer la stabilité des patrons durant les essais. Chaque patron de mouvement était formé à partir de 5 points et de 4 changements de direction (Appendice 2). Le point de départ et le point final était le même pour les trois patrons. En plus, il y avait la même étendue entre les points des 3 patrons, soient de 40.64 cm le long de l'abscisse et de 16.256 cm le long de l'ordonnée. Ceci permettait alors de standardiser les patrons pour qu'ils aient tous environ le même degré de difficulté et ainsi éliminer les différences dans les résultats pouvant être attribuées à des différences importantes entre les patrons.

Des lunettes noircies servant de bandeau pour les yeux et une chaise de hauteur ajustable complétaient l'équipement. Cette chaise était munie d'une ceinture traversant l'épaule gauche pour s'attacher au niveau de la hanche droite.

Procédure

Avant de débiter la séance expérimentale, le sujet devait remplir un formulaire de consentement (Appendice 3).

Celui-ci énonçait brièvement les tests auxquels le sujet serait soumis durant l'expérience. Le sujet devait aussi répondre à une version modifiée du test d'Edinburgh (Oldfield, 1971) (Appendice 1) pour déterminer la latéralité de ses segments supérieurs. Pour pouvoir affirmer que le sujet était droitier, il devait recevoir un score de 70% ou plus sur ce questionnaire. Ce score était calculé de la façon suivante:

$$\text{Score: } \frac{\text{nombre de "+" dans la colonne de droite} \times 100}{\text{nombre de "+" au total}}$$

Une fois le questionnaire rempli, le sujet était installé confortablement dans la chaise et les lunettes étaient placées sur la tête du sujet, et non sur ses yeux, pour qu'il puisse voir l'installation expérimentale durant les explications. La hauteur de la chaise était ajustée pour que les cuisses du sujet touchent légèrement le dessous de la table. La ceinture était attachée de façon à limiter les mouvements du sujet vers l'avant. La position du sujet était alors ajustée de façon à ce que son corps soit centré avec le point de départ des patrons de mouvement. De plus, la chaise était placée le plus près possible de la table, mais toujours pour que le sujet soit confortable.

L'expérimentateur expliquait alors au sujet qu'il devait tenir le stylos entre le pouce et l'index. Le majeur pouvait être utilisé pour stabiliser le stylos en position verticale.

Avant de commencer l'expérimentation, la tâche était

expliquée au sujet. Pour les conditions expérimentales visuo-kinesthésique (VK) et kinesthésique (K), l'expérimentateur procédait à placer le patron de mouvement critère requis sur le support métallique. L'expérimentateur plaçait alors le stylos exactement au point de départ du patron. Pour la condition expérimentale visuelle (V), le patron n'était pas mis en place et l'expérimentateur demandait au sujet de reposer son bras droit à l'extérieur de la surface couverte par le support métallique. La procédure à suivre était spécifique à la condition expérimentale.

Chaque sujet était soumis aux trois différentes conditions expérimentales. L'ordre de présentation de celles-ci ainsi que du patron qui y était associé était pré-établi au hasard et se retrouve en Appendice 5. Pour chaque condition expérimentale, un ordre de présentation des essais du mouvement critère et des rappels de celui-ci était assigné (Appendice 4). Il y avait 2 ordres possibles, et l'ordre changeait après chaque condition expérimentale. Chaque ordre comprenait 5 séquences. Une séquence était composée de 10 mouvements critères suivis soit d'un essai de reproduction physique, soit d'un essai de rappel verbal et visuel de la représentation spatiale. Cet essai de rappel était suivi d'un essai du mouvement critère et ensuite de l'essai de rappel non-exécuté à cette séquence. Il y avait alors un total de 11 mouvements critères par séquence ce qui faisait un grand total de 55 mouvements critères par

condition expérimentale. De plus, chaque condition expérimentale comprenait 10 essais de rappel, soit 5 de reproduction physique et 5 de représentation spatiale.

Lors de la reproduction physique, l'expérimentateur indiquait au sujet qu'il voulait qu'il reproduise avec son bras droit le mouvement critère qu'il venait de voir et/ou d'exécuter en partant du point de départ. Il précisait au sujet que son rappel était libre et que son seul indice visuel était la lumière du point de départ du mouvement critère puisque les lumières de la salle étaient éteintes. Le sujet plaçait alors le stylos au dessus de la lumière correspondant au point de départ du mouvement critère. Le sujet devait appuyer sur le stylos à ce point et procéder à reproduire le mouvement qu'il avait vu et/ou exécuté à l'essai précédent en s'assurant de presser sur le stylos à chaque point correspondant à un changement de direction. Pour un essai de rappel verbal et visuel de la représentation spatiale, le bras du sujet se trouvait à l'extérieur de la surface couverte par le support métallique. L'expérimentateur manipulait le stylos pour cet essai. Le terme représentation spatiale était défini pour le sujet selon la définition offerte au chapitre I de ce travail. L'expérimentateur indiquait au sujet qu'il voulait qu'il reproduise verbalement la représentation spatiale du mouvement critère qu'il avait en tête. Au début de l'essai, la lumière correspondant au point de départ du mouvement critère

s'allumait. L'expérimentateur demandait alors au sujet de localiser verbalement le deuxième point de sa représentation spatiale en indiquant le nombre de lumières et la direction du déplacement à effectuer. L'expérimentateur procédait alors à faire déplacer la lumière du point de départ dans la direction et selon le nombre de lumières spécifiées par le sujet. Il n'y avait aucune limite quant au nombre de déplacements nécessaire pour allumer le deuxième point de la représentation spatiale du sujet. Lorsque le sujet affirmait que le deuxième point était au bon emplacement, il l'indiquait à l'expérimentateur qui plaçait alors le stylos au dessus de la lumière et appuyait sur celui-ci pour enregistrer les coordonnées du point. La même procédure se répétait pour les trois autres points de la représentation spatiale sauf que la lumière ne correspondait pas au point de départ mais plutôt au point précédent de la représentation spatiale du mouvement.

La précision du rappel était calculée à partir de l'erreur totale (absolue) ainsi que de l'erreur constante (algébrique) en distance (cm) et en direction (degré) pour les différents points du patron de mouvement critère. Il n'y avait que 4 points impliqués dans les calculs, car le point de départ était toujours connu du sujet. L'erreur en distance représentait l'hypothénuse du triangle à angle droit formé entre les coordonnées du point du mouvement critère et celles du point correspondant du rappel.

L'hypothénuse était calculée à l'aide de la loi de Pythagore qui stipule que celle-ci est égale à la racine carrée de la somme des côtés au carré. L'erreur en direction représentait l'angle entre les vecteurs formés par le point en question et celui du point précédent pour le mouvement critère et le rappel. Une moyenne des erreurs de distance et de direction au niveau des 4 points du patron ont été calculées pour chaque essai de rappel. Ainsi, chaque condition expérimentale impliquait 10 mesures de la précision du rappel, soit 10 erreurs moyennes en distance et 10 erreurs moyennes en direction. Ces deux mesures de la précision du rappel étaient indépendantes et devaient être analysées de façon indépendante.

Pour la condition visuo-kinesthésique (VK), toutes les lumières dans la salle étaient éteintes. De cette façon, le sujet ne pouvait pas voir l'installation expérimentale mais il pouvait voir les lumières correspondant aux 5 points du patron qui s'allumaient durant les essais expérimentaux. Le sujet ne voyait que le déplacement des lumières le long du patron représentant le mouvement critère afin de s'assurer que le sujet forme la représentation spatiale du mouvement et non du patron. Au début de chaque essai du mouvement critère, la lumière associée au point de départ était allumée. L'expérimentateur plaçait alors le stylius exactement au point de départ, donc au dessus de la lumière. Le sujet appuyait alors sur le stylius pour enregistrer les

coordonnées du point de départ. Cette pression du stylius éteignait la lumière se trouvant sous le stylius et en même temps allumait la lumière correspondant au prochain point du patron de mouvement critère. Immédiatement après avoir pressé sur le stylius, le sujet devait déplacé son bras droit afin d'amener le stylius jusqu'à la lumière qui était allumée en parcourant le stylius dans la rainure du patron. Le sujet devait alors appuyé encore une fois sur le stylius afin d'enregistrer les coordonnées de ce point, d'éteindre la lumière sous le stylius et d'allumer la lumière associée au prochain point du patron de mouvement critère. Le sujet déplaçait alors son bras droit en direction de la lumière allumée et la même séquence d'événements se répétait jusqu'au point final du patron. A ce moment, la lumière ayant les mêmes coordonnées que le point final s'éteignait suite à une pression du stylius et la lumière du point de départ s'allumait. L'expérimentateur prenait alors le stylius du sujet et selon l'ordre de présentation des essais (Appendice 4), le replaçait au dessus du point de départ et un autre essai était entrepris ou bien il procédait à informer le sujet qu'il devait maintenant exécuter un essai de rappel.

La procédure à suivre pour la condition kinesthésique (K) était essentiellement la même que pour VK, sauf qu'il n'y avait pas de lumières qui s'allumaient et le sujet portaient les lunettes noircies pour s'assurer qu'il ne

recevait aucune information visuelle durant ces essais.

Pour la condition expérimentale visuelle (V), le patron de mouvement critère en fibreglass n'était pas utilisé. Plutôt, les coordonnées de ce patron de mouvement critère étaient encodées dans l'ordinateur et celui-ci réglait leur apparition. Au début des essais expérimentaux visuels, le bras du sujet était placé à l'extérieur de la surface couverte par le support métallique. L'expérimentateur expliquait au sujet qu'il n'y aurait pas de mouvement pour les essais visuels, il devait seulement regarder le mouvement simulé par les lumières s'allumant en série. Une fois le sujet prêt à commencer, l'expérimentateur procédait à allumer la lumière correspondant au point de départ du mouvement critère et l'ordinateur réglait l'apparition des 4 autres lumières correspondants aux 4 autres points du mouvement critère. Entre chaque essai, l'expérimentateur s'assurait que le sujet était prêt avant de procéder. Après le nombre requis d'essais tel qu'indiqué en Appendice 4, l'expérimentateur procédait à un des deux essais de rappel.

Pour une description succincte et par étape de la procédure expérimentale, se référer à l'Appendice 7.

Procédures statistiques

Dans le but de vérifier 1) si la modalité (VK, K, V) utilisée lors de l'apprentissage a un effet sur la précision

de la représentation spatiale, 2) si la précision du rappel (erreurs en distance et en direction) est influencée par le mode de rappel (reproduction physique et représentation spatiale), et 3) si le nombre d'essais de mouvements critères (séquence) influence la précision de la représentation spatiale et de la reproduction physique, une analyse de multivariance ($3 \times 5 \times 2 \times 2$) à mesures répétées a été effectuée (modalité, séquence, mode de rappel, précision du rappel) avec l'erreur totale et une autre avec l'erreur constante.

Des analyses de variance séparées pour les erreurs de distance et de direction ont été effectuées en tant que procédure post hoc pour localiser les effets significatifs. Ceux-ci ont été soumis aux procédures de Tukey (Kennedy, 1978) pour localiser la ou les différences significatives. En présence des effets majeurs significatifs, une analyse des effets simples a été exécutée pour toutes les interactions univariées significatives (Keppel, 1982) afin de déceler les différences significatives existantes. Celles-ci ont ensuite été soumises au test de Tukey (Kennedy, 1978) pour localiser les différences.

CHAPITRE IV

Résultats

Introduction

L'objectif principal de cette recherche était de déterminer les caractéristiques de la représentation spatiale d'une tâche motrice complexe. Pour arriver à cerner ce problème principal, trois sous-problèmes ont été traités spécifiquement. Le premier était de déterminer si de deux modalités sensorielles, visuelle et kinesthésique, l'une contribue plus que l'autre à la formation d'une reproduction verbale et visuelle précise de la représentation spatiale du patron d'un mouvement à exécuter. Le deuxième sous-problème envisagé était de démontrer si une augmentation de la précision de la reproduction verbale et visuelle de la représentation spatiale coïncide avec une augmentation de la précision de la reproduction physique du patron de mouvement. Finalement, le dernier sous-problème cherchait à déterminer si la répétition du patron de mouvement a un effet sur la précision de la reproduction verbale et visuelle de la représentation spatiale de ce même mouvement.

Ceux-ci donnèrent lieu à la formulation des trois

hypothèses suivantes:

1) La vision, sans référence externe, ainsi que la kinesthésie seraient utilisées pour la reproduction verbale et visuelle précise de la représentation spatiale du patron de mouvement sans qu'il y ait domination d'une modalité sur une autre.

2) Un changement dans la précision du mouvement de reproduction coïnciderait avec une variation directement proportionnelle de l'exactitude de la reproduction verbale et visuelle de la représentation spatiale.

3) La répétition du patron de mouvement causerait une augmentation significative de la précision de la reproduction verbale et visuelle de la représentation spatiale.

Afin de vérifier la légitimité de ces trois hypothèses, 30 femmes droitrières ont été évaluées sous chacune des trois conditions de modalité sensorielle, (VK, K et V). Pour chacune de ces conditions, elles ont dû exécuter cinquante essais de pratique répartis en cinq séries de 10 essais (E10, E20, E30, E40, et E50). Le rappel était composé d'un essai de reproduction physique et d'un essai de reproduction verbale et visuelle de la représentation spatiale après chaque série d'essais de pratique.

Ces hypothèses ont été vérifiées à l'aide d'analyses de multivariance, suivies d'analyses de variance, d'analyses d'effets simples, et finalement de tests de Tukey. Toutes ces analyses ont porté sur l'erreur algébrique et l'erreur

absolue.

Résultats absolus

Analyse de multivariance

Les résultats de l'analyse MANOVA (Tableau 1, p. 50) ont révélé qu'une différence significative existe au niveau des modalités sensorielles ($\lambda = 6.96$) et entre les séries de dix essais de pratique physique ($\lambda = 11.93$) avec une probabilité de 0.01. Aucune différence significative n'a été observée entre les deux modes de rappel. Il en est de même, pour toutes les interactions des variables dépendantes.

Analyse de variance pour l'erreur de distance

Une analyse de variance a été effectuée pour l'erreur absolue moyenne de distance au niveau des variables démontrant des différences significatives lors de l'analyse MANOVA. Les résultats de l'ANOVA sont présentés au Tableau 2 (p. 50). Ils indiquent des différences significatives au niveau de la modalité sensorielle ($F = 7.64, p < 0.01$) et du nombre d'essais de pratique ($F = 26.99, p < 0.01$).

TABLEAU 1

RESULTATS DE L'ANALYSE DE LA MULTIVARIANCE
POUR LES SCORES EN VALEUR ABSOLUE

SOURCE	DEGRE DE LIBERTE	ESTIMATION DE LA VARIANCE	λ	PROBALITE
Modalité(M)	114	0.646	6.96	0.000
Essai(E)	230	0.499	11.93	0.000
Rappel(R)	28	1.381	0.67	0.521
M x E	462	0.896	1.63	0.058
M x R	114	0.931	1.03	0.393
E x R	230	0.954	0.69	0.701
M x E x R	462	0.944	0.84	0.640

TABLEAU 2

RESULTATS DE L'ANALYSE DE VARIANCE POUR LES ERREURS
ABSOLUES MOYENNES EN DISTANCE

SOURCE	SOMME DES CARRES	DEGRE DE LIBERTE	ESTIMATION DE LA VARIANCE	F	PROBABILITE
Modalité	13.419	2	6.709	7.64	0.00
Erreur	50.949	58	0.878		
Essai	56.513	4	14.128	26.99	0.00
Erreur	60.721	116	0.523		

Dans le but de localiser ces différences, le test de Tukey fut appliqué à titre de procédure post-hoc au niveau de ces deux variables. Des comparaisons effectuées pour la modalité sensorielle (Tableau 3), il en est ressorti que l'erreur absolue moyenne de distance en V (0.62 cm) est significativement inférieure à celle en VK (0.86 cm) et en K (0.89 cm) (Figure 2, p. 52). Pour le nombre d'essais (Tableau 4, p. 53), les comparaisons démontrent que l'erreur absolue moyenne en distance commise lors de la première série d'essai (1.27 cm) était significativement plus grande que celle commise lors de E20 (0.79 cm), de E30 (0.62 cm), E40 (0.65 cm) et de E50 (0.61 cm) (Figure 3, p. 54).

TABLEAU 3

**RESULTATS DU TUKEY SUR LA MODALITE SENSORIELLE
POUR LES ERREURS ABSOLUES MOYENNES EN DISTANCE**

MODALITE moyenne		VK 0.86	K 0.89	V 0.62
VK	0.86	----	0.03	0.24**
K	0.89		----	0.27**
V	0.62			----

** significatif à 0.01

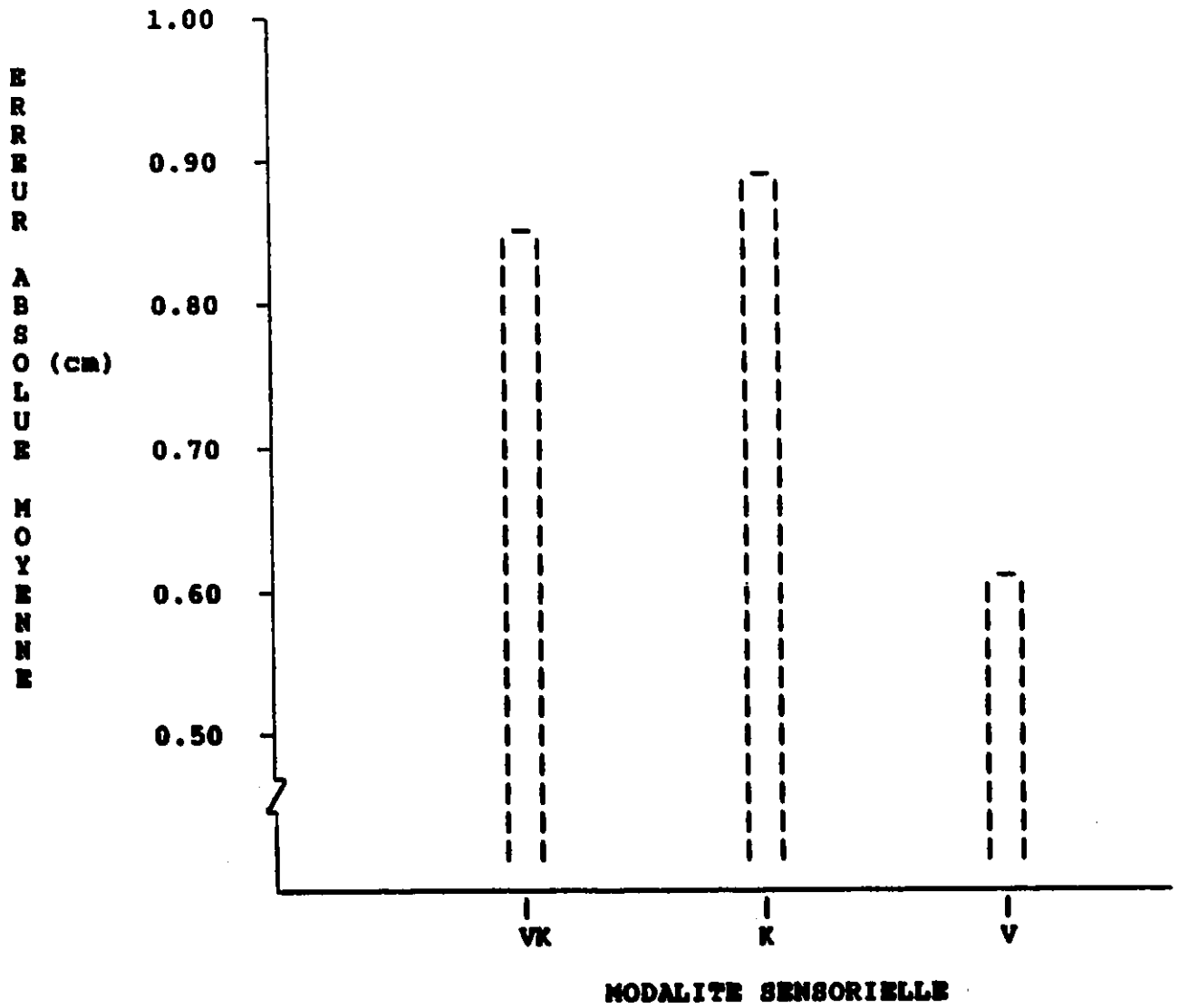


Figure 2: Effet de la modalité sensorielle sur l'erreur absolue moyenne en distance.

TABLEAU 4

RESULTATS DU TUKEY SUR LE NOMBRE D'ESSAIS DE PRATIQUE
POUR LES ERREURS ABSOLUES MOYENNES EN DISTANCE

ESSAI	10	20	30	40	50
moyenne	1.27	0.79	0.62	0.65	0.61
10	1.27	----	0.48**	0.65**	0.66**
20	0.79	----	0.17	0.14	0.18
30	0.62		----	0.03	0.01
40	0.65			----	0.04
50	0.61				----

** significatif à 0.01

Analyse de variance pour l'erreur de direction

Les variables démontrant des différences significatives lors de l'analyse MANOVA ont été soumises à une analyse de variance pour l'erreur absolue moyenne de direction (Tableau 5, p. 55). Elles indiquent des différences significatives au niveau de la modalité sensorielle ($F = 6.53, p < 0.01$) et du nombre d'essais de pratique ($F = 5.43, p < 0.01$).

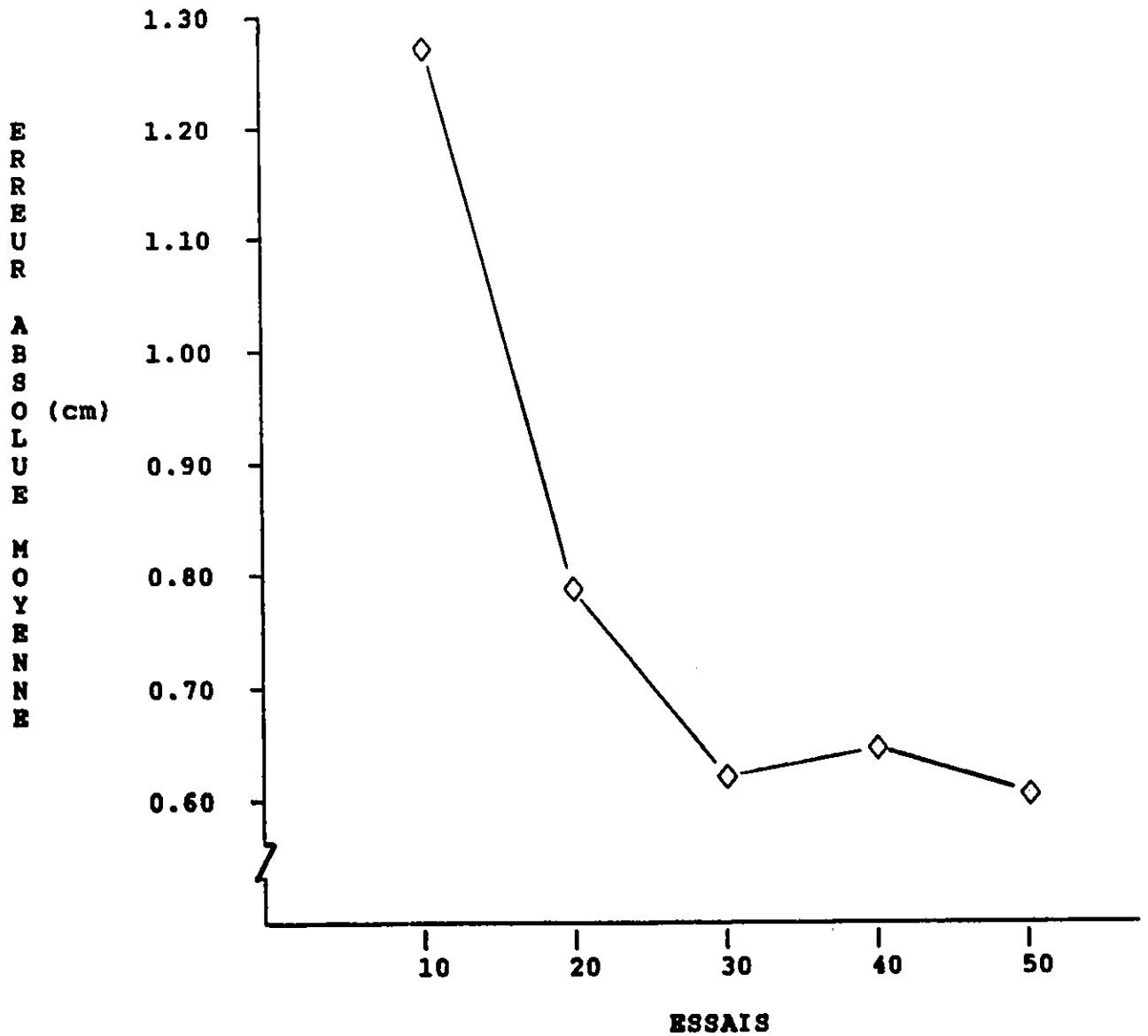


Figure 3: Effet du nombre d'essais de pratique sur l'erreur absolue moyenne en distance.

TABLEAU 5

RESULTATS DE L'ANALYSE DE VARIANCE POUR LES ERREURS
ABSOLUES MOYENNES EN DIRECTION

SOURCE	SOMME DES CARRÉS	DEGRE DE LIBERTÉ	ESTIMATION DE LA VARIANCE	F	PROBABILITE
Modalité	0.799	2	0.399	6.53	0.00
Erreur	3.544	58	0.061		
Essai	0.909	4	0.227	5.43	0.00
Erreur	4.854	116	0.042		

La technique de Tukey fut ensuite appliquée à ces deux variables. Pour la variable modalité sensorielle (Tableau 6, p. 56), les comparaisons ont dévoilé que seule l'erreur de direction en K (0.18 degré) était significativement supérieure à l'erreur de direction en VK (0.10 degré) (Figure 4, p. 57). Pour le nombre d'essais de pratique, une différence significative fut décelée entre E10 (0.20 degré) et E20 (0.14 degré), E30 (0.12 degré), E40 (0.13 degré) et E50 (0.11 degré) (Figure 5, p. 58). Les résultats du Tukey pour la variable essai apparaissent au Tableau 7 (p. 56).

TABLEAU 6

RESULTATS DU TUKEY SUR LA MODALITE SENSORIELLE POUR
LES ERREURS ABSOLUES MOYENNES EN DIRECTION

MODALITE moyenne		VK 0.10	K 0.18	V 0.13
VK	0.10	----	0.08**	0.03
K	0.18		----	0.05
V	0.13			----

** significatif à 0.01

TABLEAU 7

RESULTATS DU TUKEY SUR LE NOMBRE D'ESSAIS DE PRATIQUE
POUR LES ERREURS ABSOLUES MOYENNE EN DIRECTION

ESSAI moyenne		10 0.20	20 0.14	30 0.12	40 0.13	50 0.11
10	0.20	----	0.06*	0.08**	0.07*	0.09**
20	0.14		----	0.02	0.01	0.03
30	0.12			----	-0.01	0.01
40	0.13				----	0.02
50	0.11					----

* significatif à 0.05

** significatif à 0.01

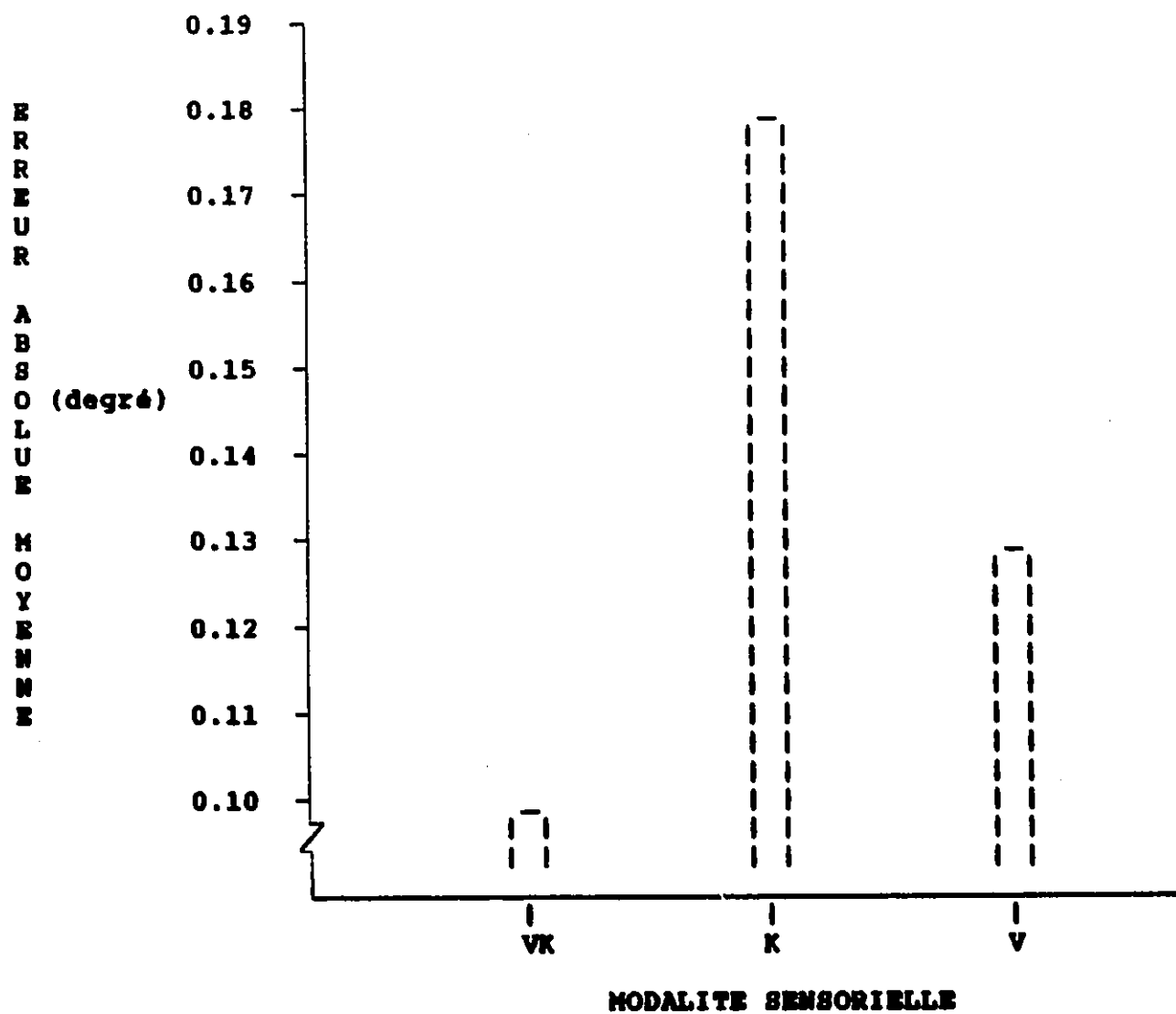


Figure 4: Effet de la modalité sensorielle sur l'erreur absolue moyenne en direction.

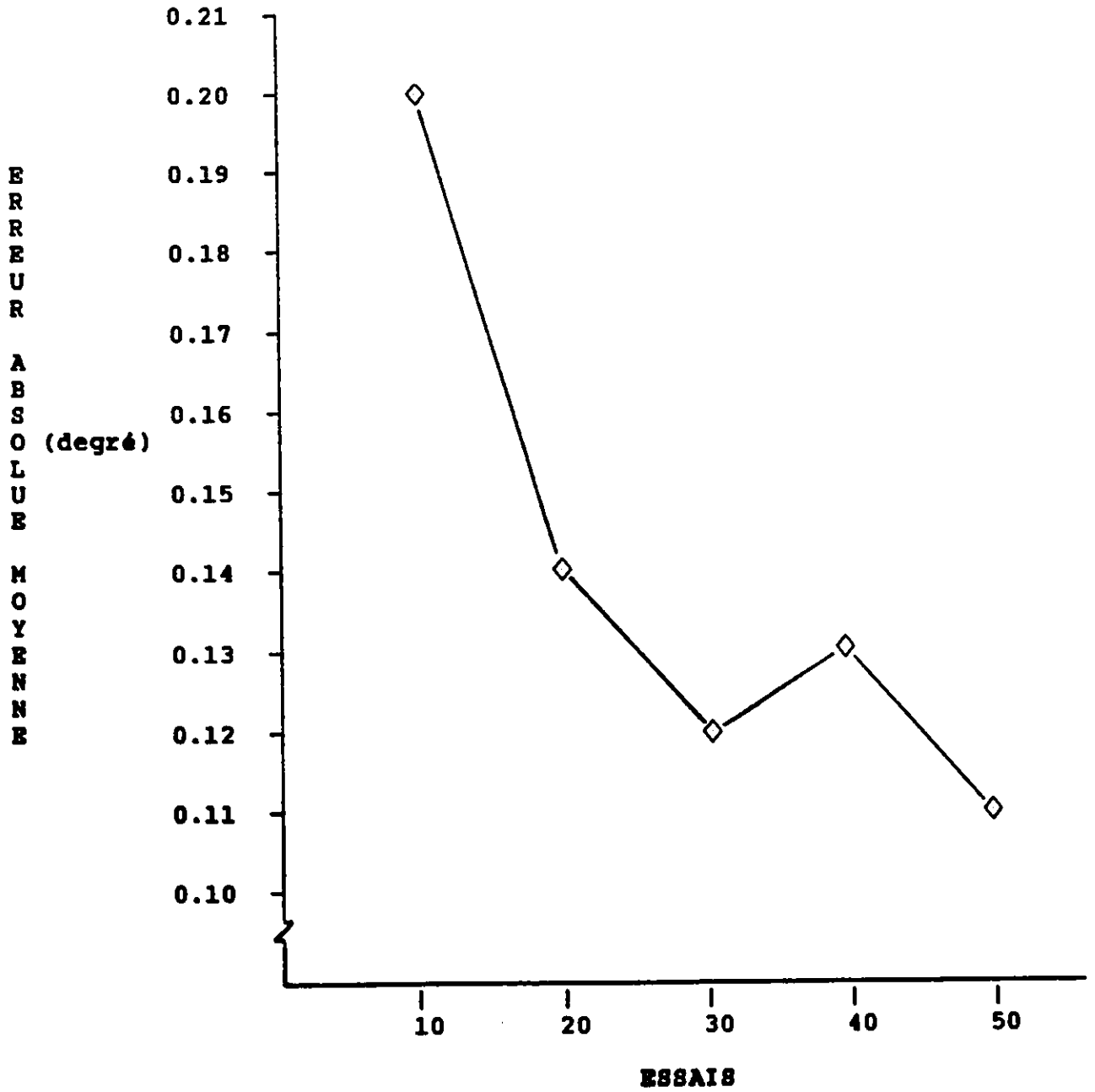


Figure 5: Effet du nombre d'essais de pratique sur l'erreur absolue moyenne en direction.

Résultats algébriques

Analyse de multivariance

Les résultats de l'analyse MANOVA (Tableau 8, p. 60), indiquent l'existence d'une différence significative entre les modalités sensorielles ($\lambda = 4.36$) et entre les séries de dix essais de pratique ($\lambda = 10.67$) avec une probabilité de 0.01. Aucune différence significative n'a été démontrée entre les deux modes de rappel. Ces résultats signalent aussi une différence significative pour l'interaction des variables modalité sensorielle par nombre d'essais de pratique ($\lambda = 1.83$, $p < 0.05$). Aucune autre différence significative n'a été décelée au niveau des autres interactions.

Analyse de variance pour l'erreur de distance

Une analyse de variance a été effectuée pour l'erreur de distance au niveau de la modalité sensorielle, du nombre d'essais de pratique, ainsi que de l'interaction de ces deux variables dépendantes. Les résultats de l'ANOVA (Tableau 9, p. 61) indiquent des différences significatives au niveau de la modalité sensorielle ($F = 8.98$, $p < 0.01$) et du nombre d'essais de pratique ($F = 23.83$, $p < 0.01$). Des différences significatives fut aussi notées pour l'inter-

action modalité x essai ($F = 3.06$) avec un niveau de probabilité de 0.01.

TABLEAU 8

**RESULTATS DE L'ANALYSE DE LA MULTIVARIANCE
POUR LES SCORES EN VALEUR ALGEBRIQUE**

SOURCE	DEGRE DE LIBERTE	ESTIMATION DE LA VARIANCE	λ	PROBALITE
Modalité(M)	114	0.752	4.36	0.002
Essai(E)	230	0.532	10.67	0.000
Rappel(R)	28	2.164	1.04	0.365
M x E	462	0.884	1.83	0.026
M x R	114	0.944	0.83	0.512
E x R	230	0.959	0.61	0.769
M x E x R	462	0.938	0.94	0.522

TABLEAU 9

RESULTATS DE L'ANALYSE DE VARIANCE POUR LES ERREURS
ALGEBRIQUES MOYENNES EN DISTANCE

SOURCE	SOMME DES CARRÉS	DEGRE DE LIBERTE	ESTIMATION DE LA VARIANCE	F	PROBABILITE
Modalité	46.211	2	23.106	8.98	0.00
Erreur	149.183	58	2.572		
Essai	75.545	4	19.136	23.83	0.00
Erreur	93.162	116	0.803		
M x E	19.426	8	2.428	3.06	0.00
Erreur	184.210	232	0.794		

Une analyse des effets simples a été entreprise pour l'interaction significative modalité sensorielle par nombre d'essais de pratique. Ces résultats figurent au Tableau 10 (p. 62). Ceux-ci indiquent des différences significatives en VK pour le nombre d'essais ($F = 7.72$, $p < 0.01$) et en K pour le nombre d'essais ($F = 23.52$, $p < 0.01$). En isolant les différents niveaux du nombre d'essais de pratique, des différences significatives ont été dénotées entre les modalités sensorielles pour E10 ($F = 6.44$), pour E30 ($F = 12.78$), et pour E40 ($F = 8.28$) avec un niveau de probabilité de 0.01 et pour E50 ($F = 4.40$, $p < 0.02$).

TABLEAU 10

RESULTATS DE L'ANALYSE DES EFFETS SIMPLES SUR
L'INTERACTION DE LA MODALITE SENSORIELLE PAR LE NOMBRE
D'ESSAIS POUR LES ERREURS ALGEBRIQUES MOYENNES EN DISTANCE

SOURCE	SOMME DES CARRES	DEGRE DE LIBERTE	ESTIMATION DE LA VARIANCE	F	PROBABILITE
E à VK	28.589	4	7.147	7.72	0.00
Erreur	107.432	116	0.926		
E à K	63.374	4	15.844	23.52	0.00
Erreur	78.144	116	0.674		
E à V	4.008	4	1.002	1.27	0.29
Erreur	91.797	116	0.791		
M à E10	30.538	2	15.269	6.44	0.00
Erreur	137.426	58	2.369		
M à E20	6.098	2	3.048	1.92	0.16
Erreur	91.851	58	1.584		
M à E30	13.115	2	6.558	12.78	0.00
Erreur	29.758	58	0.513		
M à E40	9.817	2	4.908	8.28	0.00
Erreur	34.383	58	0.593		
M à E50	6.071	2	3.035	4.40	0.02
Erreur	39.975	58	0.689		

Dans le but de localiser les différences au niveau des deux variables dépendantes, le test de Tukey fut appliqué à titre de procédure post-hoc. Des comparaisons effectuées

pour la modalité sensorielle, dont les résultats figurent au Tableau 11, il en est ressorti que la performance, mesurée par l'erreur algébrique moyenne de distance, des sujets était significativement moins précise en VK (-0.67 cm) qu'en V (-0.13 cm) et qu'en K (-0.29 cm) (Figure 6, p. 64). Pour le nombre d'essais, les comparaisons ont démontré que l'erreur algébrique moyenne en distance commise lors de E10 (-0.93 cm) était significativement plus grande que celle commise lors de E20 (-0.35 cm), de E30 (-0.22 cm), de E40 (-0.21 cm) et de E50 (-0.11 cm) (Figure 7, p.66). Ces résultats sont présentés au Tableau 12 (p. 65).

TABLEAU 11

**RESULTATS DU TUKEY SUR LA MODALITE SENSORIELLE POUR LES
ERREURS ALGEBRIQUES MOYENNES EN DISTANCE**

MODALITE moyenne		VK -0.67	K -0.29	V -0.13
VK	-0.67	----	0.38	0.54**
K	-0.29		----	0.16**
V	-0.13			----

** significatif à 0.01

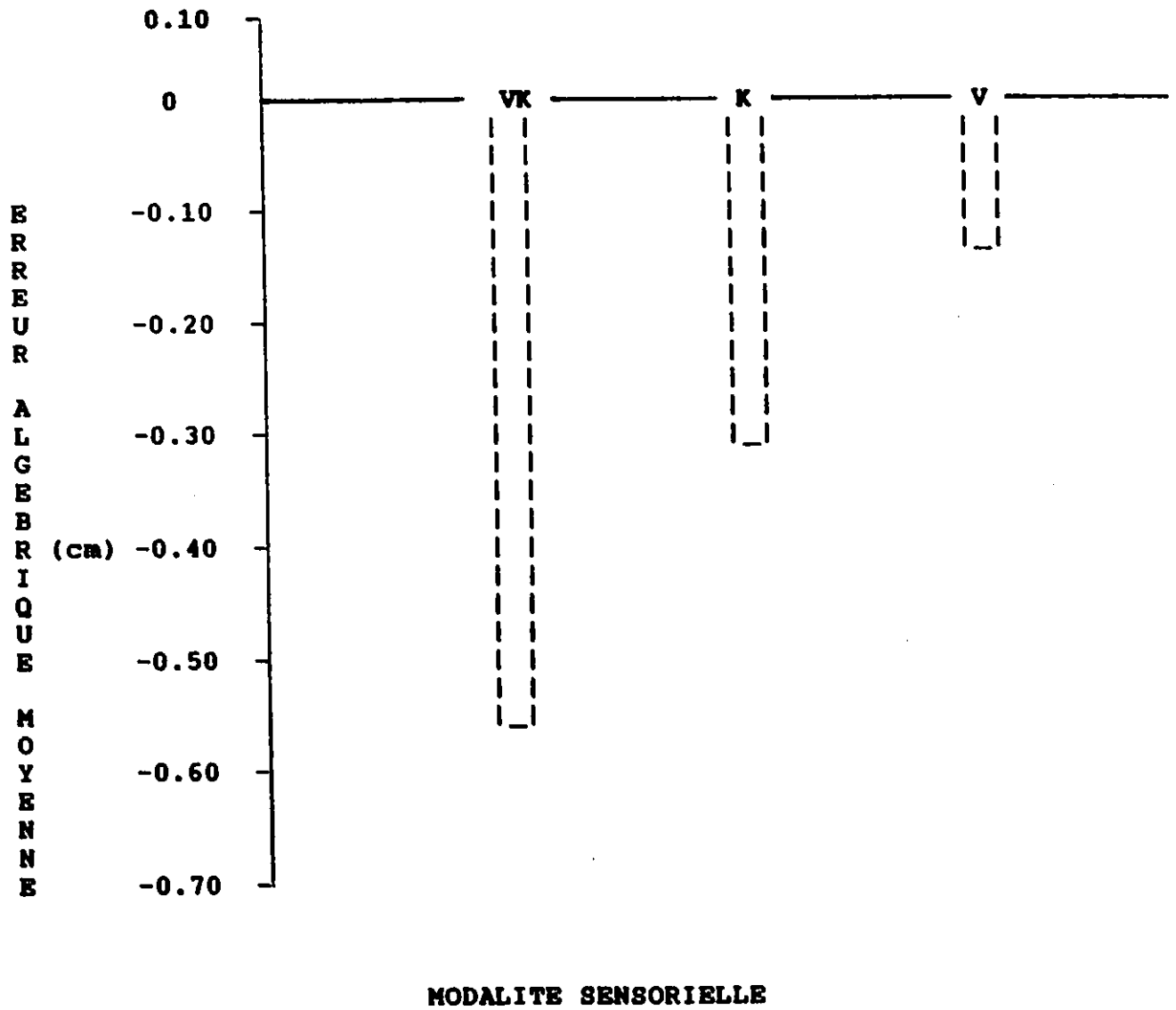


Figure 6: Effet de la modalité sensorielle sur l'erreur algébrique moyenne en distance.

TABLEAU 12

RESULTATS DU TUKEY SUR LE NOMBRE D'ESSAIS DE PRATIQUE
POUR LES ERREURS ALGEBRIQUES MOYENNES EN DISTANCE

ESSAI	10	20	30	40	50	
moyenne	-0.93	-0.35	-0.22	-0.21	-0.11	
10	-0.93	-----	0.58**	0.71**	0.72**	0.82**
20	-0.35	-----	0.13	0.14	0.24	
30	-0.22		-----	0.01	0.11	
40	-0.21			-----	0.10	
50	-0.11				-----	

** significatif à 0.01

Le test de Tukey fut aussi appliqué aux différences significatives de l'analyse des effets simples. De ces comparaisons, il en est ressorti qu'en VK, il y avait une différence significative entre l'erreur algébrique moyenne de distance commise à la première série d'essai (-1.26 cm) et la 2e série (-0.60 cm), la 3e série (-0.60 cm), la 4e série (-0.54 cm) et la 5e série (-0.35 cm); de même, en K, E10 (-1.17 cm) est significativement supérieure à E20 (-0.30 cm), à E30 (-0.03 cm), à E40 (-0.04 cm) et à E50 (0.09 cm). Les résultats pour le test de Tukey en VK se trouvent au Tableau 13 (p. 67) et ceux en K au Tableau 14 (p. 68).

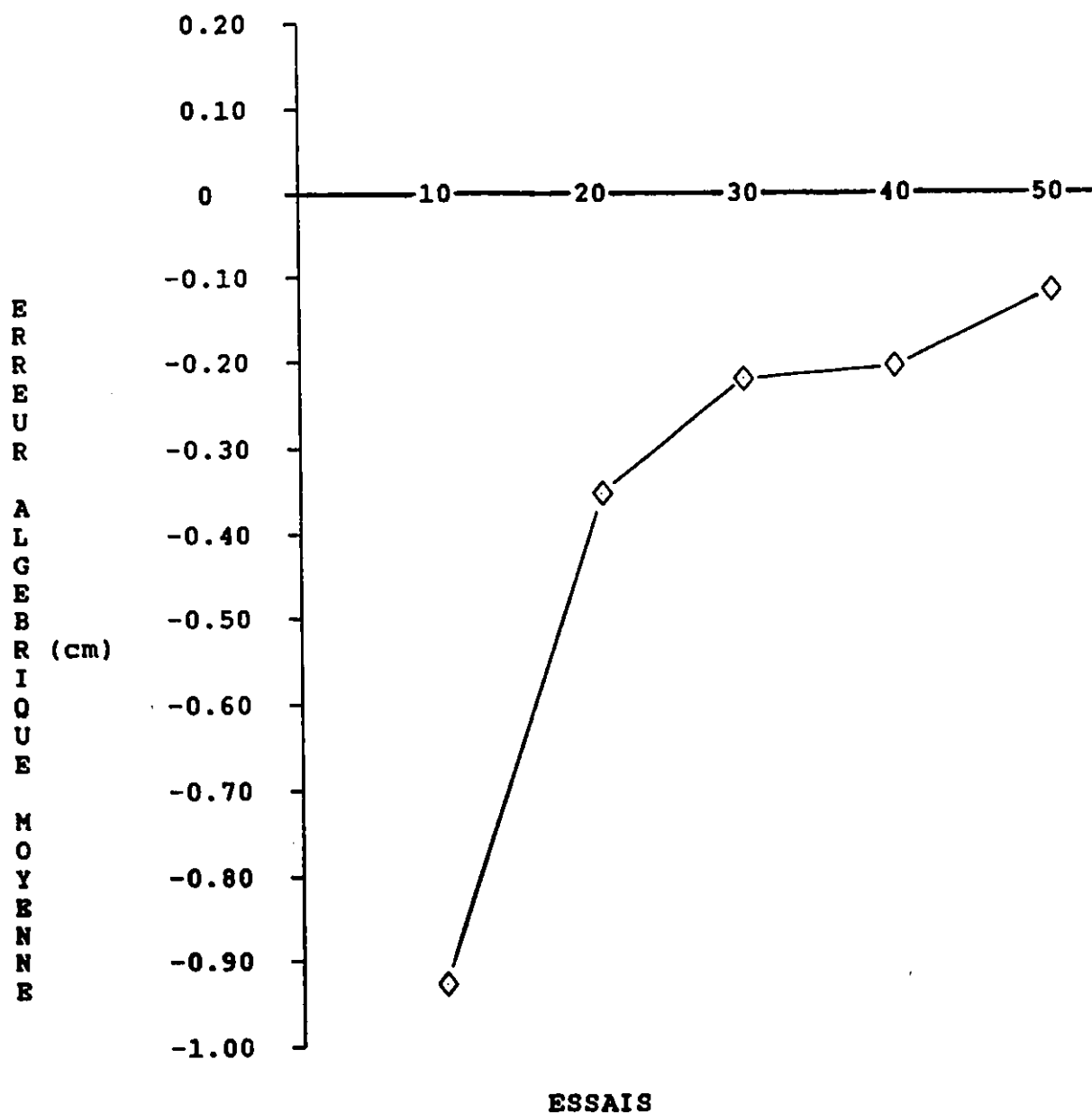


Figure 7: Effet du nombre d'essais de pratique sur l'erreur algébrique moyenne en distance.

TABLEAU 13

**RESULTATS DU TUKEY EN VK SUR LE NOMBRE D'ESSAIS DE PRATIQUE
POUR LES ERREURS ALGEBRIQUES MOYENNES EN DISTANCE**

ESSAI	10	20	30	40	50
moyenne	-1.26	-0.60	-0.60	-0.54	-0.35
10	-1.26	0.66**	0.66**	0.72**	0.91**
20	-0.60	-0.60	0.00	0.06	0.25
30	-0.60	-0.60	-0.60	0.06	0.25
40	-0.54	-0.54	-0.54	-0.54	0.19
50	-0.35	-0.35	-0.35	-0.35	-0.35

** significatif à 0.01

TABLEAU 14

RESULTATS DU TUKEY EN K SUR LE NOMBRE D'ESSAIS DE PRATIQUE
POUR LES ERREURS ALGEBRIQUES MOYENNES EN DISTANCE

ESSAI	10	20	30	40	50	
moyenne	-1.17	-0.30	-0.03	-0.04	0.09	
10	-1.17	----	0.87**	1.14**	1.13**	1.26**
20	-0.30	----	0.27	0.26	0.39	
30	-0.03		----	-0.01	0.12	
40	-0.04			----	0.13	
50	0.09				----	

** significatif à 0.01

En plus, la technique de Tukey appliquée aux résultats des effets simples a révélé que pour E10 (Tableau 15, p. 69), l'erreur algébrique moyenne de distance lorsque les sujets exécutaient en condition visuelle (-0.35 cm) était significativement plus petite qu'en VK (-1.26 cm) et qu'en K (-1.17 cm); et pour E30 (Tableau 16, p. 70), l'erreur de distance en VK (-0.60 cm) est plus grande que celle en V (-0.03 cm) et que celle en K (-0.03 cm). Aucune différence significative ne fut dénotée pour E40 et E50 malgré un rapport F significatif lors de l'analyse des effets simples. A la figure 8 (p. 71), le graphique de l'effet du nombre

d'essais de pratique sur l'erreur algébrique moyenne en distance pour les trois modalités est présenté. Ce graphique permet alors de visualiser l'interaction significative modalité sensorielle x nombre d'essais de pratique.

TABLEAU 15

**RESULTATS DU TUKEY AU NIVEAU DE E10 SUR LA MODALITE
POUR LES ERREURS ALGEBRIQUES MOYENNES EN DISTANCE**

MODALITE moyenne	VK -1.26	K -1.17	V -0.35
VK	-1.26	----	0.09
K	-1.17	----	0.82**
V	-0.35		----

** significatif à 0.01

TABLEAU 16

RESULTATS DU TUKEY AU NIVEAU DE E30 SUR LA MODALITE
POUR LES ERREURS ALGEBRIQUES MOYENNES EN DISTANCE

MODALITE moyenne	VK -0.60	K -0.03	V -0.03
VK	-0.60	-----	0.57*
K	-0.03	-----	0.00
V	-0.03		-----

* significatif à 0.05

Analyse de variance pour l'erreur de direction

Les variables démontrant des différences significatives lors du MANOVA ont été soumises à une analyse de variance pour l'erreur de direction. Ces résultats figurent au Tableau 17 (p. 72) et ils indiquent aucune différence significative.

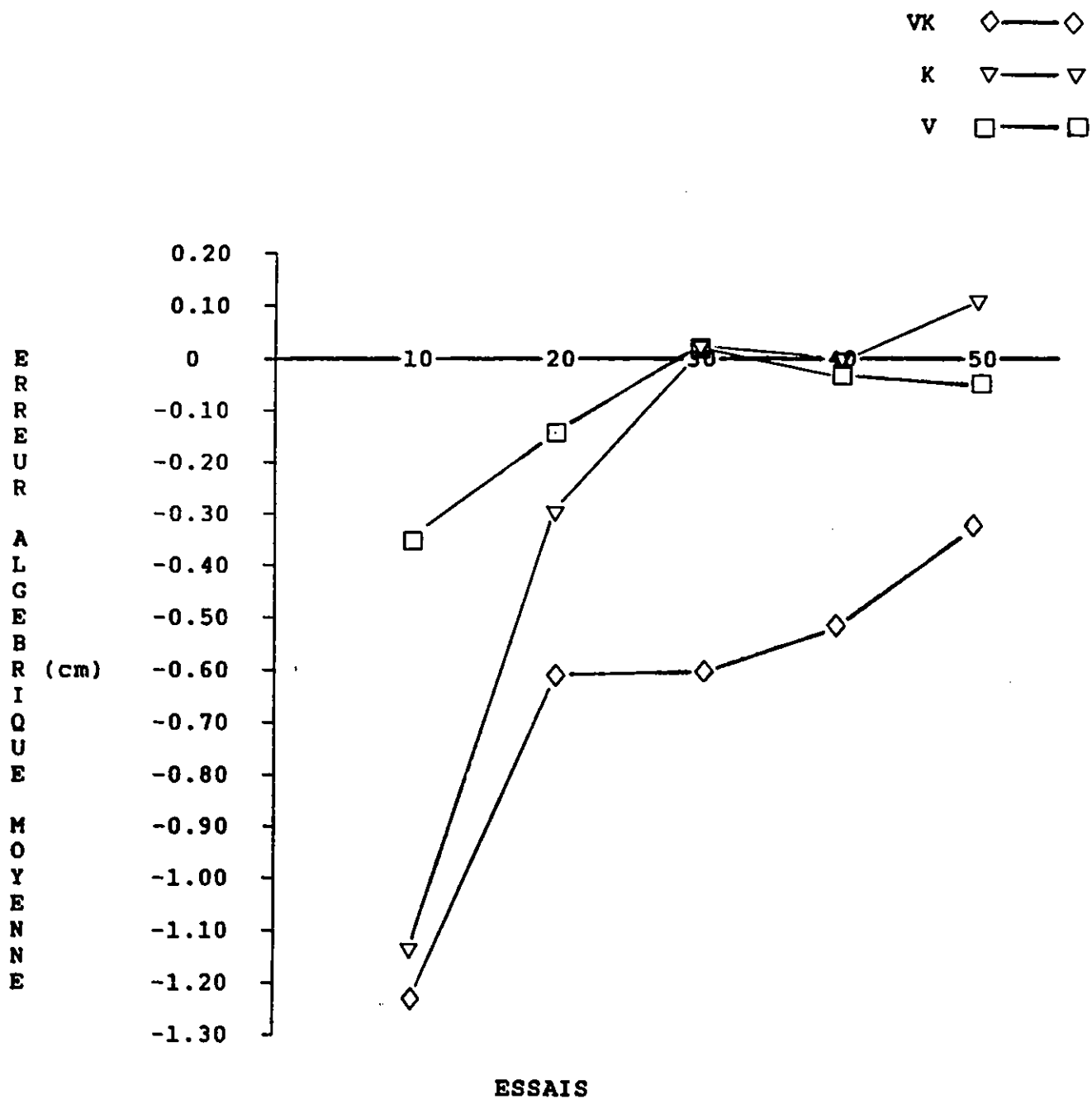


Figure 8: Effet du nombre d'essais de pratique sur l'erreur algébrique moyenne en distance pour les trois modalités.

TABLEAU 17

RESULTATS DE L'ANALYSE DE VARIANCE POUR LES ERREURS
ALGEBRIQUES MOYENNES EN DIRECTION

SOURCE	SOMME DES CARRÉS	DEGRE DE LIBERTE	ESTIMATION DE LA VARIANCE	F	PROBABILITE
Modalité	0.206	2	0.103	0.62	0.54
Erreur	9.650	58	0.166		
Essai	0.249	4	0.062	1.20	0.31
Erreur	5.990	116	0.052		
M x E	0.245	8	0.031	0.62	0.76
Erreur	11.429	232	0.049		

Résumé

En résumé, l'analyse statistique a démontré des différences significatives pour les facteurs de modalité sensorielle et du nombre d'essais de pratique pour les erreurs absolues moyennes en distance et en direction ainsi que pour les erreurs algébriques moyennes en distance. De plus, l'interaction modalité sensorielle x nombre d'essais de pratique pour les résultats en valeurs algébriques moyennes de distance a présenté des différences significatives.

Pour le nombre d'essais de pratique, il semble, selon le processus de Tukey, que cet effet significatif soit dû à une performance inférieure à E10 par rapport aux quatre autres séries d'essais. Pour la modalité sensorielle, le test de Tukey a décelé des résultats différents pour les diverses erreurs. Au niveau des erreurs absolues moyennes en distance, l'erreur commise en V est inférieure à celle en VK et en K, tandis que l'erreur algébrique moyenne en distance commise en VK est supérieure à celle en V et à celle en K. Pour l'erreur absolue moyenne de direction, la performance en K est inférieure à l'exécution en VK. En ce qui concerne l'interaction modalité sensorielle x nombre d'essais de pratique, il apparaît, d'après le test de Tukey, que les effets significatifs se situent entre E10 et les autres séries d'essais pour VK ainsi que pour K et de plus, qu'à E10 la performance en V est supérieure à celle en K et en VK tandis qu'à E30 l'erreur commise en VK est supérieure à celle en V et en K.

CHAPITRE V

Discussion des résultats

Introduction

La richesse et la structure du comportement humain ne peuvent être totalement comprises sans référence aux états et processus internes que chacun de nous reconnaît à l'intérieur de soi mais qui ne peuvent jamais être observés directement chez autrui. Il est donc justifié d'étudier la représentation spatiale d'un patron de mouvement complexe afin d'élargir notre champs de connaissance sur ces processus internes qui participent au contrôle précis d'une tâche motrice.

La représentation spatiale et l'imagerie mentale ont fait l'objet de maintes discussions et débats, surtout au niveau de leurs processus de médiation. Kolers(1983) affirme que la dualité entre les "imagistes" (Kosslyn et al., 1981) et les "structuralistes" (Pylyshyn, 1973) est dépassée et sans utilité. Il indique entre autre qu'il est beaucoup plus intéressant et informatif de déterminer les processus et les mécanismes sur lesquels l'imagerie et la représentation dépendent et d'élaborer l'utilisation que

l'on peut en faire.

L'interprétation et la discussion des résultats sera divisée en trois sections afin de répondre aux trois sous-problèmes de cette recherche, ce qui permettra de déterminer certaines caractéristiques importantes de la représentation spatiale.

Modalité sensorielle

Cette recherche tentait de déterminer si des deux modalités sensorielles, la vision et la kinesthésie, l'une produisait une représentation spatiale plus précise que l'autre. A la lumière de la littérature, il a été hypothésé que la vision, sans références externes, ainsi que la kinesthésie seront utilisées pour la reproduction verbale et visuelle de la représentation spatiale du patron de mouvement sans qu'il y ait domination d'une modalité sur une autre.

Les résultats en valeurs algébriques de la présente étude ont permis de vérifier la légitimité de cette hypothèse puisque la représentation spatiale produite dans la condition visuelle n'est pas différente de celle formée dans la condition kinesthésique. De plus, les résultats de direction en valeurs absolues confirment que les deux sources d'information, vision et kinesthésie, sont utilisées

pour reproduire la direction d'une représentation spatiale précise du patron de mouvement, sans qu'il y ait domination d'une modalité sur l'autre puisqu'il n'y a pas de différence entre la précision de la représentation spatiale produite à partir d'information visuelle et celle faite à partir d'information kinesthésique.

En ce qui a trait aux erreurs absolues de distance, il a été noté que la vision produisait une représentation spatiale significativement plus précise que la kinesthésie. En V, malgré toutes les démarches techniques entreprises pour plonger le sujet dans l'obscurité totale, celui-ci avait tout de même certaines références externes. En plus de voir les points formant le patron de mouvement, le sujet, grâce à l'accommodation visuelle à l'obscurité pouvait aussi distinguer les côtés du support métallique servant à maintenir les patrons en place, donc il pouvait s'y référer pour reproduire le patron de mouvement. En K, le sujet n'avait pas de références autres que celles fournies par les propriocepteurs car le bras droit du sujet était maintenu au dessus du patron de fibre de verre sans y toucher et il avait des lunettes noircies sur les yeux. Les indices visuels supplémentaires ont peut être causé cette augmentation de l'exactitude de la représentation spatiale comparativement à celle formée en kinesthésie sans références externes (Colley & Colley, 1981). Les résultats algébriques de distance n'ont cependant pas démontré que la

vision était supérieure à la kinesthésie, car il n'y avait pas de différences significatives entre la précision de la représentation spatiale formée en V et en K. Toutefois, si l'interaction modalité sensorielle par nombre d'essais de pratique en valeurs algébriques est examinée, une explication de la différence entre les résultats de distance en valeurs absolues et ceux en valeurs algébriques s'en dégage. A E10, la supériorité de V sur K est décelée, mais elle n'apparaît pas pour les quatre autres séries d'essais. De plus, pour la condition visuelle, il n'y a pas de différences significatives entre les séries d'essais de pratique, tandis qu'il y en a pour la condition kinesthésique. Ces différences se situent entre E10 et les quatre autres séries d'essais. Donc, en présence d'information visuelle, la représentation spatiale est établie avec précision dès la première série d'essais (10 essais) et aucune amélioration n'est notée avec des répétitions supplémentaires tandis qu'en présence d'information kinesthésique, la précision de la représentation spatiale augmente après 10 essais et ce stabilise à partir de 20 essais. La vision forme une représentation spatiale plus précise que celle formée par la kinesthésie suite à 10 essais de pratique, mais après 20 essais les représentations spatiales produites par ces deux sources d'information sont identiques. Ainsi, les indices visuels supplémentaires sont plus importants que l'information kinesthésique pour l'encodage de la distance

de la représentation spatiale au début de l'apprentissage qu'à la fin. En général, les résultats pour les erreurs de distance ne vérifient pas l'hypothèse de travail, mais ils appuyent les travaux affirmant que la vision domine sur la kinesthésie pour le rappel d'une tâche motrice (Adams et al., 1977; Colley & Colley, 1981; Freides, 1974).

Il ressort donc que les références externes ne sont utilisées que pour l'encodage de la distance de la représentation spatiale et non pour la direction de celle-ci. De plus, ces indices visuels supplémentaires sont utilisés principalement en début d'apprentissage, soit pour les 10 premiers essais de pratique.

Mode de rappel

La concordance entre les deux modes de rappel constituait l'essentiel du deuxième sous-problème de cette recherche. Il était hypothétisé qu'un changement dans la précision du mouvement de reproduction coïnciderait avec une variation directement proportionnelle de l'exactitude de la représentation spatiale du patron de mouvement. Pour vérifier l'hypothèse proposée, il faut s'attarder à l'interaction mode de rappel par nombre d'essais de pratique. Puisque l'effet de la pratique d'une tâche motrice est bien documenté et qu'il est généralement admis qu'elle engendre une amélioration du rappel (Adams & Dijkstra, 1966;

Drowatzky, 1981; Summers et al., 1981) alors il s'agit de déterminer si cet effet de la pratique est le même pour la représentation spatiale. Auparavant il est nécessaire de se pencher sur chacun de ces facteurs séparément pour permettre ensuite l'interprétation des résultats de l'interaction. Jusqu'à présent, d'après Attneave et Curlee (1983) aucune étude n'a évalué la précision de la représentation spatiale. Cette recherche a mesuré les deux modes de rappel selon les mêmes mesures objectives, alors il est possible de les comparer et de déterminer si un lien existe entre les deux. Les résultats ayant trait au mode de rappel déterminent que la reproduction physique est aussi précise que la représentation spatiale quant au rappel d'un patron de mouvement complexe puisque aucune différence significative ne fut notée entre ces deux types de rappel. Ce résultat ne permet pas la justification totale de l'hypothèse car il ne traite pas de la variation des erreurs mais il admet que les erreurs produites lors des mouvements de reproduction sont semblables à celles commises lors de la représentation spatiale. C'est donc dire que ce qui s'est produit au niveau de la performance lors de la reproduction physique ne diffère pas de ce qui s'est passé au niveau de l'exécution de la représentation spatiale. Il faut maintenant déterminer si une variation de l'exactitude des rappels s'est produite. Pour ce faire, il sera nécessaire de traiter le facteur essai. Tel que spécifié ci-haut, il est accepté

que la pratique engendre une amélioration du rappel d'une tâche motrice (Adams & Dijkstra, 1966; Drowatxky, 1981; Summers et al., 1981). De plus, certaines études ont démontré que la répétition améliorerait la représentation spatiale d'un objet (Blanc-Garin, 1974) ou d'une série de points (Laville et Pailhous, 1975). Les résultats de la présente recherche démontrent que le nombre d'essais de pratique a influencé la précision du rappel d'un patron de mouvement car le facteur essai présente des différences significatives pour les erreurs de distance (absolues et algébriques) et les erreurs absolues de direction. Tel que prédit par la littérature, la pratique a engendré une amélioration de la performance. Il faut présentement déterminer si cet effet du nombre d'essais de pratique s'applique indifféremment aux deux types de rappel. Pour ce faire il convient de traiter de l'interaction mode de rappel par nombre d'essais de pratique. Celle-ci ne présente pas de différences significatives. Alors, il semble donc possible d'en déduire que, dans la présente étude, les deux modes de rappel peuvent avoir été influencés de la même façon par la répétition. Cette correspondance de la performance lors des deux modes de rappel suggère un lien directement proportionnel entre ceux-ci tel que proposé par Bairstow et Laszlo (1980) lorsqu'ils ont affirmé qu'un lien existe fort probablement entre la précision du rappel et l'exactitude de la représentation spatiale d'une tâche motrice puisque la

représentation spatiale est traduite, par le sujet, en programmes moteurs utilisés pour la reproduction motrice de celle-ci. Paillard et Brouchon (1974) propose aussi ce lien entre la représentation spatiale et la reproduction physique d'une tâche car ils précisent que les informations utilisées pour encoder une activité motrice coordonnée sont référées à une carte spatiale interne nécessaire à l'élaboration des programmes complexes d'activités motrices.

Les résultats démontrent qu'une amélioration de la précision de la représentation spatiale, causée par un nombre croissant d'essais de pratique accompagne une amélioration du mouvement de reproduction. Puisque cette recherche tente d'élucider certaines questions se rattachant spécifiquement à la représentation spatiale d'une tâche motrice complexe, les résultats seront interprétés uniquement en fonction de celle-ci. Toutefois, puisqu'il n'y a pas de différence significative entre les résultats obtenus pour le mouvement de reproduction et la représentation spatiale, toutes les conclusions au sujet de cette dernière s'appliqueront aussi bien à la reproduction physique d'un patron de mouvement.

Nombre d'essais de pratique

Il est généralement accepté que la pratique active d'une tâche motrice engendre une amélioration de la justesse du mouvement de reproduction (Adams & Dijkstra, 1966; Drowatzky, 1981; Summers, et al., 1981). Certains auteurs ont démontré le même effet au niveau de la représentation spatiale (Bairstow & Laszlo, 1978b; Blanc-Garin, 1974; Laville & Pailhous, 1975). Ces travaux ont établi que la pratique améliore la représentation spatiale de formes ou de patrons mais ils n'ont pas traité de la représentation spatiale d'un patron de mouvement. Ainsi, le troisième sous-problème de cette étude était de déterminer l'effet de la répétition du patron de mouvement sur la précision de la représentation spatiale. L'hypothèse voulait donc que la répétition du patron de mouvement cause une amélioration de la précision de sa représentation spatiale et que cet effet soit le même que celui exercé lors de la reproduction physique du mouvement.

Une différence significative de la précision de la représentation spatiale a été notée entre les différentes séries d'essais de pratique pour les erreurs absolues en distance et en direction et pour les erreurs algébriques de distance. Le fait que la distance et la direction soient influencées de la même façon par la pratique parallèle les résultats obtenus pour le rappel physique de mouvements

linéaires simples (Laabs, 1973; Marteniuk, 1973). Les résultats démontrent que la répétition a engendré une amélioration de la précision de la représentation spatiale. Cette différence se situe entre la performance à E10 et la performance aux quatre autres séries d'essais. Ainsi, 20 répétitions du patron de mouvement produisent une représentation spatiale plus précise que seulement 10 répétitions mais aussi précise que 30 essais de pratique ou plus. Ces résultats concordent avec ceux obtenus par Adams et Dijkstra (1966) et ceux de Nadeau et Lortie (1978). Adams et Dijkstra (1966) ont trouvé que six essais de pratique n'influençaient pas le rappel d'une tâche motrice, tandis que 15 essais produisaient un rappel plus précis. Nadeau et Lortie (1978) de leur côté ont démontré que quatre répétitions n'étaient pas suffisantes pour produire un effet apparent de la pratique sur le rappel physique d'un mouvement simple. Il n'est pas possible d'affirmer avec certitude à ce moment si 50 répétitions du patron de mouvement produisent la représentation spatiale la plus précise possible. Pour cela, il aurait fallu faire exécuter un nombre beaucoup plus grand d'essais de pratique et observer l'effet sur la précision de la représentation spatiale.

Les effets du nombre de répétitions sur la précision de la représentation spatiale d'un patron de mouvement décrits ci-haut n'ont pas été notés pour les erreurs

algébriques de direction. Toutefois il ne faut pas dire qu'il n'y a pas eu d'effet du nombre de répétitions puisque les erreurs algébriques en direction étaient minimales après seulement 10 essais de pratique. Il était peut être impossible d'améliorer la précision de la représentation spatiale avec un nombre croissant de pratique vu la grande précision déjà atteinte après 10 essais. De plus, étant donné que l'effet de pratique fut démontré pour les erreurs absolues de direction mais pas pour les erreurs algébriques porte à croire que les sujets ne favorisaient pas une sous-estimation plus qu'une sur-estimation, mais procédaient plutôt de façon aléatoire lors du rappel produisant des erreurs algébriques moyennes minimales mais des erreurs absolues moyennes plus grandes, d'où l'importance d'analyser ces deux types d'erreurs. Il n'y a pas de distinction entre les résultats obtenus pour la distance en valeurs absolues et ceux en valeurs algébriques. Ainsi le degré de précision en distance n'est pas différent de l'erreur algébrique car les sujets sous-estimaient les distances du patron de mouvement de façon constante; contrairement, les erreurs en direction semblent produites au hasard sans favoriser une direction plus que l'autre.

De façon générale, la répétition d'un patron de mouvement engendre une amélioration de la précision de la représentation spatiale ce qui complémente la littérature car aucune étude précédente (Attneave et Curlee, 1983) n'a

traitée de la représentation spatiale d'une tâche motrice complexe. Ces résultats reflètent ceux trouvés pour des mouvements plus simples (Blanc-Garin, 1974; Laville & Pailhous, 1975). Il fut démontré que 10 essais de pratique produisaient une représentation spatiale moins précise que 20 répétitions ou plus. Aussi, il fut établi que la performance après 20 essais était la même qu'après 50 répétitions. Ce résultat vient ajouter à la littérature traitant de la représentation spatiale car les études précédentes n'ont pas procédé avec autant d'essais de pratique (Adams & Dijkstra, 1966; Blanc-Garin, 1974; Laville & Pailhous, 1975; Nadeau & Lortie, 1978).

CHAPITRE VI

Résumé, conclusion et recommandations

Résumé

Le but premier de cette recherche était de déterminer certaines caractéristiques importantes de la représentation spatiale d'un patron de mouvement complexe.

Trois hypothèses ont été formulées pour répondre à ce problème principal.

1) La vision, sans références externes, ainsi que la kinesthésie seront utilisées pour la reproduction verbale et visuelle précise de la représentation spatiale du patron de mouvement sans qu'il y ait domination d'une modalité sur une autre. Selon les études de Laszlo & Ward (1978) et de Salmoni et Sullivan (1976) ces deux modalités se complémenteraient.

2) Un changement dans la précision de la reproduction motrice du patron de mouvement coïncidera avec une variation directement proportionnelle de l'exactitude de la reproduction verbale et visuelle de sa représentation spatiale.

3) La répétition du patron de mouvement engendrera une augmentation significative de la précision de la

reproduction verbale et visuelle de la représentation spatiale. Cet effet sera semblable à celui qu'elle exerce sur la reproduction physique du patron de mouvement.

Trentes femmes droitières entre 18 et 27 ans ont été soumises à l'expérience. Elles devaient exécuter la tâche expérimentale sous trois conditions différentes de modalité sensorielle. En VK (visuo-kinesthésique), le sujet parcourait un stylos dans la rainure du patron de mouvement et en même temps il regardait les lumières correspondant aux points du mouvement critère s'allumer. En K (kinesthésique), le sujet, yeux bandés, circulait le stylos dans la rainure du patron de mouvement. En V (visuel), le sujet reposait son bras à l'extérieur de la surface d'enregistrement des patrons de mouvement et il regardait les lumières correspondant aux points du mouvement critère s'allumer une à la suite de l'autre. Pour chacune de ces trois conditions expérimentales, le sujet procédait à 50 essais de pratique, répartis en série de 10 répétitions. Suite à chacune des séries, il reproduisait verbalement et visuellement sa représentation spatiale du patron de mouvement et il exécutait aussi un mouvement de reproduction motrice.

La précision des patrons de mouvement reproduits a été mesurée en distance (cm) et en direction (degré). De plus, les erreurs absolues et algébriques ont été calculées. Une

analyse de multivariance ($3 \times 5 \times 2 \times 2$) à mesures répétées sur tous les facteurs a été effectuée pour les deux types d'erreur (modalité, série d'essais de pratique, mode de rappel, précision du rappel). Des analyses de variance séparées pour les erreurs de distance et de direction ont été effectuées en tant que procédure post hoc pour localiser les effets significatifs.

Ceux-ci ont été soumis aux procédures de Tukey (Kennedy, 1978) pour localiser la ou les différences significatives. En présence d'interaction des effets majeurs significatifs, une analyse des effets simples a été exécutée (Keppel, 1982) afin de déceler les différences significatives existantes. Celles-ci ont ensuite été soumises au test de Tukey (Kennedy, 1978) pour localiser les différences.

Les résultats en valeurs absolues démontrent des différences significatives pour la modalité sensorielle et le nombre d'essais de pratique pour les deux types d'erreur. Aucune autre différence significative n'a été notée. Pour la distance, la performance en V est supérieure à celle en K et à celle en VK; tandis que pour la direction, les sujets ont performé mieux en VK qu'en K. L'erreur commise à E10 est supérieure à E20, E30, E40 et E50, et ce pour les deux mesures de la précision.

Les résultats de distance en valeurs algébriques

démontrent des différences significatives pour la modalité sensorielle, le nombre d'essais de pratique ainsi que pour l'interaction de ces deux facteurs. La performance des sujets en V et en K est significativement supérieure à celle en VK. De plus, l'erreur de distance est plus grande à E10 qu'au niveau des quatre autres séries d'essais. Quant à l'interaction modalité sensorielle x nombre d'essais de pratique, l'infériorité de E10 par rapport aux autres séries d'essais est décelée en VK et en K, mais pas en V. Aussi, à E10, la performance en V est supérieure à celle en VK et à celle en K et à E30, c'est la performance en V et en K qui est supérieure à celle en VK. Aucune différence significative ne fut notée pour les résultats de direction en valeurs algébriques.

Conclusion

Par rapport à la première hypothèse, il a été noté que la vision et la kinesthésie contribuent toutes deux à la production d'une représentation spatiale précise. Pour la précision en direction, ces deux modalités se complètent tandis que pour l'exactitude en distance, l'information visuelle domine sur l'information kinesthésique.

Relativement à la deuxième hypothèse, il a été trouvé que les sujets formaient une représentation spatiale aussi

précise que la reproduction motrice du patron de mouvement pour toutes les séries d'essais. De plus, il a été démontré que la répétition du patron de mouvement cause une amélioration de la précision de la représentation spatiale parallèle à celle de la reproduction physique.

Au niveau de la troisième hypothèse, il a été remarqué que la répétition engendre une amélioration de la représentation spatiale. Plus précisément, cette amélioration se produit jusqu'à 20 essais de pratique, ensuite la performance demeure stable.

Recommandations

La structure de la présente étude a permis d'établir certaines caractéristiques de la représentation spatiale d'un patron de mouvement complexe et aussi d'éclaircir le lien entre celle-ci et la reproduction d'une tâche motrice. Toutefois, suite à la réalisation de cette expérience, quelques modifications sont suggérées si cette étude devait être reprise.

Premièrement, il est recommandé d'exécuter l'expérience dans une salle où il est possible d'éliminer toutes les sources possibles de lumière afin de s'assurer que le sujet ne reçoive pas de références externes dans la condition visuelle.

Deuxièmement, il est conseillé d'évaluer l'habileté d'imagerie au début de l'expérience pour examiner si elle a un effet sur la précision de la représentation spatiale du patron de mouvement, car il est accepté qu'elle influence le rappel d'une tâche motrice.

Finalement, il est suggéré de modifier les séries d'essais de pratique. Pour déterminer avec précision l'apport de chacune des sources d'information dans la formation d'une représentation spatiale au tout début d'un apprentissage, il est recommandé de l'évaluer après chaque essai pour les dix premiers essais. Ensuite, il est conseillé d'augmenter le nombre d'essais de pratique par série car il n'y a pas de différence entre la représentation spatiale formée après 20 essais et celle produite après 50 essais. De plus, un nombre supplémentaire de répétitions est favorable pour déterminer combien de pratique est nécessaire pour maîtriser cette tâche motrice.

BIBLIOGRAPHIE

1. Adams, J.A. (1968). Response feedback and learning. Psychological Bulletin, 70, 486-504.
2. Adams, J.A. (1977). Feedback theory of how joint receptors regulate the timing and positioning of a limb. Psychological Review, 84(6), 504-523.
3. Adams, J.A. & Dijkstra, S. (1966). Short-term memory for motor responses. Journal of Experimental Psychology, 71, 314-318.
4. Adams, J.A., Gopher, D. & Lintern, G. (1977). Effects of visual and proprioceptive feedback on motor learning. Journal of Motor Behavior, 9, 11-22.
5. Anderson, J.R. (1978). Arguments concerning representations for mental imagery. Psychological Review, 85(4), 249-277.
6. Anokhin, P.K. (1961). A new conception of the physiological architecture of conditioned reflex. In A. Fessard, R.W. Gerard & J. Konorski (Eds.), Brain Mechanisms and Learning (pp. 189-229). Oxford: Blackwell Scientific Publications.
7. Attneave, F. & Benson, B. (1969). Spatial coding of tactual stimulation. Journal of Experimental Psychology, 81(2), 216-222.
8. Attneave, F. & Curlee, T.E. (1983). Locational representation in imagery: A moving task, Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 9(1), 20-30.
9. Backman, M.E. (1972). Patterns of mental abilities: Ethnic, socioeconomic, and sex differences. Research Journal, 9, 1-12.
10. Bairstow, P.J. & Laszlo, J.I. (1978a). Perception of movement patterns: Recall of movement. Perceptual and Motor Skills, 47, 287-305.

11. Bairstow, P.J. & Laszlo, J.I. (1978b). Perception of movement patterns. Recognition from visual arrays of distorted patterns. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 30, 311-317.
12. Bairstow, P.J. & Laszlo, J.I. (1979a). Perception of movement patterns: Tracking of movement. Journal of Motor Behavior, 11(1), 35-48.
13. Bairstow, P.J. & Laszlo, J.I. (1979b). Perception of size of movement patterns. Journal of Motor Behavior, 11(3), 167-178.
14. Bairstow, P.J. & Laszlo, J.I. (1980). Motor commands and the perception of movement patterns. Journal of Experimental Psychology, 6(1), 1-12.
15. Bairstow, P.J. & Laszlo, J.I. (1982). Complex movement patterns: Learning retention and sources of error in recall. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 34A, 183-197.
16. Bartlett, F.C. (1967). Remembering. Cambridge: Cambridge University Press.
17. Begelman, D.A. (1971). Imagery as a dependent variable. American Psychologist, 26, 599-600.
18. Bizzi, E. (1980). Central and peripheral mechanisms in motor control. In G.E. Selmach & J. Requin (Eds.), Tutorials in Motor Behavior (pp. 131-143). New York: North-Holland Publishing Co.
19. Bizzi, E., Polit, A. & Morasso, P. (1976). Mechanisms underlying achievement of final head position, Journal of Neurophysiology, 39, 435-444.
20. Blanc-Garin, J. (1974). Recherches récentes sur les images mentales: Leur rôle dans les processus de traitement perceptif et cognitif. Année Psychologique, 74, 533-564.
21. Blanc-Garin, J. (1976a). Appréhension des relations spatiales et lésions cérébrales chez l'homme. Année Psychologique, 76, 515-540.
22. Blanc-Garin, J. (1976b). Motricité et représentations spatiales. Cahier de Psychologie, 19, 239-249.
23. Boucher, J.L., Denis, S. & Landriault, J. (1985). Effects of ageing on visuo-motor coordination. Journal of Human Movement Studies, 11, 325-337.

24. Bower, G.H. (1972). Mental imagery and associative learning. In L. Gregg (Ed.), Cognition in Learning and Memory (pp. 51-88). New York: John Wiley & Sons.
25. Bugelski, B.R. (1973). Imagery and affect in motor skills. In W.C. Schwank (Ed.), The Winning Edge. AAHPER.
26. Burgess, P.R., Jen, W.M., Clark, F.J. & Simon, J. (1982). Signaling of kinesthetic information by peripheral sensory receptors. Annual Review of Neuroscience, 5, 171-187.
27. Burwitz, L. (1974). Short term motor memory as a function of feedback and interpolated activity. Journal of Experimental Psychology, 102, 338-340.
28. Chevalier-Girard, N. & Wilberg, R.B. (1981). The effect of image and label on free recall of organized movement lists. In N. Block (Ed.), Imagery (pp. 109-116). Massachusetts: The MIT Press.
29. Cleghorn, T.E. & Darcus, D.H. (1952). The sensibility to passive movement of the human elbow joint. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 4, 66-77.
30. Colley, A. & Colley, M. (1981). Reproduction of end-location and distance of movement in early and later blinded subjects. Journal of Motor Behavior, 13(2), 102-109.
31. Colley, A. & Fossey, J. (1986). Reproduction of complex movements: The effects of the presence of vision during encoding or at recall. British Journal of Psychology, 77, 75-84.
32. Colley, A. & Pritchard, S. (1984). Reproduction of complex two-dimensional movements as a function of mode of presentation. British Journal of Psychology, 75, 267-273.
33. Connolly, K. & Jones, B. (1970). A developmental study of afferent-reafferent integration. British Journal of Psychology, 61(2), 259-266.
34. Cooper, L.A. & Shepard, R.N. (1973). Chronometric studies of the rotation of mental images. In W.G. Chase (Ed.), Visual Information Processing (pp. 75-176). New York: Academic Press.

35. Craske, B. & Crawshaw, M. (1975). Shifts in kinaesthesia through time and after active and passive movement. Perceptual and Motor Skills, 40, 755-761.
36. Delin, P.S. (1969). The learning to criterion of a serial list with and without mnemonic instructions. Psychonomic Science, 16, 169-170.
37. Denis, M. & Dubois, D. (1976). La représentation cognitive: Quelques modèles récents. Année Psychologique, 76, 541-562.
38. Diewert, G.L. (1975). Retention and coding in motor short term memory. Journal of Motor Behavior, 7, 183-190.
39. Diewert, G.L. (1976). The role of vision and kinaesthesia in coding of two dimensional movement information. Journal of Human Movement Studies, 3, 191-198.
40. Diewert, G.L. & Stelmach, G.E. (1977). Intramodal and intermodal transfer of movement information. Acta Psychologica, 41, 119-128.
41. Diewert, G.L. & Stelmach, G.E. (1978). Perceptual organization in motor learning. In G.E. Stelmach (Ed.), Information Processing in Motor Control and Learning (pp. 241-265). New York: Academic Press.
42. Douriez, M. (1969). De la reproduction à la représentation des déplacements du corps propre, Psychologie Française, 14(4), 375-391.
43. Droege, R.C. (1967). Sex differences in aptitude maturation during high school. Journal of Counselling Psychology, 14, 407-411.
44. Drowatzky, J.N. (1981). Motor Learning: Principles and Practices. Minneapolis: Burgess Publishing Co.
45. Epstein, M.L. (1980). The relationship of mental imagery and mental rehearsal to performance of a motor task. Journal of Sport Psychology, 2, 211-220.
46. Epstein, W. (1977). Stability and Constancy in Visual Perception: Mechanisms and Processes. New York: John Wiley & Sons.

47. Ernest, C.H. & Paivio, A. (1971). Imagery and sex differences in incidental recall. British Journal of Psychology, 62, 67-72.
48. Finke, R.A. & Kosslyn, S.M. (1980). Mental imagery acuity in the peripheral visual field. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 6(1), 126-139.
49. Fleishman, E.A. & Rich, S. (1963). Role of kinaesthetic and spatial-visual abilities in perceptual-motor learning. Journal of Experimental Psychology, 66(1), 6-11.
50. Freeman, R.B.Jr. (1975). A psychophysical metric for visual perception. In A.T. Welford & L. Houssiadas (Eds.), Contemporary Problems in Perception (pp. 73-81). London: Taylor & Francis Ltd.
51. Freides, D. (1974). Cross-modal functions, information complexity, memory and deficit. Psychological Bulletin, 81(5), 284-310.
52. Gelfan, S. & Carter, S. (1967). Muscle sense in man. Experimental Neurology, 18, 469-473.
53. Gibson, J.J. (1958). Visually controlled locomotion and visual orientation in animals. British Journal of Psychology, 49, 182-194.
54. Gibson, J.J. (1979). The Ecological Approach to Visual Perception. Boston: Houghton-Mifflin.
55. Goodwin, G.M., McCloskey, D.I. & Matthews, P.B.C. (1972). The contribution of muscle afferents of kinaesthesia as shown by vibration induced illusions of movement and by the effects of paralyzing joint afferents. Brain, 95, 705-748.
56. Greenwald, A.G. (1970). Sensory feedback mechanisms in performance control: With special reference to the ideo-motor mechanism. Psychological Review, 77(2), 73-99.
57. Gregory, R.L. (1974). Concepts and Mechanisms of Perception. New York: Charles Scribner's Sons.
58. Grigg, P. (1975). Mechanical factors influencing response of joint afferent neurons from cat knee. Journal of Neurophysiology, 38, 1473-1484.

59. Hall, C.R. (1980). Imagery for movement. Journal of Human Movement Studies, 6, 252-264.
60. Harris, L.J. (1981). Sex-related variations in spatial skill. In L.S. Liben, A.H. Patterson & N. Newcombe (Eds.), Spatial Representation and Behavior Across the Life Span (pp. 83-125). New York: Academic Press.
61. Hart, R.A. & Moore, G.T. (1973). The development of spatial cognition: A review. In R. Downs & D. Stea (Eds.), Image and Environment (pp. 246-288). Chicago: Adline Publishing Co.
62. Hatwell, Y., Osiek, C. & Jeanneret, V. (1973). L'exploration perceptive d'un ensemble d'objets chez l'enfant et chez l'adulte. Année Psychologique, 73, 419-441.
63. Hay, L., Brouchon-Viton, M. & Rabattu, M. (1976). L'ajustement visuo-moteur chez l'homme. Recherche de certains facteurs critiques du mouvement. Le Travail Humain, 39(1), 53-62.
64. Hein, A. & Jeannerod, M. (Eds.). (1983). Spatially Oriented Behavior. New York: Springer-Verlag.
65. Housner, L. & Hoffman, S.J. (1981). Imagery ability in recall of distance and location information. Journal of Motor Behavior, 13(3), 207-223.
66. Hyde, J.S., Geiringer, E.R. & Yen, W.M. (1975). On the empirical relation between spatial ability and sex differences in other aspects of cognitive performance. Multivariate Behavior Research, 10, 289-310.
67. Jansen, J.K.S. & Rudjord, T. (1964). On the silent period and Golgi tendon organs of the soleus muscle of the cat. Acta Psychologica Scandinavica, 62, 95-96.
68. Jones, B. (1972). Outflow and inflow in movement duplication. Perception and Psychophysics, 12, 95-96.
69. Jones, B. (1982). The development of intermodal coordination and motor control. In J.A.S. Kelso & J.A. Clark (Eds.), The Development of Movement Control and Coordination (pp. 95-109). New York: John Wiley & Sons Ltd.

70. Jones, B. & Connolly, K. (1970). Memory effects in cross-modal matching. British Journal of Psychology, 61(2), 267-270.
71. Keele, S.W. & Eills, J.G. (1972). Memory characteristics of kinaesthetic information. Journal of Motor Behavior, 4, 127-134.
72. Kelso, J.A.S. (1977). Motor control mechanisms underlying human movement reproduction. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 3(4), 529-543.
73. Kennedy, J.J. (1978). An Introduction to the Design and Analysis of Experiments in Education and Psychology. Washington: University Press of America.
74. Keppel, G. (1982). Design and Analysis: A Researcher's Handbook. New Jersey: Prentice-Hall Inc.
75. Kleinman, M. (1983). The Acquisition of Motor Skill. New Jersey: Princeton Book Company.
76. Kohl, R.M. & Roenker, D.L. (1980). Bilateral transfer as a function of mental imagery. Journal of Motor Behavior, 12(3), 197-206.
77. Kolers, P.A. (1983). Perception and Representation. Annual Review of Psychology, 34, 129-166.
78. Konorski, J. (1967). Integrative Activity of the Brain. Chicago: The University of Chicago Press.
79. Kosslyn, S.M. (1980). Image and Mind. London: Harvard University Press.
80. Kosslyn, S.M. (1981). Medium and message in mental imagery. In N. Block (Ed.), Imagery (pp.207-244). Massachusetts: The MIT Press.
81. Kosslyn, S.M., Pinker, S., Smith, G.E. & Shwartz, S.P. (1981). On the demystification of mental imagery. In N. Block (Ed.), Imagery (pp.131-150). Massachusetts: The MIT Press.
82. Kozlowski, L.T. & Bryant, K.J. (1977). Sense of direction, spatial orientation and cognitive maps. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 3(4), 590-598.

83. Laabs, G.J. (1973). Retention characteristics of different reproduction cues in motor short-term memory. Journal of Experimental Psychology, 100, 168-177.
84. Laabs, G.J. (1974). The effect of interpolated motor activity on the short-term retention of movement distance and location. Journal of Motor Behavior, 6, 279-288.
85. Larish, D.D. & Stelmach, G.E. (1982). Preprogramming, programming and reprogramming of aimed hand movements as a function of age. Journal of Motor Behavior, 14(4), 322-340.
86. Laszlo, J.I. & Bairstow, P.J. (1971). Accuracy of movement, peripheral feedback and efference copy. Journal of Motor Behavior, 3(3), 241-252.
87. Laszlo, J.I. & Ward, G.R. (1978). Vision, proprioception and corollary discharge in a movement recall test. Acta Psychologica, 42, 477-493.
88. Lee, W.A. & Kelso, J.A.S. (1979). Properties of slow adapting joint receptors do not readily predict perception of limb position. Journal of Human Movement Studies, 5, 171-181.
89. Liben, L.S. (1981). Spatial representation and behavior: Multiple perspectives. In L.S. Liben, A.H. Patterson & N. Newcombe (Eds.), Spatial Representation and Behavior Across the Life Span (pp. 4-36). New York: Academic Press.
90. Lockhart, R.S. (1980). Levels of processing and motor memory. In P. Klavoras & J. Flowers (Eds.), Motor Learning and Biomechanical Factors in Sport (pp. 34-40). Toronto: CSPLSP.
91. Mani, K. & Johnson-Laird, P.N. (1982). The mental representation of spatial descriptions. Memory & Cognition, 10(2), 181-187.
92. McFarland, K. & Anderson, J. (1980). Factor stability of Edinburg handedness inventory as a function of test-retest performance, age, sex. British Journal of Psychology, 71, 135-142.
93. Marks, D.F. (1973). Visual imagery in the recall of pictures. British Journal of Psychology, 64, 17-24.

94. Marteniuk, R.G. (1976). Cognitive information processes in motor short-term memory and movement production. In G.E. Stelmach (Ed.), Motor Control: Issues and Trends (pp. 175-185). New York: Academic Press.
95. Marteniuk, R.G. (1978). The role of eye and head positions in slow movement execution. In G.E. Stelmach (Ed.), Information Processing in Motor Control and Learning (pp. 241-265). New York: Academic Press.
96. Marteniuk, R.G. & Roy, E.A. (1972). The codability of kinesthetic location and distance information. Acta Psychologica, 36, 371-379.
97. Marteniuk, R.G., Shields, K.W. & Campbell, S. (1972). Amplitude, position, timing and velocity as cues in reproduction of movement. Perceptual and Motor Skills, 35, 51-58.
98. Matthews, B.H.C. (1933). Nerve endings in mammalian muscles, Journal of Physiology, 78, 1-53.
99. Matthews, P.B.C. (1982). Where does Sherrington's "muscular sense" originate? Muscles, joints, corollary discharges. Annual Review of Neuroscience, 5, 189-218.
100. Morasso, P. (1981). Spatial control of arm movements. Experimental Brain Research, 42, 223-227.
101. Morehouse, C.A. & Stull, G.A. (1975). Statistical Principles and Procedures with Applications for Physical Education. Philadelphia: Lea & Febiger.
102. Nadeau, C.H. & Lortie, J.Y. (1978). La manipulation d'indices kinesthésiques et tactiles lors d'une tâche de reproduction de mouvement. Canadian Journal of Psychology, 32, 32-39.
103. Newell, K. & Barclay, C. (1982). Developing knowledge about action. In J.A.S. Kelso & J.A. Clark (Eds.), The Development of Movement Control and Coordination (pp. 175-212). New York: John Wiley & Sons Ltd.
104. Normand, M.C., Lagassé, P.P., Rouillard, C.A. & Tremblay, L.E. (1982). Modifications occurring in motor programs during learning of a complex task in man. Brain Research, 241, 87-93.

105. O'Connor, N. & Hermelin, B. (1975). Modality specific spatial coordinates. Perception and Psychophysics, 17(2), 213-216.
106. Oldfield, R.C. (1971) The assessment of analysis of handedness: The Edinburg inventory. Neuropsychologica, 9, 97-113.
107. Pailhous, J. (1975). Influence de la modalit  visuelle sur l'élaboration cognitive de relations spatiales. Psychologie Francaise, 20(1-2), 17-23.
108. Paillard, J. (1973). Proprioception musculaire et sens de la position. Archives Italiennes de Biologie, 3, 451-461.
109. Paillard, J. & Brouchon, M. (1968). Active and passive movement in the calibration of position sens. In S.J. Freedman (Ed.), The Neuropsychology of Spatially Oriented Behavior (pp. 37-55). Homewood, Illinois: Dorsey.
110. Paillard, J. & Brouchon, M. (1974). A proprioceptive contribution to the spatial encoding of position cues for ballistic movements. Brain Research, 71, 273-284.
111. Paivio, A. (1971). Imagery and Verbal Processes. New York: Holt, Rinehart & Winston.
112. Paivio, A. (1978). A dual coding approach to perception and cognition. In H.L., Jr. Pick & E. Saltzman (Eds.), Modes of Perceiving and Processing Information (pp. 39-51). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
113. Pavard, B. & Berthoz A. (1976). Perception du mouvement et orientation spatiale. Le Travail Humain, 39(2), 207-226.
114. Peterson, L.R., Rawlings, L. & Cohen, C. (1977). The internal construction of spatial patterns. In G.H. Bower (Ed.), The Psychology of Learning and Motivation (pp. 245-276). San Francisco: Academic Press.
115. Piaget, J. & Inhelder, B. (1966). L'Image Mentale chez l'Enfant. Paris: Presses Universitaires de France.
116. Pinker, S. & Kosslyn, S. (1983). Theories of mental imagery. In A. Sheikh (Ed.), Imagery. Current

- Theory, Research and Application (pp. 43-71). New York, John Wiley & Sons Ltd.
117. Posner, M.I. (1967a). Characteristics of visual and kinesthetic memory codes. Journal of Experimental Psychology, 75, 103-107.
 118. Posner, M.I. (1967b). Short-term memory systems in human information processing. Acta Psychologica, 27, 267-284.
 119. Pylyshyn, Z.W. (1973). What the mind's eye tells the mind's brain: A critique of mental imagery. Psychological Bulletin, 80(1), 1-24.
 120. Reeve, T.G. & Paivio, A. (1971). Imagery and sex differences in incidental recall. British Journal of Psychology, 62, 67-72.
 121. Richardson, A. (1967). A review and discussion. Part 1. Research Quarterly, 38, 95-107.
 122. Richardson, A. (1969). Mental Imagery. New York: Springer Publishing Co.
 123. Rummel, R.M. (1974). Electrographic analysis of patterns used to reproduce muscular tension. Research Quarterly, 45(1), 64-71.
 124. Russell, D.G. (1976). Spatial location cues and movement production. In G.E. Stelmach (Ed.), Motor Control: Issues and Trends (pp. 67-83). New York: Academic Press.
 125. Ryan, E.D. & Simons, J. (1981). Cognitive demand, imagery and frequency of mental rehearsal as factors influencing acquisition of motor skills. Journal of Sport Psychology, 3, 35-45.
 126. Ryan, E.D. & Simons, J. (1982). Efficacy of mental imagery in enhancing rehearsal of motor skills, Journal of Sport Psychology, 4, 41-51.
 127. Sage, G.H. (1977). Introduction to Motor Behavior: A Neuropsychological Approach. Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Co.
 128. Salmoni, A.W. & Sullivan, J. (1976). The inter-sensory integration of vision and kinesthesia for distance and location cues. Journal of Human Movement Studies, 2, 225-232.

129. Schmidt, R.A. (1975). A schema theory of discrete motor skill learning. Psychological Review, 82, 225-260.
130. Schmidt, R.A. (1982). Motor Control and Learning. Illinois: Human Kinetics Publishers.
131. Shea, J.B. Effects of labelling on motor short-term memory. Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory, 3, 92-99.
132. Sheehan, P.W. (1966). Functional similarity of imaging to perceiving: Individual differences in vividness of imagery. Perceptual and Motor Skills, 23, 1011-1033.
133. Shepard, R.N. (1978). The mental image. American Psychologist, 34, 125-136.
134. Sherrington, C.S. (1906). On the proprioceptive system, especially in its reflex aspect. Brain, 29, 467-482.
135. Simon, H.A. (1976). The information-storage system called "Human Memory". In M.R. Rosenweig & E.L. Bennett (Eds.), Neural Mechanisms of Learning and Memory (pp. 79-96). Massachusetts: The MIT Press.
136. Skoglund, S. (1956). Anatomical and physiological studies of knee joint innervation in the cat. Acta Physiologica Scandinavica, 36(Suppl. 124), 1-101.
137. Skoglund, S. (1973). Joint receptors and kinesthesia. In A. Iggo (Ed.), Handbook of Sensory Physiology. New York: Springer.
138. Smith, W.M. (1975). Visually-guided behavior and behaviourally-guided vision. In A.T. Welford & L. Houssiadis (Eds.), Contemporary Problems in Perception (pp. 119-128). London: Taylor & Francis Ltd.
139. Stallings, L.M. (1980). Motor Learning from Theory to Practice. St-Louis: The C.V. Mosby Co.
140. Stauffer, E.K. & Stephens J.A. (1975). The tendon organs of cat soleus, static sensitivity to active force. Experimental Brain Research, 23, 279-292.

141. Suinn, R.M. (1983). Imagery and sports. In A. Sheikh (Ed.), Imagery. Current Theory, Research and Application (pp. 507-534). New York: John Wiley & Sons Ltd.
142. Summers, J.J. (1975). The role of timing in motor program representation. Journal of Motor Behavior, 7(4), 229-241.
143. Summers, J.J., Levey, A.J. & Wrigley, W.J. (1981). The role of planning and efference in the recall of location and distance cues in short-term motor memory. Journal of Motor Behavior, 13(2), 65-76.
144. Teuber, H. (1960). Perception. In J. Fields (Ed.), Handbook of Physiology: Neurophysiology (Vol. III). Washington, D.C.: American Physiological Society.
145. Walsh, W.D. Russell, D.G. & Imanaka, K. (1980). Memory for movement: Interaction of location and distance cues and imagery ability. Acta Psychologica, 44, 117-130.
146. Weber, R.J. & Malstrom, M. (1979). Measuring the size of mental images. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 5(1), 1-12.
147. White, K., Sheehan, P.W. & Ashton, R. (1977). Imagery assessment: A survey of self-report measures. Journal of Mental Imagery, 1, 145-170.
148. Williams, I.D. & Rainham, C. (1980). The control of finger movements as shown by reducing muscle spindle and joint information. In P. Klavoras & J. Flowers (Eds.), Motor Learning and Biomechanical Factors in Sport (pp. 165-189). Toronto: CSPLSP.
149. Winer, B.J. (1971). Statistical Principles in Experimental Design. New York: McGraw-Hill.
150. Yuille, J.C. (1981). The crisis in theories of mental imagery. In N. Block (Ed.), Imagery (pp. 263-284). Massachusetts: The MIT Press.

APPENDICES

APPENDICE 1

TEST MODIFIE DE LATERALITE DE EDINBURGH

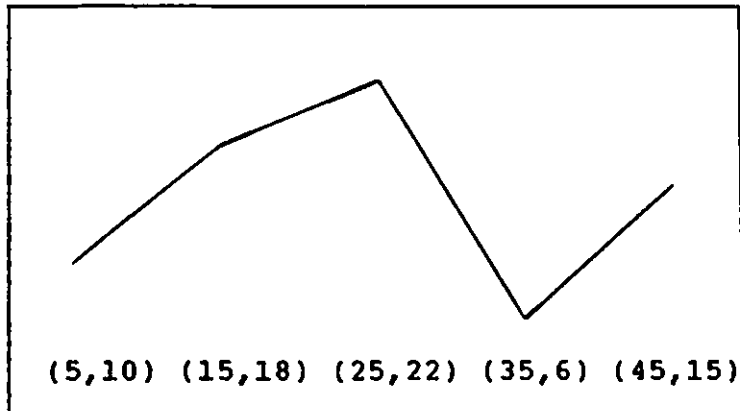
Nom: _____

Veillez cocher la case appropriée. Placez un "+" dans une des deux colonnes si vous préférez faire l'action de cette main, deux "++" dans la colonne si vous exécutez toujours l'action de cette main, et un "+" dans les deux colonnes s'il vous est indifférent de qu'elle main vous faites l'action.

	DROITE	GAUCHE
1- ECRIRE	_____	_____
2- DESSINER	_____	_____
3- LANCER	_____	_____
4- SE BROSSER LES DENTS	_____	_____
5- CUILLERE	_____	_____
6- ALLUMER UNE ALLUMETTE	_____	_____
7- OUVRIR UN POT	_____	_____

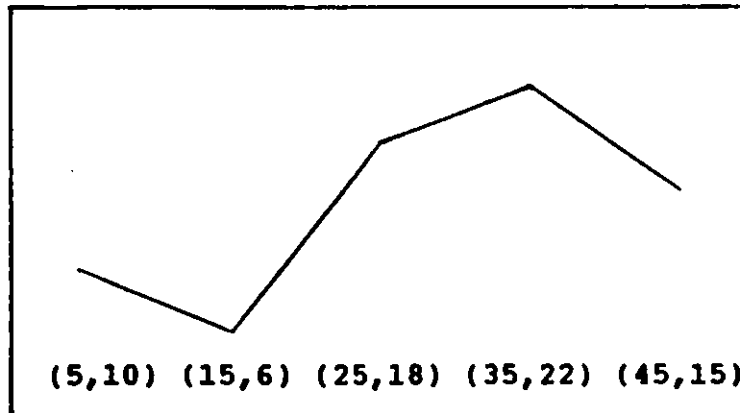
APPENDICE 2

PATRONS DE MOUVEMENTS CRITERES

PATRON 1

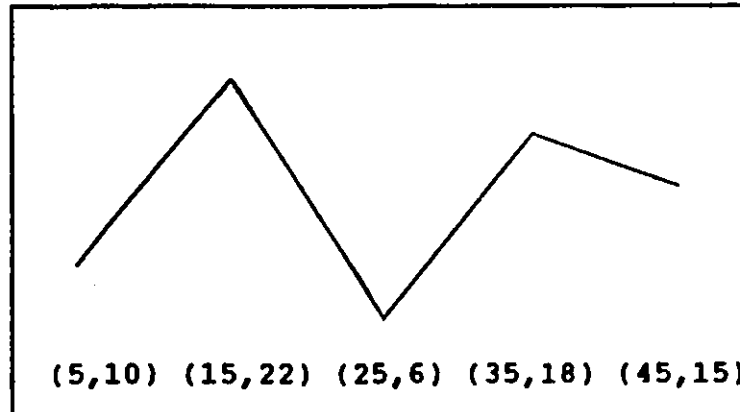
Point de départ

Point final

PATRON 2

Point de départ

Point final

PATRON 3

Point de départ

Point final

Légende: 1 cm -- 5 cm.

APPENDICE 3

Université d'Ottawa
Département de Kinanthropologie
Laboratoire d'apprentissage psycho-moteur

Consentement pour Projet de Recherche

La nature et le but de la présente étude m'ont été clairement expliqués. Je réalise que cette expérience à laquelle je serai soumis(e) est destinée à établir le lien entre la représentation spatiale et la reproduction physique d'une tâche motrice.

J'ai été informé(e) des diverses méthodes qui seront utilisées dans ce projet. On m'a aussi expliqué que l'évaluation ne consiste que d'une séance d'environ une heure. On m'a également informé qu'aucune rémunération n'est rattaché à ma participation et qu'en tout temps, il sera possible de me retirer de cette étude.

Par la présente, je consens à participer à cette étude et autorise le chercheur dont le nom apparaît ci-dessous ainsi que les membres de l'équipe d'évaluation psychomotrice à me soumettre à l'étude identifiée ci-dessous.

Projet de Recherche: Lien entre la représentation spatiale et la reproduction physique d'une tâche motrice.

Chercheur: Suzanne Denis

Participant(e): _____

Date: _____

APPENDICE 4

ORDRE DE PRESENTATION
DES ESSAIS DU MOUVEMENT CRITERE ET DES RAPPELS DE CELUI-CI

ORDRE A

ORDRE B

Séquence 1Séquence 1

10 mouvements critères

10 mouvements critères

1 représentation spatiale

1 reproduction physique

1 mouvement critère

1 mouvement critère

1 reproduction physique

1 représentation spatiale

Séquence 2Séquence 2

10 mouvements critères

10 mouvements critères

1 reproduction physique

1 représentation spatiale

1 mouvement critère

1 mouvement critère

1 représentation spatiale

1 reproduction physique

Répéter ces deux séquences en ordre jusqu'à
concurrence de 5 séquences

APPENDICE 5

ORDRE DES CONDITIONS EXPERIMENTALES

SUJET	PATRON-CONDITION	PATRON-CONDITION	PATRON-CONDITION
1.	1-K	2-V	3-VK
2.	2-V	3-VK	1-K
3.	1-V	2-VK	3-K
4.	2-K	3-V	1-VK
5.	3-V	1-VK	2-K
6.	2-VK	3-K	1-V
7.	3-K	1-V	2-VK
8.	1-VK	2-K	3-V
9.	3-VK	1-K	2-V
10.	2-K	3-V	1-VK
11.	2-VK	3-K	1-V
12.	2-V	3-VK	1-K
13.	3-V	1-VK	2-K
14.	3-VK	1-K	2-V
15.	1-VK	2-K	3-V
16.	3-K	1-V	2-VK
17.	1-K	2-V	3-VK
18.	1-V	2-VK	3-K
19.	2-V	3-VK	1-K

SUJET	PATRON-CONDITION	PATRON-CONDITION	PATRON-CONDITION
20.	1-VK	2-K	3-V
21.	3-K	1-V	2-VK
22.	2-VK	3-K	1-V
23.	1-V	2-VK	3-K
24.	3-V	1-VK	2-K
25.	3-VK	1-K	2-V
26.	2-K	3-V	1-VK
27.	1-K	2-V	3-VK
28.	3-V	1-VK	2-K
29.	3-VK	1-K	2-V
30.	1-VK	2-K	3-V

APPENDICE 6

SCORE DES 30 SUJETS POUR LE
TEST MODIFIE DE LATERALITE DE EDINBURGH

Sujets	Nombre de "+" pour la droite	Nombre de "+" au total	Score
1	13	14	92.9
2	14	14	100
3	14	14	100
4	14	14	100
5	14	14	100
6	9	12	75.0
7	13	14	92.9
8	14	14	100
9	14	14	100
10	14	14	100
11	14	14	100
12	14	14	100
13	14	14	100
14	14	14	100
15	11	12	91.7
16	11	13	84.6
17	14	14	100
18	14	14	100
19	14	14	100
20	11	14	78.6
21	14	14	100
22	14	14	100
23	14	14	100
24	14	14	100
25	13	14	92.9
26	14	14	100
27	11	13	84.6
28	14	14	100
29	13	14	92.9
30	11	14	78.6

APPENDICE 7

PROCEDURE EXPERIMENTALE

1. Le sujet remplissait un formulaire de consentement.
2. Le sujet répondait à une version modifiée du test d'Edinburgh (Oldfield, 1971).
3. Le sujet s'asseyait dans la chaise et les lunettes noircies étaient placées sur sa tête.
4. La hauteur de la chaise était ajustée pour que les cuisses du sujet touchent le dessous de la table.
5. La ceinture de la chaise était attachée.
6. La position du sujet était ajustée pour que le corps du sujet soit centré avec le point de départ des patrons de mouvement.
7. L'expérimentateur indiquait au sujet de tenir le stylos entre le pouce et l'index.
8. La tâche expérimentale était expliquée au sujet.
9. L'expérimentateur indiquait la condition expérimentale en cours.
10. En VK et en K, les lunettes noircies étaient placées sur les yeux du sujet et le patron de fibre de verre était mis en place sur le support métallique.
11. Les lumières de la salle étaient éteintes.
12. Le stylos était placé au dessus du point de départ.
13. En VK et en K, le sujet prenait le stylos tandis qu'en V l'expérimentateur le tenait.
14. En VK, les lunettes noircies étaient enlevées des yeux du sujet.
15. En VK et en K, le sujet faisait parcourir le stylos dans la rainure du patron et il exerçait une pression sur le stylos à chacun des cinq points du patron. En V, l'expérimentateur circulait le stylos le long de la trajectoire du patron en appuyant au dessus des lumières allumées

représentant chaque point.

16. L'expérimentateur prenait le stylos du point final et le replaçait au point de départ.
17. Les étapes 13 à 16 étaient répétées neuf fois.
18. Les lunettes noircies étaient placées sur les yeux du sujet.
19. L'expérimentateur enlevait le patron de fibre de verre et indiquait au sujet lequel des deux types de rappel était exigé en premier selon l'ordre établi précédemment.
20. En reproduction physique, le sujet prenait le stylos, appuyait dessus au niveau du point de départ et le déplaçait pour reproduire le patron de mouvement en s'assurant d'appuyer sur le stylos à chacun des cinq points du patron.
21. En représentation spatiale, le sujet indiquait verbalement l'emplacement des points du patron de mouvement. Il précisait la direction et le nombre de lumières qui séparaient deux points et l'expérimentateur procédait à faire déplacer la lumières selon les consignes du sujet. Il n'y avait pas de limite quand au nombre de déplacements nécessaires pour localiser les différents points du patron. Une fois l'emplacement établi, l'expérimentateur plaçait le stylos au dessus de la lumière et appuyait pour enregistrer les coordonnées du point choisi.
22. Le sujet répétait une seule fois les étapes 10 à 16.
23. Le sujet exécutait un essai de l'autre type de rappel, étapes 18 à 22.
24. Toute la séquence était répétée 4 fois (étapes 10 à 24), en alternant l'ordre des essais de rappel tel qu'indiqué à l'Appendice 4.
25. Reprendre les étapes 9 à 25 pour les deux autres conditions expérimentales.
26. Un imprimé par ordinateur des résultats était remis à chaque sujet.



UNIVERSITÉ D'OTTAWA
UNIVERSITY OF OTTAWA