



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.

Previously copyrighted materials (journal articles, published tests, etc.) are not filmed.

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

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.

Les documents qui font déjà l'objet d'un droit d'auteur (articles de revue, tests publiés, etc.) ne sont pas microfilmés.

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

PERCEPTION SPATIALE CHEZ L'AVEUGLE

Une étude de l'évolution des erreurs en direction,
en distance et en localisation dans une épreuve
de pointage en boucle ouverte

par Marcel Antoine Martin

(H.B.P.H.E., Université Laurentienne, 1982

Thèse présentée à l'École des Études Supérieures
et de la Recherche de l'Université d'Ottawa
en vue de l'obtention de la Maîtrise ès Science
en Kinanthropologie

Ottawa, Ontario, Canada, 1988



Marcel Antoine Martin, Ottawa, Canada, 1988.

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 0-315-46812-2



UNIVERSITÉ D'OTTAWA
UNIVERSITY OF OTTAWA

RESUME

Cette étude a pour but d'examiner le rôle de l'information visuelle ou kinesthésique dans la précision d'un geste de pointage bidimensionnel évalué en direction, en distance et en localisation chez l'aveugle. Un total de 136 sujets divisés en quatre groupes [aveugles de naissance (AC), aveugles accidentels (AA), voyants contrôles (K) et voyants expérimentaux (V)], ont participé à cette expérience. Chacun des individus appartenant aux groupes AC, AA, et K, ont effectué douze gestes de pointage utilisant une source afférentielle kinesthésique lors de l'encodage du geste de pointage. Quant aux individus appartenant au groupe V, ils ont utilisé une source visuelle d'afférence pour l'encodage de leurs mouvements. Cependant, les quatre groupes ont dû exécuter l'essai de rappel de l'emplacement du point cible qu'en présence d'informations kinesthésiques. Les moyennes algébriques, absolues et de variance, obtenues en direction, en distance et en localisation, ont toutes trois été individuellement soumises à une analyse de variance (ANOVA). Celles-ci ont révélé que des différences significatives existaient entre les différents

groupes au niveau des erreurs algébriques en distance et en localisation, d'une part, et des erreurs de variance en localisation, d'autre part. Aucune différence significative ne fut observée pour les erreurs absolues. Les résultats de l'ANOVA faites sur les moyennes algébriques, ont aussi révélé qu'un voyant (groupe K) qui n'a pas accès à de l'information visuelle lors de l'encodage d'un mouvement de pointage, fait significativement plus d'erreurs en distance que lorsque mis en présence de celle-ci (groupe V). Finalement, une plus grande variabilité dans la précision de la reproduction en localisation d'une cible a été observée entre le groupe AC et deux autres groupes (AA et V). A partir de ces résultats, il a donc été conclu que le système afférentiel kinesthésique pourrait représenter une source d'information suffisante pour l'aveugle lors de l'encodage en direction, en distance et en localisation d'un geste de pointage. Il a aussi été inféré qu'une certaine expérience visuelle permet de réduire significativement la variabilité dans la reproduction du geste.

DEDICACE

Je désire dédier cette thèse à ma chère épouse
Ines qui a su être patiente et m'encouragea tout au
long des six dernières années.

TABLE DES MATIERES

| | Pages |
|------------------------------|-------|
| RESUME | ii |
| DEDICACE | iv |
| TABLE DES MATIERES | v |
| LISTE DES TABLEAUX | ix |
| LISTE DES FIGURES | x |

CHAPITRES

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUCTION | 1 |
| LE PROBLEME | 1 |
| FONDEMENTS THEORIQUE ET EMPIRIQUE DU PROBLEME | 5 |
| Information kinesthésique et son importance sur la perception du mouvement | 12 |
| Information visuelle et son importance sur la perception du mouvement | 20 |
| Informations kinesthésique et visuelle et leur importance sur la perception | 24 |
| Vision, kinesthésie et la perception de la localisation et de la distance d'un mouvement | 27 |

| | |
|--|----|
| Encodage de la composante directionnelle d'un mouvement | 30 |
| LE MOUVEMENT: PERCEPTION UNIMODALE OU INTERMODALE | 31 |
| Vision, kinesthésie: supports d'un système unimodale | 32 |
| Evidence d'un système unimodal | 33 |
| Evidence d'un système intermodale | 47 |
| Intégration des informations sensorielles | 50 |
| L'AVEUGLE ET LA PERCEPTION SPATIALE | 56 |
| Deux théories | 58 |
| L'aveugle comparé au voyant | 60 |
| L'aveugle congénital comparé à l'aveugle accidentel | 62 |
| ENONCE DU PROBLEME | 65 |
| HYPOTHESES | 65 |
| IMPORTANCE ET ORIGINALITE DE L'ETUDE | 67 |
| DEFINITION DES TERMES | 67 |
| 2. METHODOLOGIE | 70 |
| Sujets | 71 |
| TACHE EXPERIMENTALE | 72 |
| Justification de la tâche | 72 |
| La tâche | 77 |

| | |
|--|-----|
| APPAREIL EXPERIMENTAL | 77 |
| Surface de pointage | 78 |
| Eclisse de métal avec aiguille | 80 |
| PROCEDURE EXPERIMENTALE. | 82 |
| PROTOCOLE EXPERIMENTAL | 82 |
| CALCUL DE L'ERREUR | 86 |
| PROCEDURE STATISTIQUE | 92 |
| 3. RESULTATS | 93 |
| Erreur de direction | 95 |
| Erreur de distance | 95 |
| Erreur de localisation | 96 |
| 4. DISCUSSION | 99 |
| Erreur de direction | 99 |
| Erreur de distance | 109 |
| Erreur de localisation | 117 |
| 5. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS | 122 |
| REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES | 125 |
| APPENDICE A | 161 |

| | |
|--|-----|
| A1. Tableau des Moyennes des Erreurs Directionnelles (degré) Obtenues par les Quatre Groupes | 162 |
|--|-----|

| | |
|--|-----|
| A2. Tableau des Moyennes des Erreurs en distance (Cm.) Obtenues par les Quatre Groupes | 163 |
| A3. Tableau des Moyennes des Erreurs en Localisation (Cm.) Obtenues par les Quatre Groupes | 164 |
| APPENDICE B | 165 |
| B1. Tableau de Description de la Population | 166 |

LISTE DES TABLEAUX

| | Pages |
|---|-------|
| 1 . Résultats Significatifs des Analyses de Variance (ANOVA) | 94 |

LISTE DES FIGURES

| Figures | Pages |
|--|-------|
| 1. Dispositif expérimental - Localisation de la cible | 78 |
| 2. Dispositif expérimental - Surface de pointage - Boîte en bois | 79 |
| 3. Dispositif expérimental - Surface de pointage | 79 |
| 4. Dispositif expérimental - Boîte en bois . | 80 |
| 5. Dispositif expérimental - Surface de pointage - Zone de départ | 81 |
| 6. Dispositif expérimental - Eclisse de métal munie d'une aiguille fixée à l'index droit | 81 |
| 7. Moyennes des erreurs algébriques en distance | 96 |
| 8. Moyennes des erreurs algébriques en localisation | 97 |
| 9. Moyennes des erreurs de variance en localisation | 98 |

CHAPITRE I

Le Problème

Lors des premières années de son enfance, l'être humain doit apprendre à s'orienter afin de pouvoir se rendre d'un point à un autre, en déplaçant soit un segment de son corps, ou encore son corps tout entier, vers une cible qu'il aura préalablement déterminée. Pour qu'une telle action puisse être exécutée avec précision, un individu doit être capable de faire appel à ses sens (vision, audition et proprioception) qui, par leurs caractéristiques respectives, lui fourniront les informations nécessaires pour une exécution réussie.

D'une façon générale, la vision et la kinesthésie jouent un rôle particulièrement important relativement à l'encodage, au contrôle et à la précision d'un mouvement (Adams et Dijkstra, 1966; Adams, Gopher, et Lintern, 1977; Boucher, Denis et Landriault, 1985; Diewert, 1976; Hay, 1979; Held et Hein, 1963; Johnson, 1980; Jordan, 1972; Paillard et Brouchon, 1968, 1974; Posner, 1967; Posner et Konick, 1966). Certaines études ont conclu que, de ces deux modalités, la vision semble être la source d'information la plus précise

(Adams, 1973; Adams et Goetz, 1973; Conti et Beaubaton, 1976; Rock et Harris, 1967). D'autres études ont démontré que, lors d'un conflit entre les informations visuelles et kinesthésiques, les sujets ont tendance à favoriser les informations visuelles (Hay, Pick et Ikeda, 1965; Pick, Warren et Hay, 1969; Welch et Warren, 1980). Or, Paillard et Brouchon (1974) ont observé que la performance active d'un mouvement favorisait les informations proprioceptives aux informations visuelles (voir aussi Russell, 1976). Toutefois, Kelso (1977) a démontré qu'il est possible de reproduire un mouvement avec précision, en excluant les informations afférentielles de la peau et des articulations. Somme toute, on constate que pour certains auteurs, la vision semble être la source d'information la plus précise relative au mouvement, alors que pour d'autres, la proprioception (kinesthésie) est, dans certains cas, une source adéquate d'information.

Lorsqu'il est spécifiquement question de précision, d'encodage et de reproduction d'un mouvement en psychomotricité, on se réfère aux études comparant la localisation et la distance d'un mouvement. Maintes informations existent sur

la codification et sur la précision d'exécution d'un mouvement évalué en localisation ou en distance (Colley et Colley, 1981; Gundry, 1975; Hermelin et O'Connor, 1975; Housner et Hoffman, 1981; Millar, 1972; Posner, 1967; Summers, Levey et Wrigley, 1981).

Toutefois, un des paramètres du mouvement qui n'a pas encore reçu énormément d'attention, et que cite pourtant Millard (1981) et quelques autres, dont Boucher et al. (1982, 1985); Diewert (1976b); Hall et Leavitt (1977); Paillard et Brouchon (1968); Skoglund (1956); Stelmack (1982), se rapporte à la programmation et à la précision de la reproduction d'un mouvement évalué en direction. En effet, la composante directionnelle d'un mouvement ainsi que la ou les modalités responsables de son encodage, n'ont pas fait l'objet d'une recherche aussi volumineuse que dans le cas de la localisation et de la distance d'un mouvement.

L'étude de Boucher, Velay et Paillard (1982) semble indiquer que la composante directionnelle du mouvement pourrait être encodée à partir d'informations visuelles plutôt que kinesthésiques. Diewert (1976b, p. 198) obtint des résultats

semblables et après l'analyse de ceux-ci affirma que:

Vision was found to be important for retention of directional information (voir aussi Hall et Leavitt, 1977).

Suite à leurs observations, Boucher et al. (1982, p.10) émirent l'hypothèse:

qu'il pourrait exister dans un geste de pointage deux mécanismes distincts d'erreur, chacun d'eux fortement influencé par une modalité sensorielle différente.

Posner (1967) appuie cette hypothèse en affirmant que la codification des informations visuelles et kinesthésiques dépend de mécanismes différents.

Malgré la quantité volumineuse de recherches portant sur le mouvement, Millard (1981) résume très bien la situation qui existe en psychomotricité au niveau des connaissances sur la codification d'un mouvement. Elle souligne qu'on connaît relativement peu de choses sur la codification des informations provenant du déplacement d'un membre dans l'espace. Plus précisément, Millard (1981) affirme que:

how do the blind and sighted code information?

about shape, distance, localisation and direction?

Cette question n'a pas encore été répondue de façon concluante et des études supplémentaires seront nécessaires pour y répondre. La présente étude a donc cherché à répondre en partie aux interrogations soulevées par Millard (1981) en évaluant comment l'aveugle, lorsque comparé au voyant, encode la direction, la distance et la localisation d'un mouvement.

Fondements Théorique et Empirique du Problème

La saisie d'un objet dans l'espace, se situant dans notre entourage immédiat, semble constituer une performance des plus banales. Toutefois, si on s'y attarde, une telle performance exige de l'individu plusieurs connaissances. Premièrement, l'objet convoité doit être localisé dans l'espace, c'est-à-dire que la personne doit avoir une idée précise de la position de l'objet par rapport à son corps. Pour qu'une telle évaluation puisse être réalisée, cette personne doit se servir de ses sens (vision, audition, kinesthésie) qui le renseignent

sur l'emplacement de l'objet ainsi que celui de ses propres membres par rapport à cet objet. Une fois qu'il possède ces données, il lui sera alors possible d'orienter et de guider ses membres vers l'objet convoité. Boucher et al. (1982) ainsi que Paillard et Brouchon (1968) affirment qu'une programmation motrice en localisation, en direction, en distance et en vitesse devrait s'édifier à partir de cette information sensorielle.

Bien que Leuba (1909) et Woodworth (1899) aient discuté de la nature séparée des différentes composantes du mouvement, ce ne fut toutefois, qu'avec les travaux relativement récents de certains chercheurs comme Skoglund (1956) et Posner (1966, 1967) que l'on commença à s'intéresser aux divers paramètres du mouvement. Skoglund (1956) par exemple, observa qu'il existe certains récepteurs capables de renseigner sur la localisation, la distance, la vitesse et l'accélération d'un mouvement. De plus, ce n'est que depuis quelques années qu'on a commencé à étudier la composante directionnelle d'un mouvement (Boucher et al. 1982, 1985; Diewert, 1976b; Hall et Leavitt, 1977; Paillard et Brouchon, 1968; Stelmack, 1982).

En général, parmi les paramètres du mouvement mentionnés précédemment, deux ont été l'objet de nombreuses études. En effet, les études portant sur la précision d'un mouvement se sont tout particulièrement intéressées à la localisation ainsi qu'à la distance d'un mouvement (Allain, 1974; Adams et Dijkstra, 1966; Attneave et Benson, 1969; Connolly et Jones, 1970; Diewert, 1975, 1976; Gundry, 1975; Hermelin et O'Connors, 1975; Housner et Hoffman, 1978; Jones, 1974; Keele et Ells, 1972; Kelso, 1977, 1978; Laabs, 1973; Marteniuk, 1973; Marteniuk et Roy, 1972; Millar, 1972; Posner, 1967; Posner et Konick, 1966; Roy, 1978; Skoglund, 1956; Stelmack et Wilson, 1970; Stelmack, Kelso et Wallace, 1975; Warren, Russell, Imanaka et James, 1979; Wallace, 1977; Wilberg, 1969). Ces études ont démontré qu'en général, la reproduction de la localisation d'un mouvement dans l'espace était plus précise que la reproduction en distance de ce dernier (Diewert, 1975; Keele et Ells, 1972; Kelso, 1977a, 1977b; Marteniuk, 1973; Marteniuk et Roy, 1972). Toutefois, d'autres études comme celles de Laabs (1973) et de Posner, (1967) n'ont pas pu déceler une différence significative entre la précision d'un mouvement évalué en localisation et la distance du mouvement lui-même.

Malgré la disparité entre les diverses études, la majorité de celles-ci ont révélé que la localisation était supérieure à la distance. Pour expliquer ce résultat, on formula l'hypothèse que la localisation était encodée visuellement (centralement) alors que la distance, kinesthésiquement (périphériquement) (Diewert, 1975; Marteniuk, 1973; Marteniuk et Roy, 1972; Roy, 1977; Stelmack, Kelso et Wallace, 1975; Wallace, 1977). Certains (Laabs, 1973, 1974; Marteniuk et Roy, 1972; Posner, 1967) ont même suggéré que la distance d'un mouvement ne pouvait pas être encodée. L'hypothèse relative à la dominance de la localisation sur la distance, provient en grande partie du fait que l'information permettant l'encodage de la localisation d'un mouvement, serait maintenue en mémoire plus longtemps que ne le serait la distance.

Toujours à partir de recherches sur la localisation et sur la distance d'un mouvement, Laabs (1973) ainsi que Roy et Diewert (1978) ont observé que si une activité prenait place entre la production du mouvement critère et celle de la reproduction finale du mouvement (interpolated task), la supériorité de la localisation serait

grandement affectée aux dépens de la distance. En effet, la précision de la localisation diminue grandement si une tâche est imposée, alors que la distance semble être relativement peu affectée par cette interférence (Laabs, 1973; Roy et Diewert, 1978). Toutefois, la précision de la localisation d'un mouvement n'en demeure pas moins supérieure à la distance lors de ces études.

Walsh, Russell, Imanaka et James (1979) utilisant une tâche présélectionnée versus une tâche imposée, ont constaté que la présélection d'un mouvement de la part d'un individu semble lui permettre de conserver plus longtemps en mémoire le mouvement que si on lui imposait ce dernier. En effet, il appert qu'une certaine préparation cognitive puisse favoriser la reproduction d'un mouvement. Malgré son influence bénéfique sur la précision d'un mouvement en localisation et en distance, il a été constaté encore une fois, que la localisation d'un mouvement est supérieure à la distance d'un mouvement.

Boucher et al. (1982) ont affirmé que malgré la grande quantité de travaux axés sur l'étude de la précision d'un mouvement, les auteurs ont

négligé d'étudier un facteur important soit, la nature de l'erreur. En effet, l'erreur dans la précision du mouvement pourrait être attribuée à sa source visuelle et/ou kinesthésique d'information.

Selon Howard et Templeton (1966) une des sources les plus évidentes d'information, provient de la kinesthésie. Celle-ci serait responsable de la perception de nos mouvements, ainsi que de la position des divers membres en relation les uns par rapport aux autres. Toutefois, il y a certains auteurs qui semblent favoriser une autre source d'information, soit celle provenant de la vision. En effet, Adams et Dijkstra (1966), Posner et Konick (1966), Posner (1967), Stelmach et Wilson (1970), Rock et Harris (1967), ont tous suggéré que la vision joue un rôle extrêmement important dans la précision et la perception d'un mouvement. De ces deux premières hypothèses, il semble possible d'en déduire que la kinesthésie et la vision sont deux systèmes indépendants. Ces deux systèmes (vision et kinesthésie) pourraient donc contribuer de façon unimodale à la perception des divers paramètres composant un mouvement (ex. direction encodée visuellement). Posner (1967) supporte ces hypothèses en affirmant que la codification des

informations visuelles et kinesthésiques repose sur deux mécanismes différents. Par ailleurs, certains dont Bairstow et Laszlo (1979) affirment que dans les situations de tous les jours, il est possible que la perception de nos mouvements dans l'espace soit partagée entre le système visuel et le système kinesthésique. Cette dernière hypothèse semble donc suggérer que la perception n'est non pas la responsabilité d'une seule modalité, mais bien de plusieurs modalités, favorisant ainsi, un concept intégratif du système perceptuel du mouvement. En conclusion, il est possible de constater que certains auteurs favorisent la prédominance unimodale du système kinesthésique ou du système visuel, alors que d'autres suggèrent une interaction entre le système visuel et le système kinesthésique pour l'encodage du mouvement.

Enfin, par rapport aux autres paramètres du mouvement, celui de la direction a été le moins étudié. Récemment, les recherches sur ce sujet semblent suggérer que ce paramètre est encodé à partir du système visuel (Boucher et al. 1982; Hall et Leavitt, 1977), supportant ainsi l'hypothèse d'un système unimodal en ce qui concerne la codification d'un mouvement en direction.

Dans ce qui suit l'accent sera placé sur ce qui est connu sur l'encodage du mouvement à partir du kinesthésique et/ou du visuel. Les thèmes de la localisation, de distance et de direction d'un mouvement y seront aussi traités. La question de la perception unimodale versus intermodale de l'espace et du mouvement sera discutée. Finalement, une revue pertinente des études sur la cécité et sur ses effets quantitatifs et qualitatifs de la perception spatiale du mouvement, seront aussi sujets de discussion.

Information Kinesthésique et son Importance sur la Perception du Mouvement

Une quantité appréciable d'études ont démontré l'importance des informations kinesthésiques sur la perception, l'encodage, la production et la reproduction d'un mouvement (Jenkins, 1951; Laabs, 1973; Paillard et Brouchon, 1974). Ces derniers (Paillard et Brouchon, 1974) affirment que:

Kinesthesia has recently¹ been a topic of considerable interest as the basis of a conscious experience informing us about the

position and motion of our limbs permitting us to reproduce these positions and movements with changes in distance, speed and direction. (p. 275)

De plus, Paillard et al. (1974) affirment que, dans certains cas tels la participation active de la production d'un mouvement, ce n'est non pas la vision qui domine, mais bien la kinesthésie qui semble donner l'information la plus précise en ce qui concerne la perception de la position d'un membre dans l'espace. Selon Jenkins (1951):

kinesthesia - the sense of position and movement, is probably the most important sensitivity that man possesses (p.6).

Marteniuk et Roy (1972) appuient cette affirmation en soulignant que:

one obvious source of information about movement arises from the kinesthetic sensory system which is concerned with the perception of movement and position of parts of the body relative to each other and to the entire body (p. 471).

Burgess, Wei, Clark et Simon (1982) notent eux aussi, que "the relative position of our skeletal body part is determined by the angles of our joints (kinesthesia)".

Cependant, ils diront que:

there is no evidence at present that articular receptors in any joint are important for the conscious awareness of joint position (p.171). Par ailleurs, Mountcastle, Poggio et Werner (1963) suggèrent qu'il existe des liens neurologiques directs entre les récepteurs des articulations et l'aire sensorimotrice. Une telle association pourrait contribuer à la perception consciente des segments de notre corps. Russell (1976) pour sa part, affirme que pour faire une estimation précise de la localisation d'un membre dans l'espace, l'information doit parvenir non pas d'une seule articulation, mais bien d'une série de cette dernière.

L'étude de Posner (1967) ainsi que celle de Konick et Posner (1966) sur la capacité de retenir dans la mémoire à court terme la position d'un point dans l'espace et la distance du mouvement vers ce point, ont permis de tirer des conclusions intéressantes. Ces auteurs émirent l'hypothèse que la localisation d'un point dans l'espace serait encodée à partir d'informations visuelles, alors que la kinesthésie faciliterait l'encodage de la distance. Leurs résultats ont montré que:

Both visual-location and kinesthetic-distance showed orderly forgetting as measured by changes in accuracy of reproduction over the delay intervals. (Posner, 1967, p. 273)

Ils observèrent aussi que la distance encodée à partir d'informations kinesthésiques, était plus facilement et plus rapidement "oubliée" que la localisation visuelle. En effet, cette dernière semblait être encodée plus longtemps si le sujet était au repos. Certains auteurs ont inféré que la localisation pourrait être encodée centralement. Cependant, si le sujet participe à des tâches interposées entre la fin de la production du mouvement critère et de la reproduction de celui-ci, il y a généralement une décroissance rapide de la capacité de rétention de la localisation.

Laszlo (1966, 1967) a affirmé que, lors d'une tâche de "tapping", une perte de la kinesthésie via une ischémie temporaire produit des effets significatifs sur la précision du dit geste. Cette assertion semble être supportée par Kelso (1978) qui note que la perception en distance d'un mouvement est grandement affectée par l'absence de feed-back kinesthésique. En effet, selon Laabs.

(1973), la distance, semble être encodée primordialement à partir d'informations afférentielles kinesthésiques. Par ailleurs, certains auteurs, dont Wallace (1977) ont observé qu'une source d'information kinesthésique n'est pas nécessaire à l'encodage de certains paramètres du mouvement, alors que d'autres, dont Diewert (1975), pense le contraire. Hagman et Williams (1977) utilisant une méthode d'interférence rétroactive lors de l'exécution d'un mouvement linéaire, ont observé, que l'information d'origine kinesthésique peut adéquatement servir à représenter en mémoire un mouvement évalué en localisation et en distance.

Utilisant une tâche où les sujets reproduisaient un mouvement à l'aide d'une source d'information afférentielle d'origine kinesthésique, Marteniuk et Roy (1972) observèrent que la distance kinesthésique était moins précise et peut-être impossible à encoder alors que la localisation kinesthésique était encodable, donc plus précise. Comme nous pouvons le constater, la kinesthésie ne semble pas contribuer significativement à l'encodage de la distance d'un mouvement, mais participe à l'encodage de la localisation de celui-ci. Des observations

similaires concernant la localisation d'un mouvement et de son encodage à partir d'une source informationnelle kinesthésique, ont aussi été relevées par Russell (1976), Skoglund (1956) ainsi que Stelmach et Kelso (1973). Cependant, bien que Marteniuk et Roy (1972) n'ont pas trouvé d'association entre la kinesthésie et la production en distance d'un mouvement, il n'en reste pas moins que certains auteurs ont réussi à le faire. En effet, Boucher et al. (1982, 1985), Diewert (1975), Kelso (1978) et Laabs (1973), ont constaté que la distance d'un mouvement pouvait être encodée à partir d'une source afférentielle kinesthésique.

Diewert (1975), dans une étude sur la mémoire à court terme visant à déterminer la façon dont la distance et la localisation d'un mouvement sont encodées, observa que l'interférence introduite lors de la période de "retention" appuie l'idée émise par Connolly et Jones (1970) qui veut que la localisation d'un mouvement soit encodée à partir de la kinesthésie et de la vision alors que la distance soit encodée à partir d'informations uniquement kinesthésiques. Ces résultats semblent légèrement différents de ceux de Marteniuk et Roy (1972). En effet, ceux-ci affirment, comme le font

Connolly et al. (1970), que la vision et le kinesthésie contribuent à l'encodage de la localisation d'un mouvement. Toutefois, Marteniuk et al. (1972), employant une tâche uniquement kinesthésique, notent qu'il est probable que la distance ne soit pas encodable (p. 478). Il serait donc plausible que l'absence de vision puisse avoir significativement contribué aux observations faites dans cette étude. En effet, la localisation ainsi que la distance d'un mouvement sont possiblement dépendantes d'une intégration des informations visuelles et kinesthésiques.

Une des méthodes les plus employées lors de recherches visant à étudier la contribution d'une modalité sur une variable, est l'utilisation d'une population n'ayant pas accès à une source d'information modale. Hermelin et O'Connor (1975), utilisant des sujets normaux, autistiques et aveugles congénitaux, ont observé que pour l'aveugle et le voyant, les informations provenant de sources kinesthésiques étaient suffisantes pour la localisation d'un point dans l'espace. Cette observation semble contredire celles faites par Connolly et Jones (1970) ainsi que Diewert, (1975). Toutefois, pour ce qui est de l'estimation de la

distance, les trois groupes semblaient être relativement égaux. Une différence a cependant été soulevée entre les voyants et les autistiques lorsque comparés avec les aveugles. En effet, les erreurs devenaient progressivement plus grandes lorsque la hauteur du point cible augmentait chez les aveugles. Hermelin et al. (1975) ont attribué ce phénomène à la possibilité que l'aveugle, ne possédant pas de feed-back visuel, ne pouvait pas se représenter adéquatement la distance parcourue lors d'un mouvement. Cette dernière constatation suggère que la vision et la kinesthésie peuvent contribuer à l'encodage de la distance. Comme il est possible de le constater, la kinesthésie semble donc être une source afférentielle des plus importantes. Néanmoins, une revue des écrits sur l'encodage du mouvement indique que la kinesthésie n'est pas la seule modalité impliquée dans ce processus. En effet, certains auteurs prétendent que le système visuel d'information pourrait encoder le mouvement. Quel est donc la contribution du système visuel sur l'encodage d'un mouvement ?

Information Visuelle et son Importance sur la
Perception du Mouvement

Il est évident pour plusieurs auteurs que le système visuel est une des sources d'informations afférentielles les plus précises en ce qui concerne la perception et les diverses tâches spatiales (Posner, 1967; Attneave et Benson, 1969). Or, il semble que parmi toutes les sources modales disponibles, la vision est probablement une des plus importantes (Hay, 1979; Jordan, 1972). Weiskrantz (1972) illustre bien ce point de vue en indiquant que près de 50 % des fibres nerveuses parvenant au cerveau proviennent des yeux. De plus, Zeevi et Kronauer (1975) ont estimé que 60 % des informations présentées à l'être humain lui parviennent du système visuel. Finalement, Koestler (1976) ira même jusqu'à prétendre que près de 80 % de toutes les informations se rapportant à la perception de l'environnement, parviennent de la vision. Il n'est donc pas surprenant de constater que la vision représente l'explication privilégiée pour justifier la plupart des résultats obtenus dans de telles études.

Dans le domaine de la perception spatiale du mouvement, Posner (1967) ainsi que Attneave et

Benson (1969), ont suggéré que la vision jouait un rôle particulièrement important (voir aussi Kelso, 1977; Millar, 1972; Posner et Konick, 1966; Stelmack et Wilson, 1970). Cette constatation a depuis reçu l'appui de plusieurs chercheurs dont Conti et Beaubaton (1976), qui ont proposé que la vision du mouvement est un facteur prédominant pour déterminer la précision avec laquelle un mouvement est exécuté. Ils ont réaffirmé cette position lorsqu'ils ont observé, lors d'un geste de pointage visuo-moteur, que les informations provenant de la vision active d'un mouvement semblaient avantager la précision d'un geste de pointage.

Klein et Posner (1974) ont remarqué que la seule présence d'un modèle visuel suffit à contrecarrer l'acquisition d'un modèle proprioceptif. Ils ont affirmé qu'en présence d'informations visuelles, un sujet participant à une tâche quelconque, aura tendance à ignorer les autres sources d'informations qui lui sont disponibles. En fait, Welch et Warren (1980) ont confirmé que lorsqu'il y a conflit entre une source d'information visuelle et celle provenant de la kinesthésie, que la vision semble normalement dominer (voir aussi Attneave et Benson, 1969;

Johnsen, 1980; Klein et Posner, 1974; Posner, Nissen, et Klein, 1976; Welch et Warren, 1980) .

Boucher et al. (1985, p. 326) soutiennent que:

when in conflict, it has been found that vision usually dominates over kinesthesia (voir aussi, Gibson, 1933; Johnson, 1980; Kinney, 1970; Klein & Posner, 1974; Rock et Harris, 1967).

Une des nombreuses hypothèses cherchant à justifier la dominance du système visuel à été formulée par Klein (1976). Cet auteur prétend que la raison pour laquelle la vision domine le kinesthésie est que normalement le sujet favorise les informations visuelles aux indices kinesthésique. Cette dominance pourrait donc être une conséquence normale du développement ontogénique de l'individu. En effet, Birch et Lefford (1967) affirment que chez l'enfant "information is derived from proximoceptive input" , alors que ce processus disparaît avec l'âge au profit des informations provenant du système "téloréceptif". Cette hypothèse de Klein (1976) semble donc s'appuyer sur le fait suivant: si on dirige l'attention du sujet sur la composante kinesthésique de la tâche, la dominance visuelle semble disparaître. Toutefois, Podbros, Wyke et Waters (1981) rejettent cette

explication puisque leurs sujets ne manifestaient pas ce genre de comportement. Ces derniers ont observé que même si leurs sujets étaient conscients qu'ils reproduiraient leur geste sans l'aide de la vision, leur performance n'en demeurerait pas moins inférieure aux situations visuelle et visuo-kinesthésique.

D'après Smith et Marriott (1982), la vision permet de recalibrer le système proprioceptif. Attneave et Benson (1969) ont argumenté que la localisation spatiale est toujours encodée sous une forme visuelle et cela même lorsque l'exécution du mouvement critère est basée sur des afférences autres que visuelles. Pick (1974) appuie cette suggestion en indiquant que toute information spatiale doit être encodée à partir du système visuel indépendamment de la modalité utilisée lors de l'input initial. Cette dominance de la vision sur les autres sources modales se retrouve dans bon nombre d'études. Les observations de Podbros et al. (1981) illustrent le fait que la mémoire kinesthésique ne renseigne pas un sujet de la localisation d'un mouvement avec autant de précision que ne le fait la mémoire visuelle. De même, Newell et Chew (1975) soutiennent aussi que

la vision contribue significativement plus à la perception que toute autre source de rétroaction.

Informations Kinesthésique et Visuelle et leur Importance sur la Perception

Il semble, d'après certains chercheurs dont Sherrington (1947), que le système nerveux de l'être utilise plusieurs sources d'informations sensorielles pour encoder et pour guider ses déplacements. Quant à la perception et à l'exécution d'un geste, bien que plusieurs auteurs suggèrent qu'une seule source d'information est suffisante pour l'encodage d'un mouvement (Paillard et Brouchon (1974), d'autres tels Connolly et Jones (1970) ainsi que Smyth et Marriot (1982), croient plutôt que la perception d'un mouvement nécessite l'intégration des informations visuelles et kinesthésiques.

Kelso (1977) propose qu'il existe une variété de sources d'informations sensorielles disponibles pouvant participer à l'encodage d'un mouvement. Diewert (1976a) a affirmé que:

it is logical to assume, and the assumption is

supported by fact, that the human nervous system has potential codes corresponding to the specific sensory or cognitive processes possessed by human. Therefore, vision, audition, and proprioception (kinesthesia) have the potential to directly or indirectly subserve the storage and processing of movement information. (p.84)

Pour Walsh, Russell, Imanaka et James (1979) il est inconcevable que le mouvement soit encodé que par une seule modalité. En effet, on retrouve dans certaines recherches, les preuves scientifiques nécessaires pour appuyer cette possibilité. Certains paramètres du mouvement tels la localisation, la direction et la distance pourraient être encodés par une combinaison de sources modales différentes, plus précisément celles provenant des systèmes visuel et kinesthésique (Connolly et Jones, 1970; Diewert, 1975).

Il existe plusieurs études qui soutiennent que la vision et la kinesthésie interagissent afin de favoriser la formation de la coordination spatiale (Diewert, 1975; Held et Hein, 1963; Wyke, 1965; Held et Bauer, 1967; Paillard et Brouchon, 1974).

Lorsqu'il est question de mémoire motrice, Connolly et Jones (1970) affirment que toutes deux, la kinesthésie et la vision, participent à son encodage. Diewert (1975) a démontré grâce à une technique d'interférence employée aussi par Kahneman (1973) et Kerr (1973), que la localisation d'un mouvement est encodée à partir d'informations à la fois visuelles et kinesthésiques. Johnson (1980) bien que favorisant une dominance de la vision sur le développement spatial, semble aussi croire que la kinesthésie et la vision jouent ensemble un rôle important. De plus, selon Smyth et Marriot (1982), la perception de la position d'un segment dans l'espace est obtenue à partir des informations visuelles et proprioceptives (articulations, muscles et peau). Podbros et al. (1981) ont aussi observé que lors de l'acquisition et de la reproduction d'un mouvement que la localisation de celui-ci est prédominante en présence d'informations visuelles et kinesthésiques.

Vision, Kinesthésie, Perception de la Localisation
et Distance d'un Mouvement

Lorsqu'il est question de précision dans l'encodage et dans la reproduction d'un mouvement, on se réfère généralement à des recherches qui ont surtout étudié la localisation et la distance de façon scientifique la localisation et la distance. Ces études révèlent beaucoup de données sur le rôle de la mémoire, de l'interférence, de la présélection, de la précision de mouvements courts et longs, de la codification et de la précision d'exécution d'un mouvement évalué en localisation ou en distance (Colley et Colley, 1981; Diewert, 1975; Gundry, 1975; Hermelin et O'Connor, 1975; Housner et Hoffman, 1981; Millar, 1972; Paillard et Brouchon, 1974; Posner, 1967; Summers, Levey et Wrigley, 1981; Walsh, Russell, Imanska et James, 1979). La majorité de ces recherches portant sur la précision de la reproduction d'un point ou d'une cible dans l'espace, semblent suggérer que la perception de la localisation d'un mouvement est plus précise que la perception de la distance (Housner et Hoffmann 1981). Les conclusions apportées par ces travaux permettent de questionner les rôles que jouent la vision et la kinesthésie

lors de l'encodage de la localisation, et de la distance d'un mouvement.

Smith (1969) a observé que la localisation d'un membre dans l'espace serait encodée kinesthésiquement par l'intermédiaire des muscles et des articulations. La distance, de son côté serait la somme de l'intégration de plusieurs localisations (Keele et Ells, 1972). Posner et Konick (1966) ont proposé que la localisation d'un mouvement est encodée à partir d'informations visuelles alors que la distance est essentiellement influencée par le système kinesthésique (Broadbent, 1958; Posner, 1967; Posner et Rossman, 1965). Ce genre de conclusion semble attribuer à la vision la précision en localisation d'un mouvement, et à la kinesthésie une plus grande précision en distance. Ces observations ont été généralement obtenues à partir d'études effectuées sur les caractéristiques de la mémoire à court terme et à long terme.

D'après Adams et Dijkstra (1966) la vision pourrait jouer un rôle important dans la codification de certains mouvements. Cette observation semble être généralement bien acceptée

par Stelmack et Wilson (1970), Connolly et Jones (1970), Russell (1976) et Millar (1972). Ces auteurs affirment, en effet, que certains mouvements semblent être encodés spécifiquement par la vision. Connolly et Jones (1970) ont émis l'hypothèse que l'encodage d'informations pertinentes au mouvement est spécifiquement exécuté par des systèmes visuel et visuo-kinesthésique. De plus, Diewert (1975) souligne, que la dominance de la localisation sur la distance dépend du fait que la localisation pourrait être encodée à partir, non pas seulement de la vision mais aussi de la kinesthésie. Cette affirmation semble rejoindre celle de Connolly et Jones (1970) qui ont observé un phénomène semblable. L'union de la kinesthésie et de la vision dans la codification en distance et en localisation d'un mouvement, rejoint l'hypothèse de Sherrington (1947) qui indiquent que les diverses modalités se combinent pour former une certaine représentation du mouvement. Il y a, tout de même plusieurs auteurs qui insiste que la localisation et que la distance d'un mouvement sont encodées séparément (Attneave et Benson, 1969; Boucher et al. 1982; Kelso, 1979; Laabs, 1973; Posner, 1967).

En conclusion, il ne semble pas exister un accord commun sur la ou les modalités impliquée(s) dans l'encodage de la localisation ou de la distance. Toutefois, il appert que généralement la reproduction d'un mouvement est plus précise en localisation qu'en distance. Les prochains paragraphes traiteront d'un paramètre du mouvement qui n'a pas fait, jusqu'ici, l'objet d'un aussi grand nombre d'études à savoir, l'encodage directionnel d'un mouvement.

Encodage de la Composante Directionnelle d'un Mouvement

Peu d'auteurs se sont attardés à faire l'étude de la précision d'un mouvement évalué en direction. En effet, il semble que Hall et Leavitt (1977), Diewert (1975) ainsi que Boucher et al. (1982, 1985) ont été parmi les premiers groupes de chercheurs à faire l'étude de ce paramètre du mouvement. Leurs résultats semblent indiquer que la direction d'un mouvement est encodée à l'instar de la localisation via une source afférentielle visuelle.

Le Mouvement: Perception Unimodale ou Intermodale

Il n'y a pas de doute que l'information provenant des sources visuelle et kinesthésique est très utile lors de l'encodage et de la production d'un geste (Adams & Dijkstra, 1966; Adams, Gopher, & Lintern, 1977; Boucher, 1981; Boucher, Denis & Landriault, 1984; Chew, 1976; Diewert, 1976a, 1976b; Hay, 1979; Johnson, 1980; Jordan, 1972; Marteniuk & Roy, 1972; Paillard & Brouchon, 1974; Posner, 1967; Posner & Konick, 1966; Stelmach & Wilson, 1970). Cependant, il ne semble pas y avoir de consensus quant à l'importance de la vision et/ou de la kinesthésie sur l'encodage, l'exécution et le contrôle d'un mouvement. Certaines études admettent que la vision est la source d'information la plus importante relative au développement, à l'exécution et au contrôle d'un mouvement (Birch & Lefford, 1967; Held & Hein, 1963; Von Senden 1932; 1960). Ces recherches optent donc pour une interprétation unimodale du système, c'est-à-dire un système qui est basé en grande partie sur les informations visuelles. A l'inverse, certains travaux favorisent le rôle de la kinesthésie dans l'exécution de ces tâches (Paillard & Brouchon, 1974). Néanmoins, il existe

des études qui considèrent à la fois la vision et la kinesthésie comme des facteurs pouvant agir simultanément dans l'accomplissement de ce travail (Birch & Lefford, 1967; Boucher et al. 1984). Ce point de vue laisse sous-entendre un échange et/ou un partage d'informations entre les deux systèmes. Ce genre de collaboration se rapporterait donc à un système intermodal. Dans les prochains paragraphes, la position prise par certains auteurs relativement à la contribution de la vision et de la kinesthésie en tant que systèmes unimodale et intermodale, sera discutée.

Vision, Kinesthésie: Supports d'un Système Unimodal

Dans son ouvrage intitulé "spatial perception in the blind," Jones (1975) indique qu'il existe deux opinions distinctes concernant le développement de la perception spatiale (consulter aussi Diewert, 1976; Freides, 1974; Juurmaa, 1973; O'Connor et Hermelin (1975). La première suggère que chacune des modalités sensorielles est indépendante l'une de l'autre, résultant ainsi en des systèmes d'informations autonomes dont la vision serait la modalité dominante (O'Connor &

Hermelin, 1975). La seconde Jones (1974), signale que l'interdépendance des diverses modalités crée un système unifié d'information (Bartlett, 1961; Birch & Lefford, 1967; Freides, 1974; Juurmaa, 1973; Lashley, 1951; Marteniuk, 1976; Pridam 1971; Sherington, 1947).

Evidence d'un Système Unimodal

Comment peut-on conclure que chacune des modalités sont indépendantes l'une de l'autre alors qu'on affirme que la vision est la modalité dominante? Pour expliquer une telle hypothèse on doit consulter, entre autres, les ouvrages d'auteurs tels Von Senden (1960, 1932) avec son rapport sur les résultats des tests post-opératoires chez des aveugles; Hebb (1949) avec son ouvrage intitulé "The Organization of Behavior," des études comparant des aveugles à des voyants selon diverses méthodologies (Hartlage, 1969; Hermelin & O'Connor, 1971, 1975; O'Connor & Hermelin; 1975) et finalement avec les études exécutées sur les espèces infra-humaines (Riensen, 1947; Held et Hein, 1963).

Une des sources de référence les plus utilisées pour expliquer la dominance de la vision sur la spatialité, est le groupe d'études faites à partir d'aveugles ayant été opérés pour des cataractes. Ces études citées par Von Senden (1960) arrivent généralement à la conclusion qu'un aveugle ne peut pas développer une connaissance réelle de l'espace qui l'entoure sans l'aide de la vision. Ces ouvrages, (Dufour, 1875; Francke, 1893; Ahlstrom, 1895) affirment que l'information provenant du toucher (haptic sense) ne renseigne pas la vision en ce qui concerne l'espace et les objets entourant cette personne. Pour illustrer ce point, on doit considérer certains exemples puisés de recherches rapportées par Von Senden (1960).

Celle de Francke (1893) par exemple, où il opéra un jeune aveugle de 26 ans. Il observa que, lors des premiers tests visuels, le jeune homme ne pouvait pas reconnaître visuellement un certain nombre d'objets tels des ciseaux, un couteau de table, une pomme ou un livre, qui lui étaient pourtant très familiers par le toucher. Pour Von Senden (1960) ce genre de comportement constitue:

sufficient proof that space is no way sensorily (touch) given to the blind man, and

that it is wholly and solely by operation that he is able to achieve a conception of spatial reality. (Von Senden, 1960 p.280)

Ahlstrom (1895) observa aussi, chez une jeune patiente de neuf ans, une incapacité à reconnaître des objets qu'elle connaissait parfaitement tactilement. Von Senden explique ce phénomène de la façon suivante:

but in fact the situation is ultimately this, that no real perception of space has occurred at all, before the operation, and hence that everything spatial is a complete novelty to the patient. (1960, p. 283)

Dufour (1875) cita une conversation entre lui et un patient qu'il venait d'opérer. Il lui demanda en premier lieu: "ce que je tiens dans ma main est-ce circulaire ou carré ?" Sans avoir obtenu une réponse, il demanda alors: "savez-vous ce qu'est un carré ?" Le patient, à l'aide de ses mains, fit un carré. "Et un cercle?" demanda Dufour. Encore une fois, le patient traça de ses mains une forme circulaire. L'attention du sujet se porta ensuite sur une montre déposée sur une table devant lui par l'expérimentateur. Ce dernier lui demanda alors d'identifier l'objet. Se rendant compte que le

patient ne pouvait pas, encore une fois, répondre à sa question, Dufour lui permit de prendre l'objet dans ses mains et de le manipuler. Sans aucune hésitation, le patient identifia immédiatement la nature de l'objet. De tels comportements postopératoires sont fréquents (Dufour, 1875; Fialla, 1876; Mauthner, 1879) et révèlent que les sujets ayant subi de telles opérations ne semblaient posséder aucune connaissance visuelle de certains objets qui leurs étaient pourtant familiés par le toucher. La conclusion apportée par Von Senden (1960), à savoir qu'il n'y avait aucun lien entre les systèmes tactile et visuel chez l'aveugle, était bien fondée. Il y a donc raison de penser qu'il existe deux mécanismes distincts dont l'un communique les informations kinesthésiques et l'autre les informations visuelles et cela sans échange entre les deux systèmes. Von Senden (1960) a affirmé justement que:

That this again can only indicate that the two sets of data, from touch and sight, are somehow irreconcilable and cannot exist side by side, or even superimposed, in the patient's mind. (Von Senden, 1960 p.283)

Gregory (1966) fit certaines observations qui semblent contredire les propos de Von Senden (1960). En effet, Gregory observa chez des sujets ayant reçu une greffe de la cornée, qu'ils reconnaissaient presque immédiatement les objets qu'ils manipulaient quotidiennement. Toutefois, Gregory & Wallace (1963) observèrent chez un patient que, malgré son intérêt pour les outils de menuiserie, il ne pouvait pas faire la distinction entre ceux-ci jusqu'à ce qu'il puisse les palper. Gregory (1974, p. 106) suggéra que même si ce patient "came to use vision, his ideas of the world arose from touch". Finalement, Von Senden (1960) observant la lenteur des déplacements et des gestes des aveugles, constata chez ceux-ci une méconnaissance de l'espace qui les entoure. Une question se pose donc à savoir, comment l'aveugle peut-il se déplacer d'un endroit à un autre si celui-ci ne possède pas une "connaissance réelle" de l'espace? Pour expliquer la théorie de Von Senden (1960) qui démontra la stratégie employée par les aveugles pour se déplacer dans l'espace, Juurmaa (1973) affirme que:

Von Senden goes so far as to maintain that, for the congenitally blind, ordinary straightforward movement only means a kind

of... 'dynamic state of equilibrium, in which both sides of the body are equally in tension, but in which the whole bodily tone is displaced forwards. The legs, indeed, are in rhythmic motion, but even under this tension the upper part of the body seems to them to remain as it were stationary and persistent'. It is unnecessary to assume that they (the blind) have any adequate consciousness of the objective change of location they effect by means of this walking motion. What a sighted person regards as his line of advance is for them a knowledge that after a certain number of steps they will reach the object sought, provided they continue in this characteristic bodily posture. (Juurmaa, 1973 p.91-92)

Il semble donc évident pour Von Senden (1960) que la vision est indépendante et dominante en tant que système d'information spatial lorsque comparée au système tactile d'information. Finalement, pour ce chercheur, seule la vision possède les qualités requises pour assurer un développement adéquat de la spatialité.

Jones (1975) remarqua que les travaux de Von Senden (1960) et les conclusions tirées de ses

études sur les aveugles, sont biaisés en raison de la présence de certaines difficultés conceptuelles et empiriques (p.461). Wertheimer (1951) affirma qu'il avait certains doutes concernant la validité du travail de Von Senden (1960) (voir aussi Dennis, 1934; Drever, 1955). En effet, Wertheimer (1951) fait allusion à trois points qui, selon lui, illustrent bien les problèmes associés aux travaux de Von Senden (1960).

En premier lieu, Wertheimer (1951) proposa que les sources informationnelles utilisées par Von Senden (1960) sont d'origine douteuse. Von Senden (1960) a, en effet, rapporté 66 cas dont le tout premier se réfère à une étude faite en 1020 par un dénommé Arabian Ammar et dont le dernier a été étudié en 1931 et rapporté par "The New York World-Telegram". Une des nombreuses critiques faites par Wertheimer (1951) sur cet échantillon, était que seulement 9 des 66 cas avaient été réalisés au 20^e siècle. De plus, si on s'attarde à vérifier les sources qu'utilise Von Senden (1960) pour appuyer ses hypothèses, on s'aperçoit que dans certains cas, on ne sait strictement rien de l'âge du patient ni du nom du chirurgien qui a procédé à l'opération (ex. Diderot, 1749).

Wertheimer (1951) affirme donc que très peu des études soulevées par Von Senden (1960) peuvent être qualifiées d'études contrôlées. Toutefois, comme Hebb (1949) et Wertheimer (1951) l'ont indiqué, Von Senden (1960) était conscient de la limite de ses sources et il l'avait soulevée fait allusion, semble-t-il, à plusieurs reprises. Malgré tout, on doit admettre que les conclusions faites par Von Senden (1960) ne reflètent en rien ses doutes quant aux problèmes occasionnés par l'utilisation de telles sources. Von Senden (1960) le démontre bien, lorsqu'il dit que l'aveugle n'a aucune perception réelle de l'espace.

Un deuxième point soulevé par Wertheimer (1951) indique les difficultés encourues par les chirurgiens lors des échanges (patient - médecin) et des évaluations de leurs patients. Il appert que les patients souffrant d'une absence du cristallin (aphakie) après leur opération, peuvent ou ne peuvent pas avoir retrouvé l'usage complet de la vision ce qui influencerait les résultats de l'évaluation postopératoire. Von Senden (1960) était sûrement au courant d'une telle difficulté puisqu'il affirma que:

there are certain post-operative inhibitions

which every patient must overcome before he can be said to have had his vision restored. The operation only clears the pathway for light to get through to the optic system to the retina, and does not yield immediately on removal of the bandages: dazzle, narrowing of the visual field, and eye-muscle cramp. These effects frequently lead to emotional difficulties which the patient must master before normal vision can be established. First, as soon as the bandages are removed, acute dazzle occurs, leading to a kind of cortical blindness. This dazzle can be so painful to the patient that he refuses ever to see. (Wertheimer, 1951 p.134-135)

Ce point est particulièrement intéressant car dans certains cas, Von Senden (1960) rapporte que les individus, après leur opération, ne pouvaient pas identifier les objets visuellement. La question qu'on se pose est donc la suivante: voyaient-ils vraiment? Il semble aussi que:

a functional narrowing of the visual field is apparent in the first attempts at seeing. This differential capacity of different parts of the retina must be smoothed out before adequate vision can take place. (Wertheimer, 1951 p.135)

Cette affirmation nous porte à croire, encore une fois, ces aveugles avaient possiblement des difficultés à voir suite à leur opération. Enfin, voici une autre raison qui permet d'illustrer la nature douteuse des résultats et des conclusions de Von Senden (1960): an antagonistic cramp of the eye-muscles interferes with voluntary eye-movements and produces exaggerated uncontrollable nystagmus. The patient is thus unable not only to move his eyes but also to stop their movement. Consequently, processes as simple for the normal seeing individual as convergence and accommodation may become problems for the patient. (Wertheimer, 1951 p.135)

Une troisième et dernière difficulté, mettant en doute la validité de l'ouvrage de Von Senden (1960) est, selon Wertheimer (1951), d'ordre interprétative. En effet, dans certains cas Von Senden (1960) affirme:

In fact there is not a single case in evidence in which the operated patient born blind floundered in his visual learning because of color, but quite a number who never achieved the goal in form vision. (Wertheimer, 1951 p.135)

Wertheimer (1951) souleva cependant que dans les cas 16, 31, 34 et 44, que les patients rapportés par Von Senden (1960), étaient capables d'une "perception of identity". Il existe donc, dans l'ouvrage de Von Senden (1960), une quantité possible et appréciable de fautes de logique. Malgré cela, peut-on nécessairement conclure que ce qu'affirme Von Senden (1960) est totalement faux et inutilisable ? Hebb (1949) ne semble pas être de cet avis.

Hebb (1949) dans son livre intitulé "The Organization of Behavior," présente, dans son second chapitre, sa théorie sur la perception. Celle-ci s'oppose systématiquement à la théorie "Gestaltienne". En effet, Hebb dit que :

the theory to be presented here (chapitre 2 p.17-37) is diametrically opposed to this aspect of Gestalt theory (perception depend on a pattern of excitation whose locus is unimportant) and is based on the assumption that perception depends on the excitation of specific cells at some point in the central nervous system. (Hebb, 1949 p.17)

Hebb (1949) affirme que les études de Von Senden (1932) et de Riensen (1947) sont fondamentales à sa

discussion sur la perception. Malgré ce qu'il dit du travail de Von Senden (1960), Hebb explique que: "some of the reported facts are literally almost incredible" mais ces faits cependant:

the only existent evidence concerning the course taken by the early development of human perception. (Hebb p.18)

C'est d'ailleurs cette raison qui motiva Hebb à ne pas rejeter les travaux de Von Senden (1960). Il se référa aussi à Von Senden (1960) parce que l'étude Riensen (1947), utilisant des singes, appuyait le travail de Von Senden (1960). Hebb souligne que:

There is, however, a considerable unanimity among the writers reviewed by Von Senden (1960), some of whom evidently were not aware of the reports made by others: and the work of Riensen (1947) who reared chimpanzees in darkness to an age when the normal chimpanzee makes an effective use of vision, fully confirms Von Senden (1960)'s clinical evidence. (Hebb, 1949 p.18)

Il semble donc que pour Hebb, les travaux et les conclusions de Von Senden (1960) comportent certains éléments de vérité. Hebb soutient, entre autre, l'hypothèse que la vision est nécessaire au bon développement de la spatialité. Finalement, il

est possible que la vision et la kinesthésie forment deux systèmes séparés, autonomes l'un de l'autre.

Des études plus récentes semblent aussi indiquer qu'il est possible d'avoir des systèmes autonomes d'informations. Hartlage (1969) est un des chercheurs qui semble appuyer cette hypothèse. En effet, Hartlage (1969) fait allusion dans son ouvrage sur la conceptualisation verbale de l'espace que le développement des habilités spatiales se produit à partir des afférences visuelles. Hartlage se réfère dans son ouvrage à quelques auteurs adhérant aussi à l'idée que la vision joue un rôle fondamental dans l'acquisition d'habilités spatiales (Hebb, 1949; Lyons, 1965; Riensen, 1958; Von Senden, 1960 ; Wertheimer, 1951). Son test verbal était constitué de 16 questions dites spatiales et de 16 autres, non spatiales. Les questions spatiales étaient du genre "en avant de, à coté de, en arrière de", alors que les questions non spatiales étaient du genre "aussi intelligent que, moins fort que". Hartlage observa qu'il y avait des différences significatives entre les niveaux scolaires et entre les questions spatiales versus non spatiales. Des analyses

subséquentes ont démontré que les voyants étaient significativement meilleurs que les aveugles sur les questions d'ordre spatial. La raison donnée par Hartlage pour expliquer ces résultats, fut que les aveugles avaient de la difficulté avec les concepts spatiaux et que l'absence de la vision chez ceux-ci était directement responsable des résultats obtenus. Cette conclusion relative à l'importance des afférences visuelles comme étant uniquement spatiales, semble appuyer en partie, les hypothèses et les affirmations de Von Senden (1960) et de Hebb (1949).

Hermelin & O'Connor (1971) ont aussi montré que si on utilise un stimulus tactile lors d'une tâche spatiale, que cette tâche semble être exécutée de façon différente par un groupe de sujets normaux versus un groupe comprenant des sujets normaux ayant les yeux bandés, ainsi que des aveugles. En effet, Hermelin et al. (1970) ont observé que la présence et/ou l'absence d'informations visuelles semble avoir pour effet de modifier le processus d'encodage et ce, indépendamment de l'expérience visuelle que possède le voyant (Gregory, 1966). Hermelin et al. (1970) observèrent que les sujets ayant les yeux bandés

ainsi que les aveugles, réagissaient de la même façon. Cette observation semble suggérer la possibilité d'un concept unimodal en ce qui a trait au système visuel et à sa dominance possible sur les questions d'ordre spatial.

Comme nous pouvons le constater, il semble possible que la vision puisse agir de façon unimodale lors du développement et de l'exécution de tâches spatiales. Toutefois, en ce qui concerne la perception d'un mouvement dans l'espace, on doit reconnaître que malgré la contribution presque "dominatrice" de la vision sur le mouvement, les afférences kinesthésiques devraient logiquement y participer elles aussi. La prochaine section de cette étude tentera donc d'aborder cette problématique. En effet, est-ce que le mouvement peut-être encodé par plusieurs sources afférentielles intégrées telles la vision et la kinesthésie ?

Evidence d'un Système Intermodal

Aristote a, sans aucun doute, été un des premiers à s'interroger sur la contribution des

divers sens sur la perception. Il a émis semble-t-il, l'hypothèse qu'il existe un centre responsable de l'intégration de toutes les informations provenant des diverses sources afférentielles qu'il a nomma "sensus communis". Ce nouveau concept s'avéra facilement observable mais difficilement explicable. Au 17e siècle on se posait encore la même question:

How does the human organism arrive at the position where the perceptual system are coordinated with each other so that for exemple, stimulation to one modality gives rise to expectancies for stimulation to another. (McGurk, Turnure, & Creighton, 1977)

Cette question, même à notre époque, demeure l'objet de beaucoup de controverses. On ne parle plus uniquement de "sensus communis" mais bien de système "amodal", (Gibson, 1966) de "modalité spécifique", (Jones, 1975) ou encore de "modalité dominante" (Pick, 1974).

Aujourd'hui, lorsqu'on parle de développement de la capacité intégratrice de l'information, trois écoles de pensée viennent à l'esprit. La première, appelée nativiste, dit que l'être humain naît avec cette capacité intégratrice (Bower, 1974, 1977).

Ryan (1940) affirme que l'unité des sens est présente à la naissance et peut-être même au cours de la période pré-natale. Opposée à ce concept, l'école empiriste considère que l'intégration intersensorielle dépend en partie, sinon en totalité, de la maturation et de l'expérience de chacun des individus (Birch & Lefford, 1967; Piaget, 1952; Bushnell, 1981). Ces empiristes croient qu'à la naissance, les sens sont fondamentalement séparés, chacun ayant ses propres récepteurs et ses voies ascendantes (Cassirer, 1951). De plus, Piaget (1952, 1954) ajoute à cela l'hypothèse que ces systèmes séparés forment des associations au hasard ou encore arbitraires, tout dépendant de la capacité de l'individu à développer des associations significatives. La troisième école, celle des néonativistes, suggère qu'en plus d'y avoir un système inné, qu'il existe un système de feed-back servant à améliorer le système déjà en place (Butterworth, 1981). Cette nouvelle approche a l'avantage de combiner le nativisme et l'empirisme, formant ainsi une théorie beaucoup plus attrayante. En effet, les néonativistes en plus de croire en une capacité "innée", considèrent aussi les bénéfices que procure l'acquis sur le développement. Butterworth (1981) affirme que,

relativement au système visuel et au développement d'un concept moteur de l'espace, l'approche des néonativistes "has the advantage that an innate relation between visual and motor space can be flexibly recalibrated with growth". Le but des prochains paragraphes sera donc de recenser les écrits relatifs aux résultats obtenus par le développement d'un système intégratif d'information.

Intégration des Informations Sensorielles

People with normal sensory functioning can be considered to use three major sources of information to determine their position and the positions of objects and other people in space. These major sources are vision, audition, and proprioception. There is mounting evidence from a variety of experimental procedures that these three localizing modalities are not independent. (Warren, 1970, p.114).

Jones (1975) indique aussi que les différentes modalités opèrent, non pas individuellement, mais bien de façon à intégrer les différentes parties

dans un tout formant ainsi, un système unifié (voir aussi Diewert, 1976; Freides, 1974; Juurmaa, 1973; O'Connor & Hermelin, 1975).

Sherington (1948) dans son ouvrage intitulé "The integrative action of the nervous system," met particulièrement l'emphase sur l'aspect unificateur du système nerveux en décrivant les liens anatomiques existant autant chez les animaux que chez les humains. Sherington fit de nombreuses affirmations concernant l'aspect intégrateur du système nerveux, en outre la suivante:

In the integrating function of the nervous system a segmental arrangement of its functions is frequently apparent. It makes itself felt in two ways. Firstly, the various separate and different elements of the segment are knit together by nervous ties. Secondly, where kindred functions are exercised in successive segments, so that throughout a series of segments one set of organs forms a more or less functionally homogenous system, these organs are combined by interrelated nervous arcs. But particular systems of organs common to all or many metameres of an individual present special differentiation of

their function in particular metameres. In this manner the organism is built up of component segments possessing resemblance one to another, but presenting also specializations peculiar to certain segments. (Sherrington, 1947 p.315)

Bien que Sherrington ne fasse pas ici spécifiquement allusion au comportement moteur, il semble plutôt préconiser que la perception d'un segment - comme par exemple, le bras d'un individu dans l'espace - dépend de l'intégration de toutes les informations sensorielles permettant ainsi d'avoir une idée exacte de la position du membre dans l'espace. Toutefois, il appert que cette formidable machine intégratrice, décrite par Sherrington, n'apparaît qu'après quelques années chez l'être humain. En effet, ontogéniquement parlant, l'enfant semble-t-il, passe d'une dominance proprioceptive (autonome) à une dominance visuelle (intégratrice) (Schachtel, 1959). Cet auteur affirme que chez le jeune enfant, il y a une nette préférence pour les informations tactiles (haptic) sur les autres sens (vision, audition). Cette observation a aussi été retenue par Schopler (1966), lorsqu'il démontra que des

enfants âgés de 3 ans, préféraient de beaucoup les jeux employant des stimuli tactiles plutôt que visuels. Certains chercheurs en sont même venus à dire que le toucher pourrait avoir comme fonction d'éduquer la vision (Jones, 1982, p.101). Toutefois, cette hypothèse créa maintes controverses et fut mise en doute à plusieurs reprises. En effet, Jones (1982) nota qu'il existait certaines études démontrant que de très jeunes enfants pouvaient faire d'excellents jugements spatiaux utilisant la vision comme source d'information (Ex. Bower, 1966; Fantz, 1958).

Pour Birch & Lefford (1964), il semble évident que le système humain est de nature intégratrice. Ils expliquent, qu'en observant le développement des vertébrés on constate que:

as one ascends in the vertebrate series from fish to man the unimodal sensory control of behavior comes to be superseded by multimodal and intersensory control mechanism (Birch & Lefford, 1964).

Juurmaa (1973) semble aussi adhérer à une telle hypothèse en ajoutant, qu'avec l'âge, le système nerveux humain devient de plus en plus

intégrateur. En effet, il remarque que:

as to the mastery of spatial relationships, the interaction and the integration of functions related to various modalities have been assumed to increase with the age of the child (Juurmaa, 1973 p.100).

Freides (1974, p. 285), citant la position empirique de Birch & Lefford (1967), constate que:

information derived from proximoceptive input is dominant in controlling the actions of infants. However, with age, proximoception comes to be increasingly replaced by teloreceptor control systems. Simultaneously with the emergence of teloreceptor preeminence, a second mechanism of input organization seems to be evolving. It consists of the increasing tendency of the separate sensory modalities to integrate with one another and of organized and directed action to be subserved by intersensory or multimodal rather than unimodal patterning.

(Birch & Lefford, 1967, pp.5-6).

Donc pour Birch & Lefford, l'intégration des informations d'origine sensorielle semblent être d'une grande importance pour le développement humain. On peut donc se demander si chacuns de nos

sens ne contribuent pas également à toutes les tâches et événements dont l'être humain est capable et auxquels il doit faire face à tous les jours.

Selon plusieurs études, dont celle de Gomulicki (1961), la vision joue un rôle bien particulier comme modalité intégratrice (voir aussi Freides, 1974; Juurmaa, 1973). Warren (1970) affirme que bon nombre d'études suggèrent que le rôle de la vision est très considérable lorsque comparé à d'autres modalités (Hatwell, 1978; McKinney, 1964; Résész, 1950; Schlaegel, 1953; Warren, 1977; Worchel, 1951). Warren (1970) souligne que:

not only it (vision) is such an accurate and reliable source of information, but also because it may have organizational qualities that are not enjoyed by other modalities. (p. 114)

De plus, Gomulicki (1961) remarque aussi que:

a very important function of vision is to integrate the perceptions of the senses; without vision these perceptions tend to remain discrete and unorganized. (Juurmaa, 1973, p.101)

Cette affirmation concernant l'importance de la vision ne semble pas être exagérée. Pour illustrer ce point, Zeevi & Kronaver (1975), Weiskrantz (1972) et Koestler (1976), ont démontré que 50% à 80% des informations présentées à l'être humain lui parviennent du système visuel.

L'Aveugle et la Perception Spatiale

Certaines études se sont consacrées à déterminer s'il existait une modalité qui primait sur une autre en se posant la question suivante: quelle serait la source d'information utilisée par notre système, si deux ou plusieurs modalités lui étaient offertes simultanément ? Dans un grand pourcentage des cas (Klein & Posner, 1974; Welch & Warren, 1980), c'est la vision qui s'est révélée la modalité prédominante suivie dans l'ordre, par la kinesthésie et par l'audition. Un exemple de ce genre de recherche, est celle réalisée par Rock et Harris (1967). Ces auteurs, ont démontré, à l'aide d'un prisme, que même si l'objet touché par l'individu était d'une certaine forme (ex. circulaire) et que les afférences visuelles qu'il percevait lui indiquaient une image (ex. un carré)

ne s'associant aucunement avec sa perception tactile, il avait néanmoins tendance à accepter les informations visuelles comme étant les bonnes. Certains chercheurs, tels Smith & Marriot (1982) ont associé ces résultats à la possibilité que la vision aurait une propriété pouvant rééquilibrer le système proprioceptif lorsque celui-ci dévie de la norme. Une autre explication concernant ce phénomène serait une simple dominance de la vision sur la kinesthésie (Lefford, 1963; Attneave & Benson, 1969).

D'autres auteurs ont préféré entrevoir ce problème des façons suivantes: i) intramodale se référant à une tâche motrice perçue et reproduite par la même modalité (kinesthésique-kinesthésique ou visuelle-visuelle) ou ii) intermodale se caractérisant par un stimulus (input) provenant d'une modalité particulière (ex. kinesthésique) où l'"output" s'exécute à partir d'une autre modalité (ex. visuelle). Généralement, les résultats révèlent que, dans le cas d'une exécution intramodale, la vision semble permettre une exécution et une précision supérieures à celles d'une tâche réalisée à partir d'une exécution intramodale kinesthésique (Connolly & Jones, 1970;

Diewart & Stelmach, 1977)). En ce qui concerne les résultats intermodaux, il semble exister plusieurs études indiquant des opinions divergentes sur ce sujet. En effet, il n'est pas clair que la vision associée à la kinesthésie est plus précise que l'association kinesthésique et visuelle (Connolly & Jones, 1970; Diewart & Stelmarch, 1977; Johnson, 1980). Toutefois, Podbros, Wyke & Water (1981) ont, pour leur part, affirmé que le transfert de la vision à la kinesthésie à la vision est plus efficace que de la kinesthésique à la visuel (voir aussi, Leddage, 1965).

Deux Théories

Selon Jones (1975), il existe deux visions particulières de l'effet modal sur le développement d'un concept de l'espace. La première hypothèse suggère que nos sens (vision, audition et proprioception) sont tous autonomes. Cette autonomie, souligne Jones, favorise une conceptualisation de l'espace perçue individuellement par chacun de nos sens. Généralement, en ce qui a trait à la perception spatiale, la vision semble dominer de beaucoup les

autres sens et ce, pour la précision et pour la qualité des informations perçues. Von Senden (1960) ira même jusqu'à dire que toute connaissance réelle de l'espace est acquise à partir d'informations visuelles.

La seconde théorie suggère que les différentes modalités n'opèrent non pas individuellement, mais agissent ensemble pour former un système unifié (Jones, 1975). Sherrington (1947) fut l'un des premiers à proposer qu'il existe des liens anatomiques spécifiques entre l'aire sensorielle du cortex et l'aire motrice. Cette observation favoriserait la possibilité de l'existence d'un système unifié. L'affirmation de Sherrington semble donc inférer que la perception de l'espace ne dépendrait pas uniquement des afférences visuelles, mais bien de la fusion des sens dont la vision ne serait qu'un des éléments (Leonard & Newman, 1967). Leonard et al. (1967), après avoir observé chez de jeunes aveugles mâles n'éprouvant aucune difficulté à suivre une route dont le trajet leur était inconnu, ont conclu qu'un individu ne dépend pas uniquement de la vision pour imaginer la structuration de l'espace qui l'entoure.

L'Aveugle Comparé au Voyant

La comparaison entre aveugle et voyant est une des approches les plus populaires chez les chercheurs qui veulent inférer sur la contribution de la vision, ou du manque de celle-ci, sur le développement de la perception spatiale. En effet, priver un individu, lors de sa naissance, de toute information visuelle pour ensuite en rapporter les effets sur son développement, est chose pratiquement impossible à réaliser. Par conséquent, on comprend l'importance que joue le rôle de l'aveugle, dans les études cherchant à déterminer la contribution que font certaines modalités (spécialement vision et kinesthésie) au dans le mouvement et dans la perception de celui-ci.

A première vue, il appert que l'individu, dépourvu de la vision, éprouve certaines difficultés lors de l'exécution de plusieurs performances motrices. En effet, cette constatation est particulièrement vraie et est relativement facile à observer chez l'aveugle congénital qui, à cause de sa cécité, semble être le plus défavorisé lorsque comparé à des individus normaux (Axelrod,


1959; Hatwell, 1959; Pardew & Long, 1970).. Il existe cependant, une certaine quantité d'études (Brown, 1968; Gomulicki, 1961) montrant, entre autre, qu'avec l'âge donc, qu'avec l'expérience, les aveugles congénitaux peuvent réduire considérablement l'écart qui les sépare des voyants et ce, lors de performances motrices utilisant un "stylus and a life-size maze" (Warren, Anooshian & Bollinger, 1973). Certains auteurs iront même jusqu'à dire que l'aveugle de naissance peut dans certains cas (localisation d'un point cutané; localisation kinesthésique d'un mouvement), surpasser la performance de sujets normaux (ex. Hunter, 1954; Jones, 1972, 1975; Pick & Pick, 1966).

Néanmoins, ce qui ressort généralement de ces études, est que la vision semble être une source indispensable d'information qui, si elle n'est pas disponible, restreint considérablement l'individu dans ses capacités de développer adéquatement la perception de son propre corps dans l'espace ainsi que la conceptualisation du monde extérieur (Held & Hein, 1963; Paillard & Brouchon, 1974) . En effet, maintes études (Attneave & Benson, 1969; Axelrod, 1959; Buell, 1950; Lefford, 1963; Pardew & Long, 1970; Renshaw, 1930) mettent en valeur la nécessité

de posséder un circuit afférentiel visuel permettant une meilleure exécution des performances faites dans l'espace.

L'Aveugle Congénital Comparé à l'Aveugle Accidentel

Rieser, Lackman & Pick (1980) ayant étudié le rôle de la vision dans l'acquisition de la connaissance de l'environnement spatial, que l'information visuelle était une source afférentielle très importante (voir aussi Russel, 1976). En fait, ils obtinrent des résultats surprenants concernant l'habilité des aveugles accidentels à se diriger à l'intérieur d'un espace restreint (ex. un appartement). Toutefois, les conclusions tirées de cette étude, ont été quelque peu biaisées par le fait que les auteurs ont choisi d'observer des aveugles possédant, au préalable, des capacités à s'orienter dans l'espace et non pas des aveugles accidentels choisis au hasard. Cependant, leurs résultats semblent infirmer que la vision, ou l'expérience de celle-ci, aide considérablement au développement d'une représentation interne de l'espace. Connolly & Jones (1970), Marteniuk (1976) et Posner, (1967),



semblent eux aussi appuyer une telle hypothèse. L'aveugle congénital, lorsque comparé à l'aveugle accidentel, démontre une capacité moindre à se situer spatialement. D'autres études ont aussi indiqué un phénomène semblable. En effet, plusieurs auteurs (Pick, 1974; Warren, Anooshian & Bollinger, 1973) ont conclu que la différence entre les deux groupes d'aveugles se situe au niveau de l'expérience puisque l'aveugle accidentel a l'avantage d'avoir déjà fait l'expérience de la vision alors que l'aveugle congénital n'a jamais eu un tel privilège.

Colley & Colley (1981) observèrent une différence entre aveugles congénitaux et aveugles accidentels lors d'un test évaluant leur précision à reproduire un mouvement évalué en distance et en localisation. Les deux groupes reproduisirent la localisation avec une plus grande précision que la distance. Cette observation faite par Colley et al. fut aussi observée par Jones (1974), Laabs (1973), Marteniuk (1973), Marteniuk & Roy (1972), ainsi que Roy (1977). Ces derniers conclurent que la localisation finale d'un mouvement était mieux encodée que la distance d'un même mouvement. Colley & Colley (1981) attribuèrent leurs observations au

manque d'expérience visuelle de la part de l'aveugle congénital. Russell (1976) pour qui la vision est la forme la plus précise d'information, affirme que l'aveugle accidentel utilise une stratégie basée primordialement sur sa mémoire visuelle. En effet, les aveugles de naissance indiquèrent, après une performance, qu'ils essayaient de se rappeler de l'angle de leur bras et/ou du temps écoulé pour faire le mouvement. Les aveugles accidentels ont, pour leur part, affirmé avoir utilisé une forme d'imagerie mentale leur permettant de se faire une représentation interne de l'appareil expérimental, de se voir faire le mouvement et de se représenter l'angle de leurs bras au moment de l'arrêt.

En conclusion, il est possible de constater que le problème de la codification des divers paramètres du mouvement est loin d'être résolu. En effet, il n'est pas certain que le mouvement soit encodé à partir du système visuel, du système kinesthésique ou encore du système visuo-kinesthésique. Il n'est pas clair, non plus, que certains paramètres tels la direction et la distance d'un mouvement, soient encodés à partir d'une seule modalité (unimodale) ou encore par

plusieurs modalités (intégratif). Le but de la présente étude a donc été de trouver une réponse à la question de l'encodage de la localisation, de la direction et de la distance. Plus précisément, cette étude nous a permis d'accroître notre connaissance quant à la façon dont les aveugles et les voyants encodent ces divers paramètres d'un mouvement.

Enoncé du Problème

Le problème posé dans cette étude consistait à déterminer la ou les modalités utilisées par l'aveugle et par le voyant pour encoder la direction, la distance, et la localisation d'un mouvement.

Hypothèses

S'il est vrai que les afférences visuelles renseignent quant à la direction d'un mouvement (Boucher et al., 1982, 1985; Diewert, 1976; Hall et Leavitt, 1977), l'aveugle qui n'a pas la possibilité d'utiliser l'information visuelle lors

d'un mouvement de pointage, devrait alors produire plus d'erreurs en direction qu'un individu ayant accès à l'information visuelle lors d'un même geste de pointage.

S'il est vrai que les afférences kinesthésiques renseignent quant à la distance d'un mouvement (Posner et Konick, 1966) et qu'un mécanisme de compensation puisse exister chez l'aveugle (Critchely, 1950; Rice, 1969; Worchel, 1951), alors ce dernier devrait produire moins d'erreurs en distance qu'un voyant lors d'un geste de pointage en situation kinesthésique.

Enfin, si les observations faites par Connolly & Jones (1970) et Diewert (1975) sont légitimes et que la localisation d'un mouvement puisse être encodée tant par le système kinesthésique que visuel, alors il est probable qu'aucune différence significative ne soit observée entre l'aveugle et le voyant.

Importance et Originalité de l'Etude

La présente étude a permis de répondre partiellement aux problèmes soulevés par Millard (1981) scit:

how do the blind and sighted code information about shape, distance, location, and direction when the information comes through touch and movement ? (pp. 281-282).

L'originalité de cette étude provient d'un domaine qui, jusqu'ici, a suscité peu d'intérêt chez les chercheurs: celui de la coordination visuo-motrice d'un mouvement de pointage évalué en direction, en distance, et en localisation chez des aveugles congénitaux et accidentels.

Définition des Termes

Aveugle: une personne est considérée "aveugle" si son acuité visuelle (deux yeux), lorsque munie de lunettes appropriées, est de 20/200 (6/60) ou moins selon le tableau de Snellen, ou l'équivalent, si le diamètre de son champ de vision (deux yeux) est moins de 20 degrés (Legal blindness as defined

in blind persons regulations revoked and new. P.C. 1962-1038, july 25, 1962 Ottawa, Ontario).

Aveugle congénital (AC): une personne répondant à la définition de "l'aveugle" et l'étant depuis sa naissance.

Aveugle accidentel (AA): une personne répondant à la définition de "l'aveugle" et l'étant devenu à la suite d'une maladie ou d'un accident.

Erreur de direction: c'est l'angle en degrés formé par deux vecteurs ayant un point d'origine identique.

Erreur de distance: c'est la différence qui existe en longueur entre deux vecteurs après avoir éliminé l'erreur en direction.

Erreur de localisation: c'est la différence qui existe entre les coordonnées du déplacement final d'un mouvement critère et du déplacement final de la reproduction du dit mouvement. Formule mathématique: $((by-ay)^2 + (bx-ax)^2)^{1/2}$.

Système Kinesthésique: ce système comprend les afférences provenant des récepteurs sensibles à l'étirement (organes tendineux de Golgi; articulations); du fuseau neuro-musculaire; des récepteurs somatiques répondant à la stimulation mécanique de la peau, des poils ou des tissus sous-jacents (corpuscule de Pacini).

Pointage: geste consistant à identifier un point cible sur une surface appropriée et à le repérer à l'aide d'une aiguille placée au bout de l'index droit.

Système Visuel: ce système est constitué depuis la cornée jusqu'à la rétine comprenant une succession de tissus dont l'indice de réfraction est différente d'un tissu à l'autre. Les informations traversant ce système se rendent via le nerf optique au niveau des aires 17, 18 et 19 du cortex cérébral.

CHAPITRE II

Méthodologie

Si l'on en juge par les résultats expérimentaux cités dans la section précédente, les afférences visuelles et kinesthésiques contribuent à l'encodage d'un mouvement. De fait, il appert que chez les voyants, la vision peut être associée à la composante directionnelle d'un mouvement, alors que les afférences kinesthésiques peuvent contribuer à codifier la distance. Le problème sous-tendant la présente étude a donc été d'évaluer si ces résultats pouvaient aussi être observés chez des aveugles. Si la vision renseigne quant à la direction d'un mouvement, les aveugles congénitaux devraient donc produire plus d'erreurs en direction que les voyants. Toutefois, si Critcheley (1950) a raison en affirmant que "the congenitally-blind person may develop somesthetic hypersensitivity in the absence of vision", il est alors possible qu'aucune différence ne soit observable entre les voyants et les aveugles quant à la précision en direction de leurs mouvements. De même, si le système kinesthésique renseigne au sujet de la distance d'un mouvement et si on admet qu'une certaine compensation de nature

kinesthésique puisse exister, les aveugles congénitaux ainsi que les aveugles accidentels devraient faire moins d'erreurs en distance que les voyants. Finalement, si la précision des performances motrices chez les aveugles est reliée au nombre d'années d'exposition à la cécité, alors les aveugles de naissance devraient faire plus d'erreurs en direction et en distance que les aveugles accidentels. Toutefois, si une compensation est possible de la part de l'aveugle congénital, cette situation ne sera pas nécessairement observable. Le but de la présente étude sera donc d'évaluer la validité de ces hypothèses.

Sujets

Cent trente six sujets volontaires de sexe masculin et féminin (âgés de 16 à 50 ans), ont été recrutés et divisés en quatre groupes de trente quatre individus chacun: 1^e - Aveugle congénital (AC); 2^e - Aveugle accidentel (AA); 3^e - Voyant avec vision (V) et 4^e - Voyant avec kinesthésie (K). Une description détaillée de ces quatre groupes se retrouve à l'intérieur de l'appendice B, tableau

B1. La classification des groupes AC et AA a été faite selon les normes établies par l'Institut Canadien pour les Aveugles (I.N.C.A.). Les sujets des groupes contrôle et expérimental ont été recrutés au sein de la population professionnelle et étudiante de l'université d'Ottawa.

Tâche Expérimentale

Justification de la Tâche: une quantité de facteurs peuvent influencer sinon contrôler, de façons significative les résultats de la production et de la reproduction d'un mouvement. Il est donc crucial de connaître et de contrôler ces diverses variables. L'effet de la durée de l'intervalle de temps inséré entre la production du mouvement critère et sa reproduction (voir Boucher et al. 1982) en est un exemple. Plus encore, si on ajoute une certaine quantité d'activité, verbale ou autre, il semble que l'oubli est plus marqué. Les études portant sur l'évaluation d'un mouvement en localisation et en distance, ont démontré que la reproduction de la distance d'un mouvement semble être affectée beaucoup plus par l'intervalle de temps entre la production et de la reproduction

d'un mouvement critère, que par l'interférence causée par l'imposition d'une activité verbale ou motrice. Quant à la localisation du mouvement, il semble que l'effet contraire a été observé. En effet, la localisation semble être beaucoup plus affectée par l'imposition d'une activité verbale ou motrice alors que l'intervalle de temps entre la production et la reproduction du mouvement critère ne semble pas avoir d'effet significatif. Donc, dans le but de minimiser les effets de ces variables sur les résultats, il a été décidé que la production et la reproduction du geste critère seraient exécutées sans avoir à attendre un laps de temps prédéterminé et sans y avoir d'interférence.

Une autre variable assez intéressante est la question du choix d'un mouvement présélectionné ou imposé. La supériorité d'un mouvement présélectionné (preselected, subject-defined) sur un mouvement imposé (constrained, experimenter-defined), a été observée et ce, tant pour la localisation que pour la distance d'un mouvement (Kelso et Wallace, 1978). Dans certaines études dont celles de Jones (1974), de Marteniuk (1973), de Roy (1976, 1978), de Roy & Diewert (1975) ainsi que de Stelmack, Kelso et Wallace

(1975), il a été observé que si on permet à un sujet de produire un mouvement critère de son choix (preselected movement), non seulement la localisation initiale du mouvement lors de la reproduction est supérieure, mais la distance du mouvement est aussi grandement améliorée. Dans le cas d'une tâche présélectionnée, il a été observé que la distance pouvait être conservée en mémoire plus longtemps que lors d'une tâche non-présélectionnée, démontrant ainsi que la distance pouvait possiblement être encodée centralement (Jones, 1974; Marteniuk, 1973; Roy, 1976; Roy et Diewert, 1975). En ce qui concerne la présente étude, les quatre groupes auront à déterminer la direction, la distance ou la localisation de leurs mouvements.

Un mouvement est effectué de façon plus précise s'il n'y a pas d'intervalle de temps, de tâches verbales ou d'autres interférences imposés au sujet entre la production et la reproduction du mouvement critère. La présélection d'un mouvement semble, elle aussi, être un facteur favorisant la précision de l'exécution d'un mouvement. Il n'est donc pas surprenant de constater que grâce à cette découverte que d'autres facteurs ont été étudiés et

que d'autres différences ont été observées sur la précision de la reproduction d'un mouvement. En effet, la longueur du geste semble être une variable pouvant influencer la précision d'un mouvement. Généralement, il a été noté qu'un mouvement court est plus précis qu'un mouvement long. Plus encore, Gundry (1975) ainsi que Keele et Ells (1972), ont indiqué que leurs sujets utilisent probablement d'informations provenant de la distance d'un mouvement pour reproduire des mouvements courts, alors que pour effectuer des mouvements plus longs, ils se servent de d'information dérivant de la localisation du mouvement (voir aussi Stelmach, 1970).

Posner et Keele (1968) ont démontré que l'information relative à la reproduction de mouvements courts demeure en mémoire beaucoup plus longtemps s'il n'y a pas d'activité introduite entre le mouvement critère et la reproduction de ce mouvement. De plus, ils ont aussi souligné que la reproduction de mouvements longs n'est affectée ni par un repos, ni par une activité effectuée entre le mouvement critère et sa reproduction. Stelmach et Wilson (1970) ont fait les mêmes observations sans, toutefois avoir obtenu des résultats

identiques relatifs aux mouvements longs. En effet, ils ont remarqué qu'une tâche imposée entre le mouvement critère et la reproduction de ce mouvement, semblait affecter la précision de la reproduction en longueur du mouvement.

Laabs (1974) et Diewert (1975) ont aussi contribué à la recherche en ce domaine. Ils ont observé que la reproduction de mouvements courts est beaucoup moins variable que la reproduction de mouvements longs. Dans une étude subséquente, Diewert (1976) ne constata aucune différence entre l'amplitude de mouvements courts ou de mouvements longs. Quant à l'erreur en direction du mouvement, elle semblait être pour sa part, moins variable lors de la production de mouvements longs que lors de la production de mouvements courts. Enfin, Laabs (1973) observa que parmi les des deux mouvements (courts et longs), les mouvements courts étaient les plus précis.

En ce qui concerne la longueur et la précision de divers mouvements, il semble que les mouvements courts sont plus précis que les mouvements longs. Le mouvement court semble être plus précis en distance qu'en localisation, alors que le mouvement

long est plus précis en localisation qu'en distance. Lors de la présente étude, on a demandé aux sujets d'utiliser la totalité de la surface de pointage.

La Tâche: La tâche utilisée dans cette étude est similaire à celle employée par Boucher et al. (1982, 1985). Ainsi, les sujets (AA, AC, K) ont été soumis à une tâche de pointage en boucle ouverte (open loop) dans laquelle ils ont eu à localiser, à l'aide de l'index droit et sans l'aide de la vision, un point-cible dont la position dans l'espace a été identifiée (situation kinesthésique) par le sujet lors d'un premier geste de pointage (figure 1). Les sujets du groupe "V" ont observé visuellement l'emplacement du point-cible que leur a indiqué l'expérimentateur, pour ensuite localiser ce même point sans l'aide de la vision.

Appareil Expérimental

Le dispositif expérimental (figure 2) était essentiellement le même que celui utilisé par Boucher, Denis & Landriault (1985). L'appareil expérimental se composait d'une surface de pointage (figure 3), d'une boîte en bois adaptée aux besoins de cette expérience (figure 4) et d'une

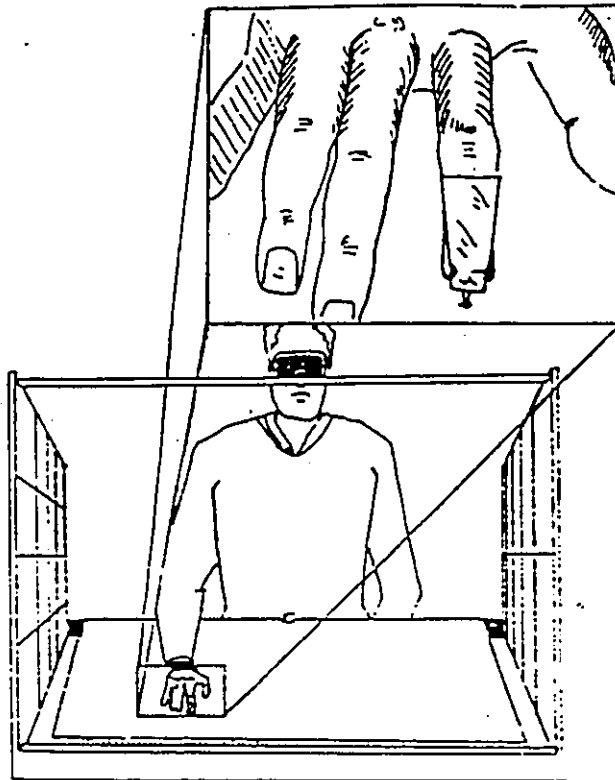


Figure 1. Dispositif Expérimental - Localisation de la cible.

éclisse de métal munie d'une aiguille fixée à l'index du sujet (figure 5).

Surface de Pointage: la surface de pointage (45 cm. x 60 cm.) était faite de bois et était recouverte d'un morceau de "styrofoam" d'égales dimensions. Une zone de départ de 2 cm. de diamètre sur laquelle était reposaient le pouce et l'index droits du sujet dans l'attente du geste de

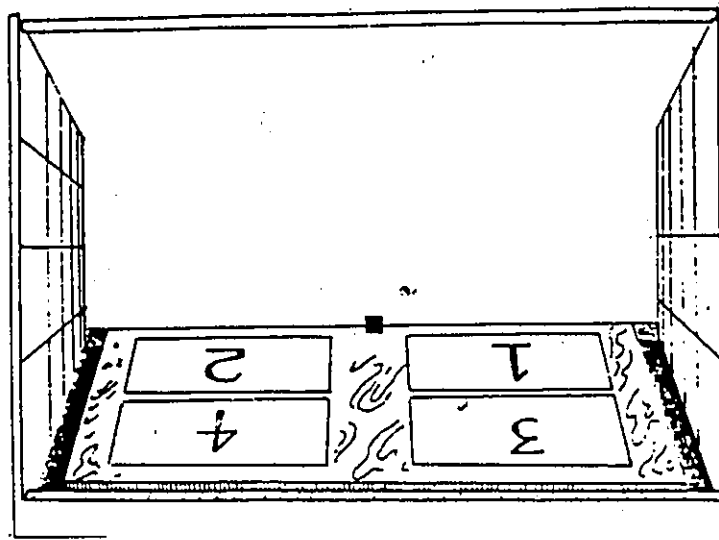


Figure 2. Dispositif Expérimental. - Surface de pointage - Boîte en bois.

pointage, était située au centre (i. e. 30 cm.) du côté du cadre le plus rapproché du sujet et parallèle à ce dernier. Une feuille blanche semi-transparente recouvrant la surface de pointage a servi à l'enregistrement des points-cible et des points de rappel.

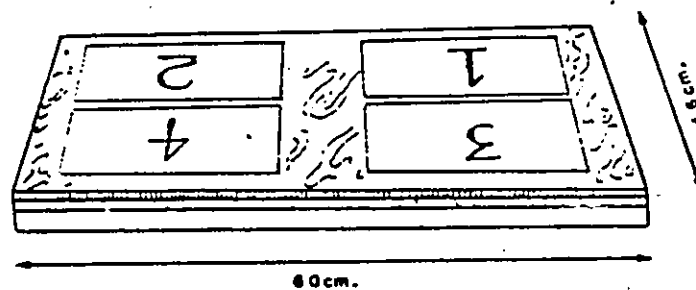


Figure 3. Dispositif Expérimental - Surface de pointage

Eclisse de Métal avec Aiguille: pour enregistrer l'emplacement du mouvement critère (point-cible) et la reproduction de ce dernier, le sujet était muni

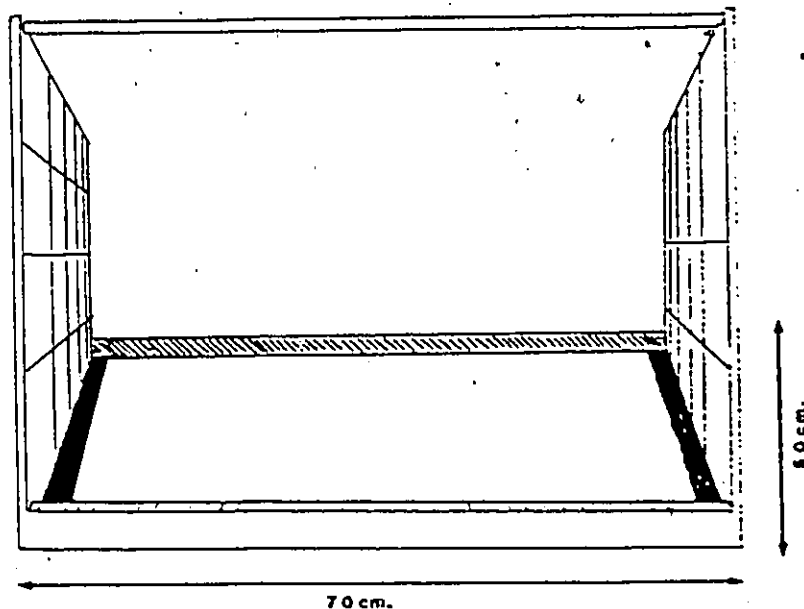


Figure 4. Dispositif Expérimental - Boîte en bois.

d'une éclisse de métal ayant à son extrémité une petite aiguille. Cette éclisse était insérée au bout de la troisième phalange de l'index droit du sujet (figure 5), lui permettant ainsi de percer la surface de pointage (feuille blanche). Ceci fait, il ne resta plus qu'à l'expérimentateur d'identifier, à l'aide d'un crayon, l'emplacement exact des deux perforations.

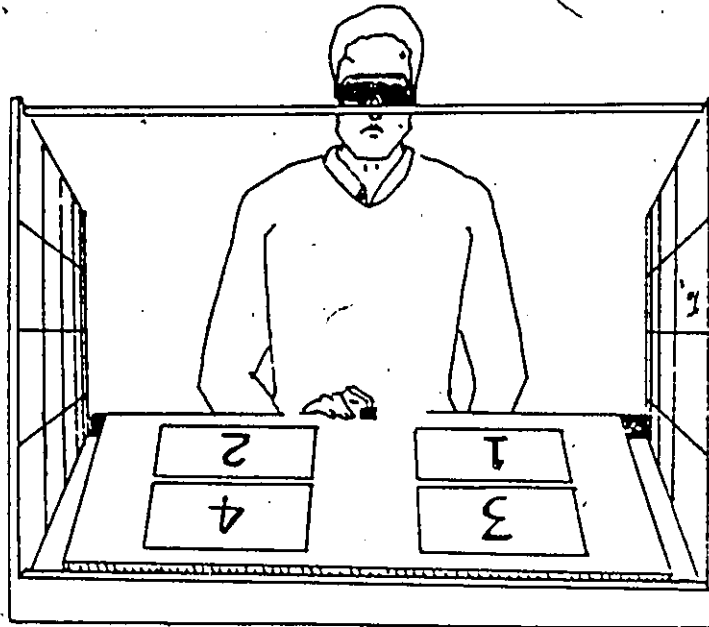


Figure 5. Dispositif Expérimental - Surface de pointage - Zone de départ.

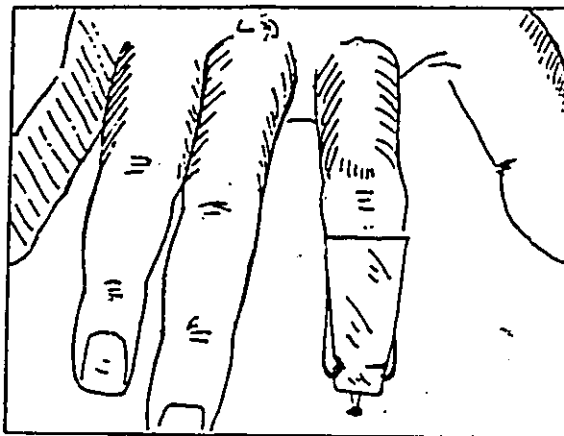


Figure 6. Eclisse de métal munie d'une aiguille fixée à l'index droit.

Procédure Expérimentale

Chaque sujet était soumis, au cours d'une seule séance d'une durée approximative de 15 minutes, à une série de 12 gestes de pointage. Ces gestes de pointage comprenaient 1) l'identification soit kinesthésique (groupes AC, AA, K) ou visuelle (groupe V) de l'emplacement du point-cible et 2) de son rappel en boucle ouverte. En début d'expérience, les participants ont effectué deux essais qui n'ont pas été considérés dans les résultats. Cette procédure leur a permis de se familiariser avec la condition expérimentale qui suivait. Finalement, au cours de l'expérimentation, l'accent a été placé sur la précision du geste et non pas sur sa rapidité.

Protocole Expérimental

- A son arrivée dans la pièce, le sujet était invité à prendre place sur la chaise devant l'appareil. Chaque sujet était assis de façon à ce que le bloc de départ en "styrofoam" (centre de l'appareil) soit situé exactement au centre de son corps (sternum). De plus, la hauteur et la distance de la chaise dans laquelle le sujet était assis,

étaient ajustées de façon à ce que le bras de celui-ci forme un angle de 90° avec la surface de l'appareil.

- L'expérimentateur fixait à l'index droit du sujet une éclisse de métal munie d'une aiguille servant au pointage.

- Par la suite, l'expérimentateur demandait au sujet de porter une paire de lunettes opaques (groupes AC, AA, C) tout au long de la période expérimentale.

- L'expérimentateur demandait au sujet d'explorer tactilement (groupes AC, AA, C) ou visuellement (groupe V) la surface de l'appareil situé devant lui, ou elle.

- L'expérimentateur indiquait que le "petit monticule" (bloc de départ en "styrofoam") se trouvant au centre de l'appareil, était le point de départ de tout mouvement.

- l'expérimentateur expliquait au sujet qu'il y avait deux mouvements à exécuter, 1) le mouvement critère ou cible et 2) la reproduction de ce

mouvement.

- L'expérimentateur ajoutait à cette explication que l'exécution d'un mouvement identique, devrait conduire au même pointage que celui du mouvement critère.

- L'expérimentateur soulignait au sujet que celui-ci ne devrait en aucune circonstance se servir du cadre de bois entourant la surface de pointage pour se guider ou pour s'orienter.

- Finalement, l'expérimentateur demandait au sujet de répartir ses douze gestes de pointage en utilisant, autant que possible, la totalité de la surface de pointage.

- L'expérimentateur, finalement demandait au sujet s'il avait bien compris les directives. Si le sujet répondait affirmativement, l'expérimentateur lui faisait faire ses deux essais préliminaires. Toutefois, si le sujet répondait négativement, l'expérimentateur reprenait les explications étape par étape.

- La position initiale était celle illustrée à la figure 6.

- Au signal de l'expérimentateur, le sujet des groupes AC, AA, K, déterminaient l'emplacement du point-cible en faisant l'extension de leur bras et en y perforant cette dernière (voir figure 1).

- Le sujet du groupe expérimental (V) devait suivre attentivement des yeux le crayon que déplaçait l'expérimentateur au dessus de la surface de pointage. Au signal donné par le sujet (V), il arrêtait et identifiait le point cible sur la surface de pointage. Alors, l'expérimentateur retirait sa main de la surface de pointage et éteignait la lumière. Le sujet (V), à l'aide d'un pointage tentait de retrouver l'emplacement exact du point cible fait par l'expérimentateur.

- Suite à la perforation de la surface de pointage, le sujet des groupes AC, AA, et K retirait son index droit de la cible pour le déposer sur la zone de départ en préparation pour le geste de rappel.

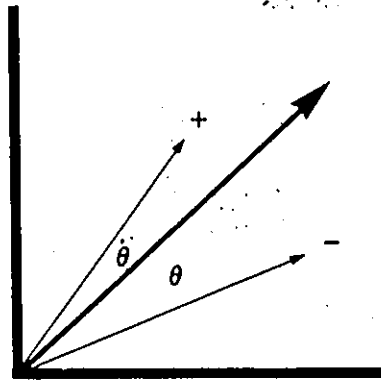
- Après un délai de deux secondes, le sujet (groupes AA, AC, K, V) devait, au signal de l'expérimentateur repérer le point cible sur la surface de pointage en introduisant dans la surface de pointage là où il l'a cru situé, l'épingle qui avait été fixée à son index droit.

- Le sujet ayant réalisé la perforation, retirait son index droit pour ensuite le déposer sur la zone de départ (bloc de "styrofoam") et se prépara pour l'essai suivant.

Calcul de l'erreur

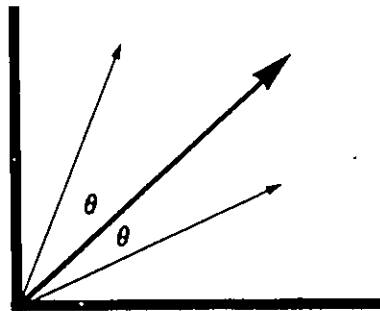
Erreur Algébrique en Direction: une erreur algébrique en direction est dite positive lorsque le vecteur de la reproduction du mouvement de pointage se retrouve à la gauche du vecteur du mouvement critère (dessin A "+").

Une erreur algébrique en direction est dite négative lorsque le vecteur de la reproduction du mouvement de pointage se retrouve à la droite du vecteur formé par celui du mouvement critère (dessin A "-").



Dessin A. Erreur algébrique en direction positive "+" et négative "-".

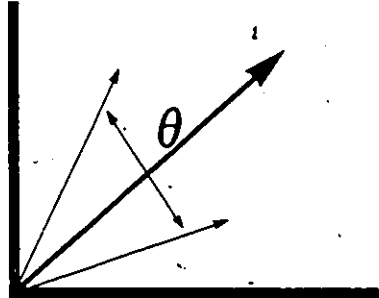
Erreur absolue en Direction: L'erreur absolue en direction a été calculée en prenant la valeur absolue de l'erreur sans considération pour sa valeur positive ou négative (dessin B).



Dessin B. Erreur absolue en direction.

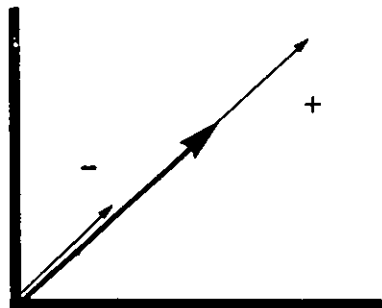
Erreur variabilité en Direction: L'erreur de la variabilité en direction a été calculée en prenant la plus grande erreur algébrique positive et négative pour ensuite calculer la différence entre

la moyenne de ces deux extrêmes (dessin C).



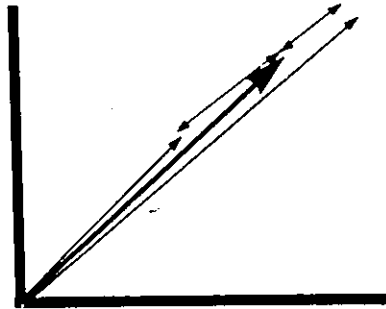
Dessin C. Erreur variabilité en direction.

Erreur Algébrique en Distance: Une erreur algébrique en distance est dite positive lorsque la reproduction du mouvement de pointage surpasse celui de la longueur du mouvement critère (dessin D "+"). Une erreur algébrique en distance est dite négative lorsque la reproduction du mouvement de pointage est moins long que celui du mouvement critère (dessin D "-").



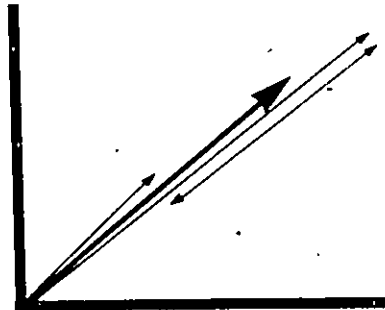
Dessin D. Erreur algébrique en distance positive "+"
et négative "-".

Erreur absolue en Distance: L'erreur absolue en distance a été calculée en prenant la valeur absolue de l'erreur sans considération pour sa valeur positive ou négative (Dessin E).



Dessin E. Erreur absolue en distance.

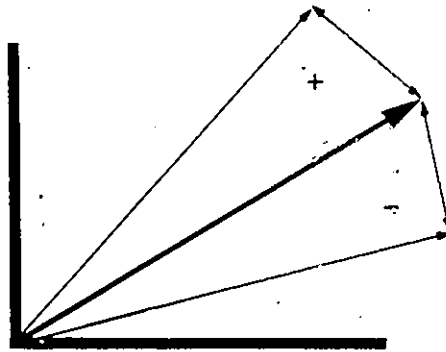
Erreur variabilité en Distance: L'erreur de la variabilité en distance a été calculée en prenant la plus grande des erreurs algébriques positive et négative pour ensuite en calculer la différence (dessin F)



Dessin F. Erreur variabilité en distance.

Erreur Algébrique en Location: Une erreur algébrique en localisation est dite positive lorsque la somme des erreurs produites par l'erreur de direction et de distance de la reproduction d'un mouvement de pointage est supérieur en direction et en distance au mouvement critère (dessin G "+").

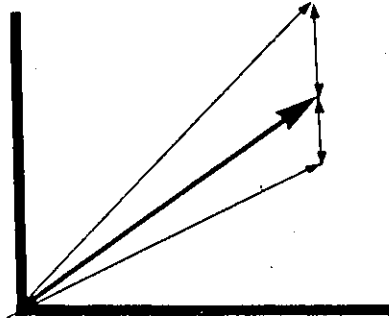
Une erreur algébrique en localisation est dite négative lorsque la somme des erreurs produites par l'erreur de direction et de distance de la reproduction d'un mouvement de pointage est inférieur en direction et en distance au mouvement critère (dessin G "-").



Dessin G. Erreur algébrique en location positive "+" et négative "-".

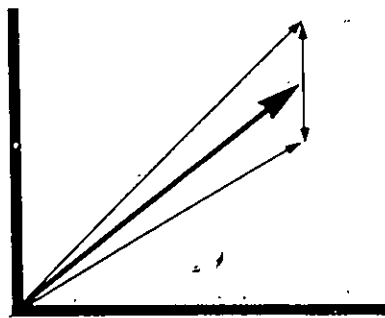
Erreur absolue en localisation: L'erreur absolue en localisation a été calculée en prenant la valeur absolue de l'erreur en direction et en distance

sans considération pour sa valeur positive ou négative (dessin H).



Dessin H. Erreur absolue en location.

Erreur variabilité en localisation: L'erreur de la variabilité en localisation a été calculée en prenant la plus grande des erreurs algébriques positives et négatives de la somme de l'erreur en direction et en distance pour ensuite en calculer la différence (dessin I).



Dessin I. Erreur variabilité en location.

Procédure Statistique

Dans le but de déterminer l'influence de la vision et/ou de la kinesthésie lors de l'exécution d'un geste de pointage, les résultats représentés par la moyenne algébrique, absolue et de variance des erreurs obtenues en directions, en distances, et en localisations seront soumises à une analyse de variance (ANOVA). Si une différence significative est obtenue, une analyse post-hoc de Tukey sera alors entreprise dans le but d'identifier avec précision le ou les groupes responsables de cette différence.

CHAPITRE III

Résultats

Cette étude avait pour but d'observer le rôle que joue le système visuel et/ou kinesthésique lors de l'encodage d'un geste de pointage évalué en direction, en distance et en localisation. Cent trente six sujets divisés en quatre groupes (aveugle congénitaux (AC); aveugles accidentels (AA); voyants contrôles (K); et voyants expérimentaux (V)), ont participé à une série de gestes de pointage. La moyenne des erreurs algébriques absolues et de variance, obtenue pour les variables de direction, de distance et de localisation apparaissent aux tableaux A1, A2 et A3 (Voir appendice A).

Les moyennes algébriques, absolues et de variance, ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA). Celle-ci a révélé que des différences significatives ($p < .05$) existaient entre les différents groupes au niveau des erreurs algébriques en distance et en localisation, d'une part et des erreurs de variance en localisation, d'autre part (tableau 1). Aucune différence

significative ne fut observée pour les erreurs absolues.

Tableau 1

Résultats significatifs des Analyses de Variance
(ANOVA)

| Source | <u>dl</u> | <u>SC</u> | <u>MC</u> | <u>F</u> | <u>P > F</u> |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------------|
| Erreur Algébrique | | | | | |
| Direction | 3 | 11.6896 | 3.8965 | 1.27 | 0.2877 |
| Erreur | 132 | 405.2527 | 3.0701 | | |
| Distance | 3 | 11.4272 | 3.8091 | 4.38 | 0.0056 * |
| Erreur | 132 | 114.7052 | 0.8690 | | |
| Localisation | 3 | 3.3153 | 1.1051 | 2.76 | 0.0445 * |
| Erreur | 132 | 52.7704 | 0.3998 | | |
| Erreur Absolue | | | | | |
| Direction | 3 | 1.6976 | 0.5659 | 0.61 | 0.6071 |
| Erreur | 132 | 121.6453 | 0.9216 | | |
| Distance | 3 | 1.1101 | 0.3700 | 1.51 | 0.2155 |
| Erreur | 132 | 32.3965 | 0.2454 | | |
| Localisation | 3 | 2.3376 | 0.7792 | 2.20 | 0.0921 |
| Erreur | 132 | 46.9405 | 0.3556 | | |
| Erreur de Variance | | | | | |
| Direction | 3 | 7.0342 | 2.3447 | 2.47 | 0.0647 |
| Erreur | 132 | 125.2810 | 0.9491 | | |
| Distance | 3 | 0.9415 | 0.3138 | 1.90 | 0.1334 |
| Erreur | 132 | 21.8533 | 0.1656 | | |
| Localisation | 3 | 6.1601 | 2.0533 | 3.50 | 0.0175 * |
| Erreur | 132 | 77.5161 | 0.5872 | | |

* Résultats significatifs à $P < .05$

Erreurs en Direction

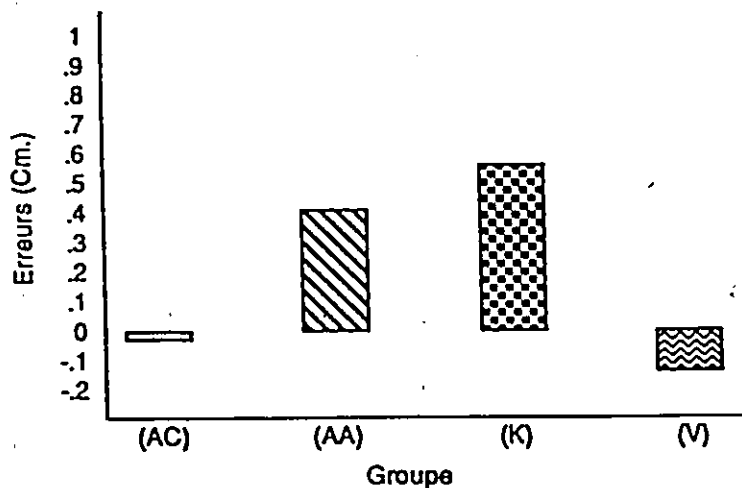
Les résultats de l'analyse de variance (ANOVA), à partir des erreurs algébriques, absolues et de variances, ont démontré qu'il n'y avait aucune différence significative en direction entre les quatre groupes participants à cette expérience. Ces résultats semblent donc révéler qu'un individu peut, lorsque dépourvu d'afférence visuelle, utiliser une source kinesthésique d'information pour reproduire la composante directionnelle de son geste de pointage.

Erreurs en Distance

Les résultats de l'analyse de variance (ANOVA) ont démontré qu'il n'y avait aucune différence significative en distance lorsque l'analyse des données est faite à partir de valeurs absolues et de valeurs de variance. Toutefois, une différence significative a été observée en utilisant les données algébriques ($F(3,132) = 4.38, p < .05$). Une analyse post-hoc de Tukey révèle que la source du résultat significatif provient de la différence des moyennes obtenues (figure 7) entre le groupe de voyants contrôle (+0.5683 Cm.) et le groupe de

voyants expérimental (-0.1375). Il appert donc, que le groupe contrôle (K) est moins précis lors de la reproduction de la distance de leur déplacement initial que le groupe expérimental (V). De plus, les moyennes obtenues semble indiquer que le groupe contrôle a tendance à surestimer la distance de la reproduction de leur mouvement de pointage, alors que le groupe expérimental la sous-estime.

Figure 7: Moyennes des Erreurs Algébriques en Distance.

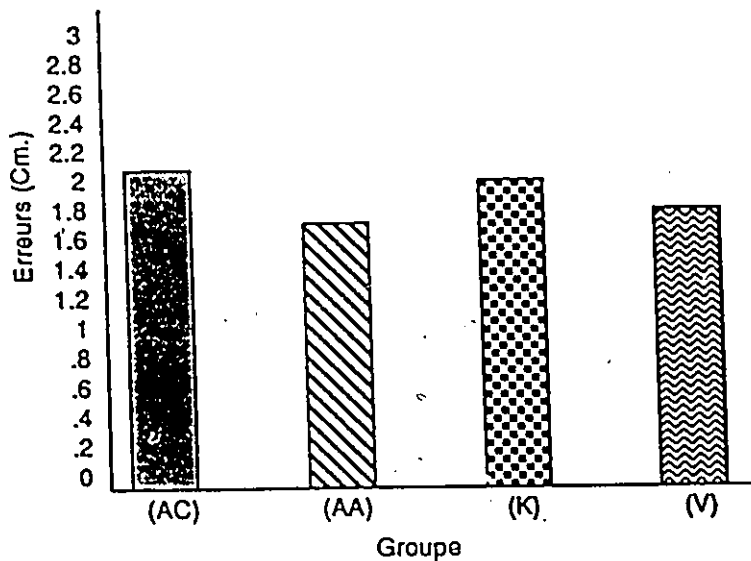


Erreurs en Localisation

Quant à ce troisième et dernier paramètre, l'analyse statistique (ANOVA) a révélé deux différences significatives. La première a été observée à partir de l'analyse algébrique des

erreurs en localisation ($F(3,132)=2.76, p < .05$). Une analyse post-hoc de Tukey n'a cependant pas été en mesure de déterminer le ou les groupes responsables de cet effet. En fait, les moyennes obtenues pour chacun des groupes était relativement égale (figure 8).

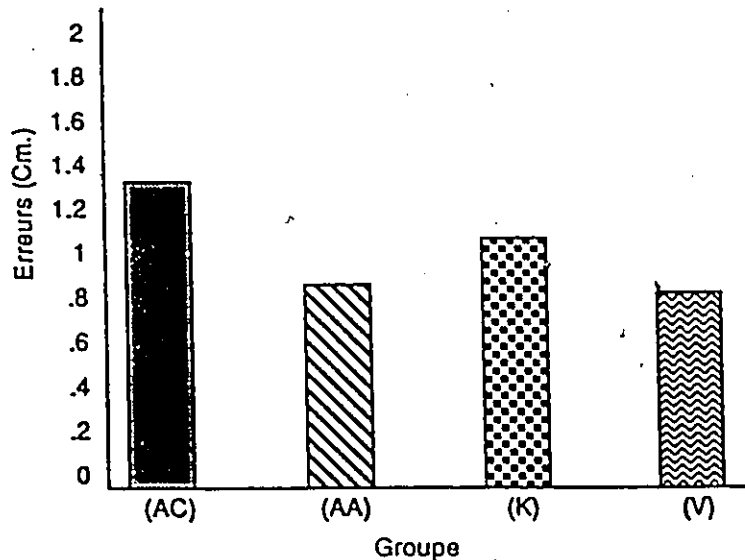
Figure 8: Moyennes des Erreurs Algébriques en Localisation



La deuxième différence significative ($F(3,132) = 3.50, p < .05$) a été obtenue à partir de l'analyse de variance. Selon les résultats de l'analyse de Tukey, cette différence est attribuable au groupe d'aveugles de naissance (AC) et au groupe de voyants expérimental, (V). En effet, lorsqu'on observe la moyenne de ces deux groupes (figure 9), on remarque que le premier semble posséder une

variabilité plus grande (+1.3463Cm.) que le second (+0.8131 Cm.).

Figure 9: Moyennes des Erreurs de Variances en Localisation



En conclusion, il semble qu'un individu atteint de cécité puisse généralement reproduire, à partir d'une source kinesthésique d'information, un geste de pointage évalué en direction, en distance et en localisation. Toutefois, il appert qu'un aveugle de naissance, puisse reproduire la localisation d'une cible avec une variabilité significativement plus grande que ne le ferait un voyant à partir d'informations visuelles. Finalement, les résultats indiquent qu'un voyant dépourvu d'informations visuelles, éprouve certaines difficultés à reproduire avec précision la distance d'un geste de pointage.

CHAPITRE IV

Discussion

A partir des résultats obtenus dans cette étude, on observe, qu'en général, un individu souffrant de cécité peut reproduire adéquatement la direction, la distance et la localisation d'un geste de pointage. Ces résultats entraînent donc le rejet des deux premières hypothèses et l'acceptation de la troisième.

Erreur en Direction

Les résultats obtenus dans cette étude indiquent qu'à l'opposé de la première hypothèse et aux observations apportées dans des études antérieures (Boucher et al. 1982, 1985; Diewert, 1976b; Hall et Leavitt, 1977), la direction d'un mouvement ne semble pas être encodée uniquement à partir d'afférences visuelles. Dans cette étude, les aveugles de naissance (AC), les aveugles accidentels (AA) et le groupe contrôle (K), ont eu autant de succès à encoder avec précision la composante directionnelle de leurs mouvements de pointage, que le groupe expérimental (V). Ce

dernier n'a reçu que des informations visuelles. Ces résultats semblent cependant appuyer les observations faites par Hermelin et O'Connor (1971). Selon ces deux auteurs:

it is conceivable that spatial representations are constructed on the basis of kinesthetic and motor cues, such as distance from the body and amount and direction of movements required (Hermelin et O'Connor, 1971, p. 131).

L'impossibilité de confirmer les observations de Boucher et al. (1982, 1985), Diewert, (1976b) ainsi que Hall et Leavitt, (1977) nécessite certaines explications. En premier lieu, une des causes possibles pouvant justifier la disparité entre les résultats des études ci-haut mentionnées et ceux de la présente étude, peut être reliée à la tâche à exécuter. Kerr (1981) suggère qu'il est fort possible que l'utilisation de différentes tâches pour mesurer un même phénomène scientifique (i.e. la précision de la codabification d'un mouvement kinesthésique comparée au visuel), puisse être partiellement responsable de ces différents résultats. La tâche employée dans cette étude diffère du geste de pointage utilisé dans la première étude de Boucher et al. (1982). Dans cette

dernière, les sujets (N=10) tentèrent de relocaliser la position exacte de leur index droit (index cible) à l'aide de leur index gauche. Dans la présente étude, un seul bras a été utilisé lors de la production et de la reproduction du mouvement de pointage.

Toutefois, la portée de cette explication est amoindrie pour deux raisons. D'abord, Wallace (1977, p. 167) affirme que:

feedback from two limbs, i.e., left and right arms, apparently contacts the same central area of representation in the somatosensory cortex (Whitsel, Petrucelli, et Werner, 1969) which could allow sensations of the criterion limb to be matched with sensations of the reproduction limb.

Il est donc évident que l'utilisation d'un ou de deux membres pour l'encodage et pour la reproduction d'un mouvement de pointage n'affecte en rien la précision de ces exécutions. En second lieu, la méthodologie utilisée par Boucher et al. (1985) dans une deuxième expérience, s'avère presque similaire à celle employée dans cette étude. En effet, la surface de pointage est la même et le geste de pointage accompli par un seul

membre, est aussi exécuté en boucle ouverte, selon deux (kinesthésique et visuelle) des trois conditions de l'étude de Boucher et al. (1985). Si on se base sur ces points communs, on pourrait s'attendre à ce que les résultats obtenus dans ces deux études, soient semblables. Cependant, d'après les résultats de la présente étude, il n'en est pas ainsi. Un autre facteur qui permet de différencier la présente étude de celles de Boucher et al. (1982, 1985), est la méthode utilisée pour quantifier la valeur de l'erreur en direction.

Ce facteur pourrait avoir eu un impact considérable sur le produit final de l'analyse des résultats en direction. Boucher et al. (1982, 1985) ont calculé l'erreur directionnelle d'un mouvement en fonction de la déviation en centimètre, de l'axe des Y. En effet, il semble que cette méthode de calcul peut créer une erreur de direction là où il n'y en a pas. Pour cette raison, nous avons décidé, dans cette étude d'utiliser une méthode d'évaluation de l'erreur directionnelle plus connue dans le domaine de la psychomotricité. En effet, l'erreur en direction a été définie comme étant l'angle (en degré) formé par la différence entre le vecteur cible (mouvement critère) et le vecteur

de "reproduction" du mouvement. Diewert (1976b, p. 194) semble appuyer une telle approche lorsqu'il définit l'erreur en direction de la façon suivante:

directional error is the angle of deviation from the criterion direction regardless of distance.

Il semble donc que ces différentes manières de calculer l'erreur en direction puissent avoir contribué à la différence observée.

Une autre possibilité est le fait que chacun des sujets dans les deux études de Boucher et al. (1982, 1985), ont eu à encoder et à reproduire leurs mouvements de pointage selon trois conditions sensorielles soit, kinesthésique, visuelle et visuo-kinesthésique. En contraste les sujets de la présente étude (N=136) n'ont qu'obéi qu'aux conditions kinesthésique, (groupes AC, AA, K) ou visuelle (groupe V). Il est donc probable que les sujets ayant participé aux expériences de Boucher et al. (1982, 1985) aient eu l'occasion de se familiariser avec la tâche à exécuter leur permettant ainsi de développer certaines stratégies. Il est cependant impossible de confirmer cette dernière hypothèse.

D'autres recherches, comme celle de Juurmaa (1973) semblent pouvoir fournir certaines explications valables quant aux résultats en direction obtenus dans la présente étude. Juurmaa affirme que les systèmes vestibulaire-proprioceptif et auditif d'autre part, peuvent aider un individu à s'orienter directionnellement. Il a été observé dans notre étude, que plusieurs sujets des quatre groupes, tournaient la tête dans la direction de la production du mouvement critère et maintenaient cette position jusqu'à la fin de la reproduction de leur mouvement (voir Beritachvili, 1961). Plus encore, appuyant cette fois, l'explication auditive, certains sujets, principalement ceux appartenant aux deux groupes d'aveugles, ont affirmé avoir utilisé leur sens auditif comme source de feed-back relativement à l'orientation et à la précision de leur mouvement. De fait Juurmaa et Jarvilehto (1969) ont observé que certains de leurs sujets aveugles étaient capables d'évaluer auditivement la distance d'une cible avec autant de précision que pouvaient le faire les voyants à l'aide d'information visuelle. Juurmaa (1973, p. 99) aussi, semble croire qu'il est possible d'évaluer la distance ainsi que la direction d'une cible à partir d'afférences

auditives. Rice, Feinstein, et Schusterman (1965) ainsi que Fisher (1964) ont aussi observé ce même phénomène. Fisher (1964) a remarqué que lors de la localisation d'une cible présentée auditivement ou tactilement, un sur trois participants favorisait les afférences auditives aux afférences tactiles.

Malgré la différence obtenue entre les résultats en direction de notre étude et ceux cités par Boucher et al. (1982, 1985), Diewert (1976b), ainsi que Hall et Leavitt (1977), ils rejoignent une hypothèse formulée par Paillard et Brouchon (1974) qui veut que les afférences kinesthésiques soient potentiellement responsables d'informer l'individu de tout changement en direction, en vitesse et en distance. Plus spécifiquement, Hermon et O'Connor (1975) ont émis l'hypothèse que pour les aveugles et les voyants, l'information de source kinesthésique est probablement suffisante pour l'encodage de certains paramètres du mouvement. De fait, Jones (1975) a démontré que le mouvement reproduit par l'aveugle est moins variable et plus précis que celui du voyant. Howard et Templeton (1966) affirment que la kinesthésie est responsable pour la perception de nos mouvements ainsi que pour la

perception de nos membres en relation avec chacune des autres parties de notre corps. En tenant compte des propos de ces différents auteurs et des résultats obtenus dans la présente étude, nous pouvons dire que pour l'encodage d'un mouvement de pointage en direction et pour la précision de sa reproduction, une source kinesthésique d'information est suffisante pour que le geste soit exécuté avec autant de précision que chez le voyant.

D'autre par, les résultats en direction obtenus dans cette étude semblent aller à l'encontre des observations faites par divers auteurs quant à l'importance des informations visuelles pour l'encodage d'un mouvement. Adams et Dijkstra (1966), Posner et Konick (1966), Posner (1967), Stelmach et Wilson (1970), ainsi que Rock et Harris (1967) ont tous suggéré que la vision joue un rôle prédominant dans la précision et dans la perception d'un mouvement. Held (1965) pense qu'un organisme crée, à partir d'un mouvement initial, une copie visuelle de ce dernier. Cette copie visuelle serait alors comparée aux afférences visuelles de la reproduction du mouvement initial. Attneave et Benson (1969)

affirment que, pour un adulte, toute information d'ordre spatial est encodée visuellement indépendamment de la source sensorielle d'information (kinesthésique, auditive, tactile, etc.). Juurmaa et Suonio (1969) ont suggéré que la perception spatiale est plus précise lorsque les afférences kinesthésiques sont transposées sous la forme d'une image visuelle. De plus, ils soulignent qu'une des raisons pour laquelle l'aveugle est handicapé dans son fonctionnement moteur, est qu'il ne possède pas de capacité intégratrice de la vision (optification hypothesis) pour interpréter les sensations kinesthésiques du corps et pour ensuite guider ses mouvements. Von Senden (1960) va encore plus loin, en affirmant que sans la vision, une personne (i.e. aveugle de naissance) ne peut pas développer une connaissance réelle de l'espace.

Si on analyse ces observations, l'aveugle, et en particulier l'aveugle de naissance, devrait faire considérablement plus d'erreurs en direction que le voyant. Puisque que cela n'est pas le cas, et que les résultats obtenus dans notre étude ne semblent pas appuyer les énoncés d'Attneave et de Benson (1969) ainsi que ceux de Von Senden (1960), il faut donc considérer la possibilité que

l'aveugle peut développer, à partir d'afférences kinesthésiques, une bonne perception spatiale de son environnement immédiat. Jones (1975, p. 461) semble appuyer cette idée en notant que:

The extreme theory that the blind person has no concept of space is difficult to take seriously on logical grounds.

Plus encore, Dodds, Howarth et Carter (1982, p. 5) ont même été jusqu'à dire que:

The absurdity of this view (Von Senden view) become obvious when one sees a congenitally blind person successfully engage in a mobility task.

Ces résultats soutiennent donc qu'un groupe d'aveugles de naissance peut, en utilisant une source d'information kinesthésique, reproduire un geste de pointage évalué en direction avec une précision équivalente à celle de voyants.

En conclusion, il semble plausible que l'encodage d'un mouvement de pointage évalué en direction puisse être effectué autant par une source afférentielle kinesthésique que visuelle. Il n'est cependant pas clair que d'autres sources afférentielles (auditive, vestibulaire) aient contribué aux résultats obtenus dans la présente

étude. Il paraît donc important de suggérer que les prochaines études devraient inclure, dans leur méthodologie, l'utilisation d'appareils pouvant contrecarrer l'emploi de sources d'informations auditives et/ou vestibulaires. De plus, il serait intéressant dans une prochaine étude, d'ajouter un cinquième groupe utilisant des informations visuelles et kinesthésiques pour encoder un mouvement en direction pour voir l'effet combiné de ces sources sur la précision de la reproduction en direction d'un mouvement.

Erreur en Distance

Selon notre deuxième hypothèse, et d'après les résultats obtenus, l'information en provenance d'une source afférentielle kinesthésique est suffisante pour permettre l'encodage en distance d'un mouvement de pointage chez une personne souffrant de cécité. Toutefois, il est impossible de confirmer que l'aveugle développe un système compensatoire, sans savoir qu'un tel système existe. Pardew et Long (1970, p.2) expliquent que Seashore et Ling (1918) ont démontré, qu'une déficience sensorielle (ex: visuelle) n'implique pas nécessairement une compensation de la

part des autres sens (i.e. auditif, kinesthésique..). A partir de ces observations, notre deuxième hypothèse est donc rejetée.

Le fait d'avoir observé que la distance d'un mouvement peut être reproduite kinesthésiquement, semble rejoindre les observations de plusieurs chercheurs (Boucher et al. 1982, 1985; Broadbent, 1958; Diewert, 1975; Posner, 1967; Posner et al. 1965, 1966), qui sont tous parvenus essentiellement à la même conclusion. De plus, encore, la présente étude démontre qu'il est possible, à l'aide de la vision, d'encoder la distance d'un mouvement. Ce résultat oppose les observations et les hypothèses formulées dans la majorité des études unidimensionnelles sur l'encodage de la distance. Il a été noté, à plusieurs reprises, que la distance d'un mouvement est encodée périphériquement (i.e. kinesthésiquement), alors que les informations de sources visuelles (encodage central) sont associées à la localisation d'un mouvement. Il semble donc possible d'inférer que l'aveugle puisse encoder centralement la distance d'un mouvement de pointage. Cette affirmation est basée sur l'observation suivante: l'erreur absolue en distance obtenue par le groupe d'aveugles congénital (+1.3534 Cm.), est essentiellement la même que celle obtenue par

les voyants du groupe expérimental (+1.2905 Cm.). La présente étude va donc à l'encontre des résultats obtenus par Hermelin et O'Connor (1975). Ces derniers affirment que:

for the blind, it may be that visual as well as kinesthetic representations are necessary for accurate derivations of distances (p.300).

Une différence dans la méthodologie utilisée entre l'étude d'Hermelin et al. (1975) et la présente étude, peut possiblement expliquer cette disparité. Hermelin et al. (1975) ont utilisé le plan vertical comme terrain de production et de reproduction des mouvements, alors que la présente étude s'est servie du plan horizontal. En effet, il semble qu'un mouvement fait sur le plan vertical demeure relativement à la même distance du corps, alors qu'un mouvement horizontal bidimensionnel implique un mouvement qui s'éloigne du corps.

Diewert (1976b, p. 197) offre une hypothèse qui pourrait expliquer la différence entre la présente étude (mouvement bidimensionnel) et la majorité des autres (mouvements unidimensionnel):

it may be that one dimensional distance and two dimensional amplitude information have different retention characteristics.

Diewert (1976b) arriva à cette conclusion en remarquant que l'amplitude (distance) d'un mouvement n'est pas encodable. Diewert (1976b, p.197) propose de plus, une autre explication:

since no code was established the results point to some other coding system, most probably of a temporal nature.

Valvo (1971) affirme que l'aveugle utilise le temps écoulé lors d'un déplacement en distance, comme source de référence. Cette hypothèse semble aussi recevoir l'appui de Diewert (1976a). Ce dernier, dans une étude antérieure, observa que la distance était encodable seulement lorsque le sujet accompagne son mouvement d'une stratégie temporelle. Il est cependant difficile de confirmer ou d'infirmer si une telle stratégie a été utilisée par certains sujets dans notre étude. Effectivement, aucune mesure de temps n'a été imposée ou encore notée lors de la production du mouvement critère ou de la reproduction de ce dernier.

Si on considère les résultats obtenus, bien qu'étant non significatifs, ils semblent indiquer qu'un certain niveau de familiarisation dans l'utilisation d'une source kinesthésique pour la reproduction de la distance d'un mouvement, est un facteur pouvant avoir une certaine influence sur la

précision d'un geste de pointage. En effet, il a été observé que les aveugles de naissance (-0.0146 Cm.) ont été plus précis que les aveugles accidentels ($+0.4015$ Cm.) lorsque comparés au groupe contrôle ($+0.5683$ Cm.). Beritachvili (1963) a formulé une hypothèse qui permettrait d'expliquer cette observation. Il a soulevé la possibilité que l'aveugle favoriserait certaines sources sensorielles d'informations. Jones (1975, p. 463) dit que:

A common sense presupposition, supported by several studies, is that the blind may acquire through practice finer cutaneous and kinesthetics discriminations since they depend upon cutaneous sensitivity for Braille reading, etc, and upon kinesthetic localization for everyday tasks.

Cette hypothèse laisse sous-entendre que l'aveugle, ayant plus d'expérience dans ce genre de situation, parce qu'il y est exposé quotidiennement, posséderait un certain avantage sur les voyants. Une situation avantageuse pour l'aveugle pourrait se traduire comme étant des tâches telles l'encodage et la reproduction d'un geste de pointage exécutées à partir d'afférences kinesthésiques.

Il est donc possible que, pour le voyant du groupe contrôle se retrouvant dans une situation peu

familière, comme ce fut le cas lors de l'encodage et de la reproduction d'un mouvement sans l'aide de la vision, que ce dernier, normalement dépendant d'une source visuelle d'information, n'a pas eu le temps de s'ajuster à une telle situation. De fait, Warren, Anooshian et Bollinger (1973, p. 152) soulignent que:

Epecially in task involving spatial behavior, sighted Ss seem to rely on vision even to interpret the information gained through the other spatial modalities. Restricting their vision, then, removes the organizational function that vision normally performs, as well as removing the direct visual spatial information.

Ils affirment même, que le fait d'obstruer la vision d'un voyant, le transforme essentiellement en un nouvel aveugle. Plus encore, ils suggèrent qu'une telle situation exige de l'individu un ajustement que seule l'expérience acquise dans une circonstance semblable pendant une période de temps appropriée, pourrait combler adéquatement. Il iront même jusqu'à dire que:

thus the blindfolded sighted subject is not an appropriate control for comparison with the blind (p.152).

Cette hypothèse semble être appuyée par l'obtention d'une différence significative entre le groupe

contrôle, utilisant une source kinesthésique d'information, et le groupe expérimental, utilisant une source visuelle d'information pour encoder la distance d'un mouvement de pointage. Cette observation semble donc donner une certaine crédibilité à l'hypothèse que les voyants, dans cette condition particulière, ne seraient pas des sujets contrôles adéquats.

Il a été observé dans cette étude, que le groupe contrôle semble avoir surestimé la distance de leurs mouvements, alors que le groupe expérimental l'a légèrement sous-estimée. La différence entre ces deux moyennes engendre une marge significative dans la précision de la reproduction en distance de leurs mouvements. Cette constatation pourrait s'expliquer par le manque de familiarisation quant à l'exécution de mouvements encodés à partir d'une source d'information kinesthésique. En fait, les membres du groupe contrôle reçoivent normalement leurs informations d'une source d'information visuo-kinesthésique où la vision, d'après certains auteurs, domine la kinesthésie (voir Posner, Nissen et Klein, 1976; Lindley, 1970). Ces derniers le confirment en énonçant:

that poorer performance of sighted subjects results from dependence in the sighted adult on

vision to evaluate somesthetic perceptions. When deprived of vision the sighted adult is at a disadvantage compared to the blind individual who is not dependent on vision in making such judgement (Renshaw, Wherry, et Newlin, 1931).

Bartley (1953) appuie cette suggestion en affirmant que les voyants sont clairement désavantagés puisqu'ils transposent les sensations tactiles et kinesthésiques en image visuelle. Selon Lindley (1970, p.185):

This judgements (celui de Bartley, 1953) follow the laws of visual perception which are not appropriate to the interpretation of tactile and kinesthetic sensations. The congenitally-blind person, unimpeded by visual images, judges tactile and kinesthetic sensations more accurately.

Il a été observé (Laabs, 1974; Diewert, 1975) que la reproduction d'un mouvement unidimensionnel court est plus précis et moins variable qu'un mouvement unidimensionnel long. Diewert (1976b) a constaté, à partir d'un mouvement bidimensionnel qu'aucune différence significative n'existait, entre la reproduction d'un mouvement court ou long en distance. Il est difficile d'affirmer, dans la présente étude, que la raison pour laquelle les sujets du groupe contrôle ont surestimé le point cible est qu'ils ont

fait initialement des mouvements courts. De plus encore, il est impossible d'affirmer que les sujets du groupe expérimental auraient sous-estimé le point cible parce qu'ils ont fait initialement un geste plus long. Il est donc évident qu'une recherche plus poussée dans le domaine du geste bidimensionnel est nécessaire.

En conclusion, il semble possible que l'encodage et la reproduction en distance d'un mouvement de pointage puissent se faire à partir d'informations kinesthésiques ou encore à l'aide d'informations visuelles. Toutefois, exposer un voyant à une tâche non visuelle (kinesthésique) le désavantage considérablement lorsqu'il est comparé à un aveugle qui utilise un système afférentiel kinesthésique pour exécuter la même tâche. Finalement, il serait intéressant d'explorer en profondeur les mécanismes qui sous-tendent la précision de la reproduction de mouvements courts et longs d'une tâche bidimensionnelle.

Erreur en Localisation

Quant à la troisième et dernière hypothèse, les résultats de l'analyse de variance semblent

indiquer qu'elle doit être acceptée. En effet, il a été observé qu'un aveugle peut encoder et reproduire la localisation d'une cible avec autant de précision qu'un voyant. Cette observation semble être appuyée par Connolly et Jones (1970) ainsi que Diewert, (1975). Selon ces derniers, il semble fort possible que la localisation d'une cible puisse être encodée autant par une source afférentielle kinesthésique que visuelle. En effet, les moyennes algébriques que nous avons obtenues ainsi que l'analyse post-hoc de Tukey, confirment que la localisation d'une cible peut se faire aussi bien à partir d'une source afférentielle d'origine kinesthésique que visuelle. Hermelin et O'Connor (1971) affirment qu'il est trop simple de prendre pour acquis que la localisation d'un stimulus tactile soit nécessairement encodée par le système visuel spécialement lorsque la source d'information initiale n'est pas d'ordre visuelle. Dans une étude subséquente, Hermelin et O'Connor (1975, p.300) ont souligné que:

for the blind and normal children kinaesthetic data seems to have been sufficient for accurate estimation of reproduction and localisation task.

Il ne semble donc pas essentiel qu'un mouvement

perçu kinesthésiquement soit, pour assurer une reproduction précise de la localisation d'un mouvement, transposé en information visuelle.

Quant à la variance et aux moyennes obtenues, il semble que les aveugles congénitaux (AC) démontrent une variabilité significativement plus grande que les aveugles accidentels (AA) et les voyants du groupe expérimental (V). Cleaves et Royal (1979) pour expliquer ce phénomène, indique qu'on exige rarement d'une personne aveugle fréquentant une école de mobilité de déterminer de façon exacte la localisation d'un objet. Généralement diront-ils, on lui demandera simplement de se diriger approximativement vers le bon endroit. Ils affirment cependant, que plus une personne a fonctionné visuellement, plus elle a de chances de localiser avec exactitude l'endroit précis où se trouve une cible (ex: verre, peigne etc.). Or, en comparant l'aveugle de naissance à l'aveugle accidentel, ce dernier ayant une certaine expérience visuelle, serait favorisé dans l'encodage de la localisation d'une cible dans l'espace. Cette observation et l'explication qui en est découlée, ne sont pas des phénomènes nouveaux. En effet, il existe un bon nombre de

chercheurs qui affirment que les aveugles de naissance sont moins précis que les aveugles accidentels lors de l'exécution de diverses tâches (Warren, Anooshian et Bollinger, 1973). Ceci serait dû principalement au fait que les aveugles accidentels bénéficieraient d'une mémoire visuelle résiduelle (Dodds, 1980, 1982; Drever, 1955; Hermelin et O'Connor, 1975; Worchel, 1951). Warren et Pick (1970) ont suggéré qu'il existerait un certain cadre référentiel de nature visuelle facilitant la localisation d'une cible dans l'espace. Dodds et Carter (1983, p.343) indiquent que:

the congenitally blind reproduce movement at a low level of accuracy compared with the other two groups (sighted and late-blinded individuals).

L'étude faite par Colley et al. (1981) appuie les résultats obtenus dans la présente recherche. Selon ces chercheurs, la reproduction d'un mouvement en localisation faite par un aveugle de naissance, est considérablement moins précise que celle exécutée par un aveugle accidentel. Ces résultats prouvent l'avantage qu'à l'aveugle

accidentel d'avoir eu une certaine expérience visuelle avant de perdre la vue.

En conclusion, la localisation d'une cible semble être encodable par le kinesthésie et par la vision. Toutefois, il semble qu'une certaine expérience visuelle acquise par les aveugles accidentels, dont la variabilité en localisation est comparable à celle des voyants du groupe expérimentale, favoriserait une plus grande précision de la reproduction d'une cible en localisation.

CHAPITRE V

Il semble plausible que l'encodage d'un mouvement de pointage évalué en direction puisse se faire autant par une source afférentielle kinesthésique que visuelle. Il n'est cependant pas clair si d'autres sources afférentielles (auditive, vestibulaire) ont pu contribuer aux résultats obtenus dans cette étude. Il est donc important de suggérer, que lors de prochaines études, on inclut dans la méthodologie l'emploi d'appareils pouvant contrecarrer l'utilisation de sources d'informations auditives et/ou vestibulaires. Finalement, il serait intéressant d'ajouter, dans une prochaine étude, un cinquième groupe. Celui-ci, pourrait utiliser de l'information visuelle et kinesthésique pour encodé un mouvement en direction dans le but de voir l'effet combiné de ces sources informationnelles sur la précision de la reproduction d'un mouvement en direction.

Quant à l'encodage et à la reproduction en distance d'un mouvement de pointage, il semble qu'il puisse se faire à partir d'informations kinesthésiques ou encore à l'aide d'informations visuelles. Toutefois, exposer un voyant à une tâche nonvisuelle (kinesthésique) semble considérablement le désavantager lorsque comparé à un aveugle utilisant son système afférentiel kinesthésique pour l'exécution d'une même tâche. Finalement, il serait intéressant d'explorer plus en profondeur, les mécanismes qui sous-tendent la précision de la reproduction de mouvements en distance courts et longs dans une tâche bidimensionnelle.

Il a aussi été démontré que la localisation d'une cible semble être encodable par la kinesthésie ainsi que par la vision. Toutefois, il appert qu'une certaine expérience visuelle acquise par les aveugles accidentels, dont la variabilité en localisation est comparable à celle du groupe de voyants expérimental, favoriserait une plus grande

précision de la reproduction d'une cible en
localisation.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adams, J.A. (1973). Feedback and the closed-loop model. Proceedings of the fourth Canadian Psychomotor Learning and Sports Symposium, University of Waterloo, Ottawa, Canada: Fitness and Amateur Sport Directorate, Department of National Health & Welfare, 1-23.
- Adams, J. A., & Dijkstra, S. (1966). Short-term memory for motor responses. Journal of Experimental Psychology, 71, 314-318.
- Adams, J.A., & Goetz, E.T. (1973). Feedback and practice as variables in error detection and correction, Journal of Motor Behavior, 5, 217-224.
- Adams, J.A., Gopher, D., & Lintern, G. (1977). Effects of visual and proprioceptive feedback on motor learning. Journal of Motor Behavior, 9, 11-22.
- Ahlstrom, [surgery on the blind] In V. Senden (Ed.). (1960). & P. Heath (trans.), Space and Sight. Glencoe: Illinois.

Allain, C. (1974). Distance and location cues in motor short-term memory. Unpublished doctoral dissertation, University of Alberta.

Attneave, F., & Bensch, B. (1969). Spatial coding of tactual stimulation. Journal of Experimental Psychology, 81, 216-222.

Axelrod, S. (1959). Effects of early blindness, performance of blind and sighted children on tactile and auditory task. New York: American Foundation for the Blind.

Bairstow, P.J., & Laszlo, J.I. (1979). Perception of size of movement patterns. Journal of Motor Behavior, 11, 167-178.

Bartley, S. H. (1953). The perception of size or distance based on tactile and kinesthetic data, Journal of Psychology, 36, pp.401-408.

Beritachvili, I. S. (1963). Les mécanismes nerveux de l'orientation spatiale chez l'homme. Neuropsychologia, 1, pp. 233-249.

Birch, H. G., & Lefford, A. (1963). Intersensory development in children. Monographs of the Society for Research in Child Development, University of Chicago Press, 28, no. 5.

Birch, H.G., & Lefford, A. (1964). Two strategies for studying perception in "brain-damaged" children. In H.G. Birch (Ed.), Brain damage in children. Williams & Wilkins: Baltimore.

Birch, H.G., & Lefford, A. (1967). Visual differentiation, intersensory integration and voluntary motor control. Monographs of the society for research in child development, 32.

Boucher, J. L., Valey & Paillard, J. (1982). Evolution des erreurs en direction et en distance dans une épreuve de pointage d'une cible visuelle ou/et proprioceptive. Communication présentée à la 49e réunion de l'Association des Physiologistes de Langue Française, Université de Montréal, Montréal, Québec.

- Boucher, J.L., Denis, S., & Landriault J. A. (1985). Effects of aging on visuo-motor coordination. Journal of Human Movement Studies, 11, 325-337.
- Bower, T.G.R. (1966). The visual world of infants. Scientific American, April, 30-38.
- Bower, T.G.R. (1974). Development in infancy. San Francisco: Freeman.
- Bower, T.G.R. (1977). A primer of infant development. San Francisco: W.H. Freeman.
- Brambring, M. (1976). The structure of haptic space in the blind and sighted. Psychol. Res, 38, 283-302.
- Broadbent, D. E. (1958). Perception and communication. London: Pergamon.
- Brouchon, M., & Hay, L. (1970). Information visuelle, Information proprioceptive et contrôle des positions du corps propre, Psychol. Franç., 15, 205-212.

Brown, G.D. (1968). Evaluation of an orientation mobility, and living skills workshop for blind children. Except. Child, 35, 239-240.

Bottrill, J.H. (1968). Locomotor learning by the blind and sighted. Perceptual and Motor Skills, 26, 282.

Buell, C. (1950). Motor performance of visually handicapped children. New Outlook for the Blind, 44, 256-258.

Burgess, P.R., Wei, J.Y., Clark, F.J., & Simon, J. (1982). Signaling of kinesthetic information by peripheral sensory receptors. Ann. Rev. Neurosci., 5, 171-187.

Bushnell, E.W. (1981). The ontogeny of intermodal relations: vision and touch in infancy. In R.D. Walk & H.L. Pick (Eds.). Intersensory Perception and Sensory Integration (pp. 5-34), New York.

Butterworth, G. (1981). The origins of auditory-visual perception and visual proprioception in human development. In R.D. Walk & H.L. Pick (Eds.). Intersensory Perception and Sensory Integration (pp. 5-34), New York.

Cassirer, E. (1951). The philosophy of the enlightenment. Princeton University Press.

Casey, S.M. (1978). Cognitive mapping by the blind. Visual Impairment and Blindness, 72, 297-301.

Chew, R.A. (1976). Verbal, visual and kinesthetic error feedback in the learning of a simple motor task. Research Quarterly, 47, 254-259.

Colley, A., & Colley, M. (1981). Reproduction of end-location and distance of movement in early and later blinded subjects. Journal of Motor Behavior, 13, No. 2, 102-109.

Connolly, K. J., & Jones, B. (1970). A developmental study of afferent-reefferent integration. British Journal of Psychology, 61, 259-266.

Conti, P., & Beaubaton, D. (1976). Utilisation des informations visuelles dans le contrôle du mouvement: étude de la précision des pointages chez l'homme. Le Travail Humain, 39, 19-32.

Conti, P., & Beaubaton, D. (1980). Role of structured visual field and visual reafference in accuracy of pointing movements. Perceptual & Motor Skills, 50, 239-244.

Critchely, M. (1950). The body image in neurology, Lancet, 1950, Jan.-June, pp. 335-40.

Dennis, W. (1934). Congenital cataract. Genet. Psychol., 44, 340-350.

Diderot. [surgery on the blind] In V. Senden (Ed.), et P. Heath (trans.), (1960). Space and Sight. Glencoe: Illinois.

Diewert, G. L. (1975). Retention and coding in motor short-term memory: A comparison of storage codes for distance and location information. Journal of Motor Behavior, 7, No.3, 183-190.

Diewert, G. L. (1976a). The role of timing and velocity in coding of distance information. Unpublished manuscript. Motor Behavior Laboratory, University of Wisconsin.

Diewert, G. L. (1976b). The role of vision and kinesthesia in coding of two dimensional movement information. Journal of Human Movement Studies, 3, 191-198.

Diewert, G.L., & Roy, E.A. (1978). Coding strategy for memory of movement extent information. Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory, 4, 666-675.

Diewert, G. L., & Stelmach, G. E. (1977). Intramodal and intermodal transfer of movement information. Acta Psychologica, 41, 119-128.

Dodds, A. G. (1980). Spatial representation and Blindness. Unpublished doctoral dissertation. University of Nottingham.

- Dodds, A.G., & Carter, D.C. (1983). Memory for movement in blind children: The role of previous visual experience. Journal of Motor Behavior, 15, 343-352.
- Dodds, A.G., Howarth, C.I., & Carter, D.C. (1982). The mental maps of the blind: The role of previous experience. Journal of Visual Impairment & Blindness, 1, 5-12.
- Drever, J. (1955). Early learning and the perception of space. American Journal of Psychology, 68, 605-614.
- Dufour, [surgery on the blind] In V. Senden (Ed.), et P. Heath (trans.), (1960). Space and Sight. Glencoe: Illinois.
- Duran, P., & Tufenkjian, S. (1969). Tactile-kinesthetic methods for measuring length used by congenitally blind children. Perceptual and Motor Skills, 28, 395-400.
- Fantz, R.L. (1958). Pattern perception in young infants. Psychological Record, 8, 43-47.

Fialla, [surgery on the blind] In V. Senden (Ed.),
et P. Heath (trans.), (1960). Space and Sight.
Glencoe: Illinois.

Fisher, G. H. (1964). Spatial localization by the
blind. American Journal of Psychology, 77,
2-14.

Fitts, P.M. (1954). The information capacity of the
human motor system in controlling the
amplitude of movement. Journal of Experimental
Psychology, 47.

Fleishman, E.A., & Rich, S. (1963). Role of
kinesthetic and spatial-visual abilities in
perceptual-motor learning. Journal of
Experimental Psychology, 1, 6-11.

Francke, [surgery on the blind] In V. Senden (Ed.),
et P. Heath (trans.), (1960). Space and Sight.
Glencoe: Illinois.

Freides, D. (1974). Human information processing
and sensory modality: cross-modal functions,
information complexity, memory and deficit.
Psychol. Bull., 81, 384-310.

- Gibson, J.J. (1933). Adaptation, after-effect and contrast in the perception of curved lines. Journal of Experimental Psychology, 16, 1-31.
- Gibson, J.J. (1966). The senses Considered as Perceptual Systems. Boston: Houghton Mifflin Company.
- Gomulicki, B. R. (1961). The development of perception and learning in blind children. Unpublished manuscript, University of Cambridge.
- Gregory, R. L. (1966). Eye and Brain. London: Weidenfeld and Nicolson.
- Gregory, R.L. (1974). Concepts and mechanisms of perception. London: Duckworth.
- Gregory, P. L., & Wallace, J. G. (1963). Recovery from early blindness: a case study (Monograph No. 2.). Cambridge: Experimental Psychology Society.

Gundry, J. (1975). The use of location and distance in reproducing different amplitude of movement. Journal of Motor Behavior, 7, 91-100.

Hagman, J.D., & Williams, E. (1977). Use of distance and location in short-term memory. Perceptual & Motor skills, 44, 867-873.

Hall, C., & Leavitt, J.L. (1977). Encoding retention characteristics of direction and distance. Journal of Human Movement Studies, 3, 88-98.

Hartlage, L. C. Verbal tests of spatial conceptualization. (1969). Journal of Experimental Psychology, 80, 180-182.

Harris, C.S. (1965). Perceptual adaptation to inverted, reversed and displaced vision, Psychol. Rev., 72, 419-444.

Hatwell, Y. (1978) Form perception and related issues in blind humans. In R. Held, H.W. Leibowitz, & W.L. Teuber (Eds.), Handbook of sensory physiology. Vol. 8. Perception, Berlin: Springer Verlag.

Hay, L.^A (1979). Spatial-temporal analysis of movements in children: motor programs versus feedback in the development of reaching. Journal of Motor Behavior, 11, 189-200.

Hay, J.C., Pick, H.L., Jr., & Ikeda, K. (1965). Visual capture produced by prism spectacles. Psychonomic Science, 1965, 2, 215-216.

Hebb, D. O. (1937). The innate organization of visual activity. Perception of figures by rats reared in total darkness. Journal of Genetic Psychology, 51, 101-126.

Hebb, D.O. (1949). The organization of Behavior. New York: Wiley.

Hein, A., & Diamond, R. M. (1972). Locomotory space as a prerequisite for acquiring visually guided reaching in kittens. Journal of Comparative and Physiological Psychology, 81, 394-398.

Held, R. (1961). Exposure history as a factor in maintaining stability of perception and coordination. Journal of Nervous and Mental Diseases, 132, 26-32.

Held, R. (1965). Plasticity in sensory-motor systems. Scientific American, 213, 84-94.

Held, R., & Bauer, J. A. (1967). Visually guided reaching in infant monkeys after restricted rearing. Science, 155, 718-720.

Held, R., & Hein, A. (1963). Movement-produced stimulation in the development of visually guided behaviour. Journal of Comparative Physiology and Psychology, 56, 607-613.

Hermelin, B., & O'Connor, N. (1971). Spatial coding in normal, autistic and blind children. Perceptual and Motor Skills, 33, 127-132.

Hermelin, B., & O'Connor, N. (1975). Location and distance estimates by blind and sighted children. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 27, 295-301.

Holst, E. Von. (1954). Relations between the central nervous system and peripheral organs. British Journal of Animal Behavior, 3, 89-94.

Housner, L., & Hoffman, S. (1978). Imagery and short-term motor memory. In Roberts, G.C. & Newell, K.M. (Ed.), Psychology of motor behavior and sport. Champaign, Ill.: NASPSA Human Kinetics Publishers, 182-191.

Housner, L., & Hoffman, S. J. (1981). Imagery ability in recall of distance and location information. Journal of Motor Behavior, 3, 207-223.

Howard, I. P., & Templeton, W. B. (1966). Human spatial Orientation. London: Wiley.

Hunter, I. M. L. (1954). Tactile-kinesthetic perception of straightness in blind and sighted human. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 6, 149-154.

Jenkins, W.O. (1951) Somesthesia. In S.S. Stevens (Ed.), Handbook of Experimental Psychology. New York: Wiley.

Johnson, P. (1980). The relative weightings of visual and nonvisual coding in a simple motor learning task. Journal of Motor Behavior, 12, 281-291.

Jones, B., & Connelly, K. (1970). Memory effects in cross-modal matching. British Journal of Psychology, 61, 283-287.

Jones, B. (1972). Development of cutaneous and kinesthetic localization by blind and sighted children. Developmental Psychology, 6, 349-352.

Jones, B. (1972). Outflow and inflow in movement duplication. Perception & Psychophysics, 12, 95-96.

- Jones, B. (1974). The role of central monitoring of efference in short-term memory for movement. Journal of Experimental Psychology, 102, 37-43.
- Jones, B. (1974). Is proprioception important for skilled performance? Journal of Motor Behavior, 6, 33-45.
- Jones, B. Spatial perception in the blind. British Journal of Psychology, 1975, 66, 4, 461-472.
- Jones, B. (1982). The development of intermodal co-ordination and motor control. In J.A. Kelso & J.E. Clark (Eds.), The Development of Movement Control and Co-Ordination (pp. 95-110). John Wiley & Sons Ltd, Toronto.
- Jordan, T.C. (1972). Characteristics of visual and proprioceptive response times in the learning of a motor skill. Quart. J. Exp. Psychol., 24, 536-543.
- Juurmaa, J. (1972). The spatial sense of the blind: A plan for research. American Foundation for the Blind, Research Bulletin, 24, 57-642.

Juurmaa, J. (1973). Transposition in mental spatial manipulation: A theoretical analysis. American Foundation for the Blind Research Bulletin, 26, 87-134.

Kahneman. D. (1973). Attention and Effort, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Keele, S.W., & Posner, M. I. (1968). Processing of visual feedback in rapid movements. Journal of Experimental Psychol., 77, 155-158.

Keele, S. W. (1968). Movement control in skilled motor performance. Psychological Bulletin, 70, 387-403.

Keele, S. W., & Ells, J. G. (1972). Memory characteristics of kinesthetic information. Journal of Motor Behavior, 4, 127-134.

Kelso, J.A. (1977). Motor control mechanisms underlying human movement reproduction. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 4, 529-543.

- Kelso, J.A.S. (1977). Planning and efferent components in the coding of movement. Journal of Motor Behavior, 9, 33-47.
- Kelso, J.A.S. (1978). Recognition and recall in slow movements: Separate memory states? Journal of Motor behavior, 10, 69-76.
- Kelso, J.A.S., & Wallace, S.A. (1978). Concious mechanisms in movement. In G.E. Stelmach, (Ed.), Information processing in motor control and learning. New York: Academic Press.
- Kerr, B. (1973). Processing demands during mental operations. Memory and Cognition, 1, 401-412.
- Kerr, B. (1975). Processing demands during movement. Journal of Motor Behavior, 7, 15-27.
- Kinney, J.A.S., & Luria, S.M. (1970). Conflicting visual and tactual-kinesthetic stimulation. Percept. Psychophys., 8, 189-192.
- Klein, R. M. (1976). Attention and movement. In G. E. Stelmach (Ed.), Motor control issues and trends. New York: Academic Press.

Klein, R. M., & Posner, M. I. (1974). Attention to visual and kinesthetic components of skills. Brain Research, 71, 401-411.

Koestler, F.A. (1976). The unseen minority. New York: David McKay.

Laabs, G. J. (1973). Retention characteristics of different reproduction cues in motor short-term memory. Journal of experimental Psychology, 100, 168-177.

Laabs, G.J. (1974). The effect of interpolated motor activity on short-term retention of movement distance and end-location. Journal of Motor Behavior, 6, 279-288.

Lashley, K.S. (1951). The problem of serial order in behavior. In L.A. Jeffress (Ed.), Cerebral mechanisms in behavior: The hixon Symposium. New York: Wiley.

Laszlo, J.I. (1966). The performance of a simple motor task with kinesthetic sense loss. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 18, 1-8.

Laszlo, J.I. (1967). Training of fast tapping with reduction of kinesthetic, tactile, visual and auditory sensations. Quarterly Journal of experimental Psychology, 19, 344-349.

Lee, D. N. (1978). On the functions of vision. In H. Pick & E. Salzman (Ed.), Modes of perceiving and processing information, Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

Lee, D.T., & Hirota, T.T. (1980). Encoding specificity principle in motor short-term memory for movement extent. Journal of Motor Behavior, 12, 63-67.

Legge, D. (1965). Analysis of visual and proprioceptive components of motor skill by means of a drug. British Journal of Psychology, 56, 243-254.

Leonard, J. A. & Newman, R. C. (1967). Spatial orientation in the blind. Nature, London, 215, 1413-1414.

Leuba, J.H. (1909). The influence of the duration and rate of arm movement upon judgement of their length. American Journal of Psychology, 20, 374-385.

Lyons, J. (1965). A primer of experimental psychology. New York: Harper & Row.

Marteniuk, R. G. (1973). Retention characteristics of motor short-term memory cues. Journal of Motor Behavior, 5, 249-259.

Marteniuk, R. G. (1976). Information Processing in Motor Skills. New York: Holt. Rinehart and Winston.

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. New York: Academic press.

Marteniuk, R. G., & Roy, E. A. (1972). The codability of kinesthetic location and distance information. Acta Psychologica, 36, 471-479.

- McGurk, H., Turnure, C., & Creighton, S.J. (1977).
Auditory-visual coordination in neonates.
Child Development, 48, 138-143.
- McKinney, J.P. (1964). Hand schema in children.
Psychonomic Science, 1, 99-100.
- Millar S. (1972). The development of visual and
kinesthetic judgments of distance. British
Journal of Psychology, 63, 271-282.
- Millar, S. (1974). Tactile short-term memory by
blind and sighted children. Br. J. Psychol.,
65, 253-263.
- Millar, S. (1975). Spatial memory by blind and
sighted children. Br. J. Psychol., 66,
449-459.
- Millar, S. (1981). Cross-modal and intersensory
perception and the blind. In R.D. Walk & H.L.
Pick (Eds.). Intersensory Perception and
Sensory Integration (pp. 281-314). New York.

Mountcastle, V.B., Poggio, C.F., & Werner, G. (1963). The relation of thalamic cell response to peripheral stimuli varied over an intensive continuum. Journal of Experimental Psychology, 75, 103-107.

Newell, K.M., & Chew, R.A. (1975). Visual feedback and positioning movements. Journal of Motor Behavior, 7, 153-158.

O'Connor, N., & Hermelin, B. (1975). Modality specific spatial co-ordinates. Perception and Psychophysics, 17, 213-216.

Paillard, J. (1980). The contribution of peripheral and central vision to visually guided reaching. In D.J. Ingle, M.A., Goodale, & R. Mansfield (Eds.), Advances in the analysis of visual behavior, Cambridge, Massachusetts, MIT Press.

Paillard, J., & Brouchon, M. (1968). A proprioceptive contribution to the spatial encoding of position cues for ballistic movements. Brain Res., 71, 273-284.

Paillard, J., & Brouchon, M. (1968). Active and passive movements in the calibration of position sense. In S.J. Freedman (Ed.), The Neuropsychology of Spatially Oriented Behavior. Homewood, Ill.: Dorsey Press, 37-55.

Paillard, J., & Brouchon, M. (1974). A proprioceptive contribution to the spatial encoding of position cues for ballistic movements. Brain Research, 71, 273-284.

Pardew, D. L., Long, R. E. (1970). Accuracy in arm positioning of blind and sighted subjects. Paper Presented at the Second Annual Canadian Perceptual Motor Learning and Sports Psychology Symposium, Windsor, Ontario, October 26.

Piaget, J. (1952). The origins of intelligence in children (2nd ed.). New York: International University Press.

Piaget, J. (1954). The Construction of Reality in the Child (Tr. by M. Cook), Basic Books.

Piaget, J., & Inhelder, B. (1971). Mental Imagery in the child. London: Routledge & Kegan Paul.

) Piaget, J., & Inhelder, B. (1973). Memory and intelligence. London: Routledge & Kegan Paul.

Pick, H. L., Jr. (1974). Visual coding of nonvisual spatial information. In R. B. Macleod & H. L. Pick, Jr. (Eds.), Perception: Essays in honor of J. L. Gibson. Ithaca, N. Y.: Cornell University Press.

Pick, A. D., & Pick, H. L. (1966). A developmental study of tactile discrimination in blind and sighted adults. Psychonomic Science, 6, 367-368.

Pick, H. L., Jr., Warren, D. H., & Hay, J. C. (1969). Sensory conflict in judgements of spatial direction. Perception & Psychophysics, 6, 203-205.

Podbros, L. Z., Wyke, M. A., & Waters, J. M. (1981). Vision and kinesthesia in spatial short-term memory. Perceptual and Motor Skills, 53, 459-466.

- Posner, M. I. (1966). Components of skilled performance. Science, 152, 1712-1718.
- Posner, M.I. (1973). Coordination of internal cues. In W.G. Chase (Ed.), Visual information processing. New York: Academic Press, Pp. 35-73.
- Posner, M. I. (1967). Characteristics of visual and kinesthetic memory codes. Journal of Experimental Psychology, 75, 103-107.
- Posner, M.I., & Keele, S.W. (1969). Attention demands of movement. In Proceedings of the 16th International Conference of Applied Psychology. Amsterdam: Swets & Zeitlinger.
- Posner, M. I., & Konick, A. F. (1966). Short-term retention of visual and kinesthetic information. Organizational Behavior and Human Performance, 1, 71-86.
- Posner, M.I., Nissen, M.J., & Klein, R.M. (1976). Visual dominance: an information processing account of its origin and significance. Psychological Review, 84, 137-171.

Posner, M. I., & Rossman, E. (1965). The effect of size and location of interpolated information reducing transformations upon short-term retention. Journal of Experimental Psychology, 70, 491-505.

Pribram, K.H. (1971). Languages of the brain. New York: Prentice Hall.

Résész, G. (1950). Psychology and Art of the Blind. Longmans, Green.

Rieser, J. J., Lockman, J. J., & Pick, H. L., Jr. (1980). The role of visual experience in knowledge of spatial layout. Perception & Psychophysics, 28, 185-190.

Rivenes, R.S., & Cordellos, H.C. (1970). Kinesthetic performance by blind and sighted. Perceptual & Motor Skills, 30, 76.

Renshaw, S. (1930). The errors of cutaneous localization and the effects of practice on the localizing movement in children and adults. Journal of Genetic Psychology, 38, 223-238.

Renshaw, S., & Wherry, R. J. (1931). Studies in cutaneous localisation: III. The age of onset of ocular dominance. Journal of Genetic Psychology 39, 493-496.

Renshaw, S., Wherry, R. J., & Newlin, J. C. (1930). Cutaneous localisation in blind versus seeing children and adults. Journal of Genetic Psychology, 38, 239-248.

Rice, C. E. (1969). Perceptual enhancement in the early blind. Psychological Record, Vol. 19, 1-14.

Riensen, A.H. (1947). The development of visual perception in man and chimpanzee. Science, 106.

Rieser, J.J., Lackman, J.J., & Pick, H.L. (1980). The role of visual experience in knowledge of spatial layout. Perception and Psychophysics, 28, 185-190.

Rock, I., & Harris, C.S. (1967). Vision and touch. Scientific American, 216(5), 96-107.

- Roy, E.A. (1977). Spatial cues in memory for movement, Journal of Motor Behavior, 9, 151-156.
- Roy, E.A. (1976). Measuring change in motor memory. Journal of Motor Behavior, 8, 283-287.
- Roy, E.A. (1976). An assessment of the role of preselection in memory for movement extent. Unpublished doctoral dissertation, University of Waterloo.
- Roy, E.A. (1978). Role of preselection in memory for movement extent. Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory, 4, 397-405.
- Roy, E.A., & Diewert, G.L. (1975). Encoding kinesthetic extend information. Perception & Psychophysics, 17, 559-564.
- Roy, E.A., & Diewert, G.L. (1978). The coding of movement extent information. Journal of Human Movement Studies, 4, 94-101.

Russell, D. G. (1976). Spatial location cues and movement production. In G. E. Stelmach (Ed.). Motor control: Issues and Trends. New York: Academic press.

Ryan, T.A. (1940). Interrelations on the sensory systems in perception. Psychological Bulletin, 37, 659-698.

Salamoni, A.W. and Sullivan S. (1976). The intersensory integration of vision and kinesthesia for distance and location cues. Journal of Human Movement Studies, 2, 225-232.

Schlaegel, T. F. (1953). The dominant method of imagery in blind as compared to sighted adolescents. Journal of Genetic Psychology, 83, 265-277.

Sherrington, C. S. (1947). The integrative action of the nervous system. Cambridge: Cambridge University Press.

Simpkins, K.E. (1979). Development of the concept of space. Visual Impairment and Blindness, 73, 81-85.

Skoglund, S. (1956). Anatomical and physiological studies of knee joint innervation in the cat.

Acta Physiologica, Scandinavia, 36, 124-126.

Smith, J. L. (1969). Kinesthesia: A model for movement feedback. In R. C. Brown & B. J. Cratty (eds.). New perspectives of man in action. New York: Prentice Hall.

Smyth, M. M., & Marriott, A. M. (1982). Vision and proprioception in simple catching. Journal of Motor Behavior, 14, 143-152.

Stelmach, G. E. (1978). Information Processing in Motor Control and Learning. New York: Academic Press.

Stelmach, G. E., & Kelso, J.A.S. (1973). Distance and location cues in short-term motor memory. Perceptual and Motor Skills, 37, 403-406.

Stelmach, G. E., Kelso, J.A.S., & Wallace, S.A. (1975). Preselection in short-term motor memory. Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory, 1, 745-755.

Stelmach, G. E., Larish D. D. (1980). Egocentric referents in human limb orientation. In G.E. Stelmach & J. Requin (eds.). Tutorials in Motor Behavior. North-Holland Publishing Co.

Stelmach, G. E., & Wilson, M. (1970). Kinesthetic rétention, movement extend, and information processing. Journal of Experimental Psychology. 85, 425-430.

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, 65-76.

Sylvester, R. H. (1913). The mental imagery of the blind. Psychological Bulletin, 10, pp. 210-211.

Valvo, A. (1971). Sight restoration after long-term blindness: The problems and behavior patterns of visual rehabilitation. New York: American Foundation for the Blind.

Von Senden, M. (1960). Space and sight. New York: Methuen & Company.

Wallace, S. A. (1977). The coding of location: A test of the target hypothesis. Journal of Motor Behavior, 9, 157-169.

Warren, D.H. (1970). Intermodality interactions in spatial localization. Cognitive Psychol., 1, 114-133.

Warren, D. H., Anooshian, L. J., & Bollinger, J. G. (1973). Early vs. late blindness: The role of early vision in spatial behavior. American Foundation for the Blind Research Bulletin, 26, 151-170.

Warren, D. H., & Pick, H. L. Jr. (1970). Intermodality relations in localization in blind and sighted people. Perception & Psychophysics, 8, 430-432.

Warren, D.H. (1977). Blindness and early childhood development. New York: American Foundation for the blind.

Warren, D.W., Russell, D.G. Imanaka, K., & James, B. (1979). Memory for constrained and preselected movement location and distance: Effects of starting position and length. Journal of Motor Behavior, 11, 201-214.

Weiskrantz, L. (1972). Behavior analysis of the monkey's visual nervous system. Proceedings of the Royal Society of London, 182, 427-455.

Welch, R. B., & Warren, D. H. (1980). Immediate perceptual response to intersensory discrepancy. Psychological Bulletin, 88, 638-667.

Weirtheimer, M. (1951). Hebb and Senden on the role of learning in perception. Amer. J. of Psychol., 64, 133-137.

Wilberg, R. B. (1969). Response accuracy based upon recall from visual and kinesthetic short-term memory. Research Quarterly, 40, 407-414.

Woodworth, R. S. (1899). The accuracy of voluntary movement. Psychological Review, 3, (Monogrr. Suppl. 2).

Worchel, P. (1951). Space perception and orientation in the blind. Psychological Monograph, 67, no.3.

Wyke, M. (1965). Comparative analysis of proprioception in left and right arms. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 17, 149-157.

Zeevi, Y.Y., & Kronauer, R.E. (1975). Signal processing in visual systems and its relevance to pattern recognition. In G.F. Inbar (Ed.), Signal Analysis and pattern recognition in biomedical engineering. New York: John Wiley & Sons.

APPENDICE A

Tableau A1
Moyennes des Erreurs Directionnelles (degré)
Obtenues par les Quatre Groupes

| Groupe | Variable | | |
|--------|------------|---------|----------|
| | Algébrique | Absolue | Variance |
| AC | -0.3035 | +2.7858 | +3.0383 |
| AA | +0.5094 | +2.7609 | +3.0322 |
| K | +0.0011 | +2.8707 | +3.2478 |
| V | +0.1618 | +2.5655 | +2.6207 |

Tableau A2
Moyennes des Erreurs en Distance (Cm.)
Obtenues par les Quatre Groupes

| Groupe | Variable | | |
|--------|----------------|---------|----------|
| | Algébrique | Absolue | Variance |
| AC | -0.0146 | +1.3534 | +1.3690 |
| AA | +0.4015 | +1.1181 | +1.1754 |
| K | <u>+0.5683</u> | +1.3168 | +1.3211 |
| V | <u>-0.1375</u> | +1.2905 | +1.1894 |

Tableau A3
Moyennes des Erreurs en Locations (Cm.)
Obtenues par les Quatre Groupes

| Groupe | Variable | | |
|--------|------------|---------|----------------|
| | Algébrique | Absolue | Variance |
| AC | +2.0963 | +2.0528 | <u>+1.3463</u> |
| AA | +1.6998 | +1.7474 | <u>+0.8484</u> |
| K | +1.9890 | +2.0066 | +1.0695 |
| V | +1.7948 | +1.7963 | <u>+0.8131</u> |

APPENDICE B

Tableau B1
Description de la Population

| Groupe | n | Moyenne d'âge |
|--------|-----------|------------------|
| (AC) | 14 hommes | 27.28 ans |
| | 20 femmes | 22.80 ans |
| | 34 = N | 25.04 ans |
| (AA) | 26 hommes | 33.57 ans |
| | 8 femmes | 29.50 ans |
| | 34 = N | 31.53 ans |
| (K) | 14 hommes | 27.14 ans |
| | 20 femmes | 21.75 ans |
| | 34 = N | 24.45 ans |
| (V) | 14 hommes | 27.00 ans |
| | 20 femmes | 21.80 ans |
| | 34 = N | 24.40 ans |