

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

MÉMOIRE

PRÉSENTÉ A

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DE LA MAÎTRISE EN PSYCHOLOGIE

PAR

MARIE-CLAUDE HARVEY

L'ÉTUDE DES PROCESSUS COGNITIFS

LORS DE L'APPRENTISSAGE PAR OBSERVATION

CHEZ LES INDIVIDUS AYANT SUBI

UN TRAUMATISME CRANIO-CÉRÉBRAL

JUIN 1992

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

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

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

Ce document est rédigé sous la forme d'un article scientifique, tel qu'il est stipulé dans les règlements des études avancées (art. 16.4) de l'Université du Québec à Trois-Rivières. L'article a été rédigé selon les normes de publication d'une revue reconnue et approuvée par le Comité d'études avancées en psychologie. Le nom du directeur de recherche pourrait donc apparaître comme co-auteur de l'article soumis pour publication.

La présente recherche explore la problématique de l'apprentissage par observation à l'aide d'une population neuropathologique car selon (Bandura, 1986), les processus gouvernant ce type d'apprentissage font appel à la cognition. Des victimes d'un traumatisme crânio-cérébral (TCC) ont donc été choisies puisque des dysfonctions cognitives sont régulièrement observées chez cette clientèle (Levin, Benton et Grossman, 1982). L'étude a été réalisée à l'aide de la tâche de synchronisation temporelle (Shea et Morgan, 1979). Les sujets ont été subdivisés en trois groupes en fonction du mode d'apprentissage.

Les résultats de la recherche confirment que les individus ayant des troubles cognitifs importants profitent moins de l'apprentissage par observation que des sujets normaux. Ils indiquent, de plus, que les sujets TCC apprennent à un rythme inférieur à celui des sujets normaux. Ceci implique que l'apprentissage par observation pourrait être utilisé tant sur le plan académique, sportif qu'en rééducation pour diminuer le temps de pratique effective.

This article is related to research previously carried out in the area of temporal synchronisation (Shea and Morgan, 1979), and follows current lines of research in its attempt to determine what effect the observation of a reference model has on a naive subject before the beginning of the acquisition phase. Victims of traumatic brain injury (TBI) were chosen as subjects because many problems in cognitive processes are regularly observed in this clientele (Levin, Benton et Grossman, 1982).

The object of the study was to examine the ongoing processes involved in observational learning and at the same time describe how TBI victims function in observational learning situations. Particular emphasis was placed on the executive functions of goal formation, planning, auto regulation and the utilization of feedback (Lezak, 1980).

The results of the experiment supported the hypotheses that cognitive processes are present in observational learning and confirmed that individuals having cognitive difficulties profit less from this type of learning than do normal subjects. These effects were explained in terms of executive function problems and supported those theories founded on the point of view that the bases for observational learning.

Information relating to temporal synchronisation indicated

that TBI subjects learned at a rate that was inferior to that of normal subjects. Finally, it was suggested that observational learning could function to reduce practice time not only in the area of reeducation but academics and sports as well.

## Table des matières

Introduction.....	1
Méthodologie.....	8
Sujets.....	8
Pré-expérimentation.....	10
Appareil et tâche.....	13
Groupes expérimentaux.....	14
Procédures.....	15
Résultats et discussion.....	18
Résultats de la pré-expérimentation.....	19
1 ) Mesures de contrôle.....	19
2 ) Fonctions cognitives.....	20
3 ) Mesures supplémentaires.....	23
Résultats de la tâche de synchronisation temporelle.....	24
1 ) Apprentissage de la tâche chez les modèles.....	25
2 ) Phase de rétention des modèles.....	28
3 ) Comparaison de la phase de rétention chez les observateurs en fonction du type d'observation...	30
4 ) Comparaison lors de la deuxième phase d'acquisition pour tous les sujets.....	32
5 ) Comparaison des deux phases de rétention pour tous les sujets.....	36
Discussion générale et conclusion.....	39

Remerciements .....	46
Références .....	47

Liste des Figures

Figure 1: Appareil et séquences de mouvements.....	5 4
Figure 2: Phase d'acquisition 1 et phase de rétention des modèles pour les trois variables dépendantes.....	5 5
Figure 3: Phase de rétention chez tous les sujets pour les trois variables dépendantes.....	5 6
Figure 4: Deuxième phase d'acquisition chez tous les sujets.....	5 7
Figure 5: Comparaison des deux périodes de rétention chez tous les sujets.....	5 8

Liste des Tableaux

Tableau 1: Description des phases expérimentales..... 52

Tableau 2: Description des sujets ayant subi un T.C.C..... 53

**Notes aux lecteur.**

Veuillez prendre note que la numérotation des figures est signalée à l'arrière de chacune des pages. Veuillez également noter que la dénomination des panneaux est faite selon l'ordre alphabétique.

On définit généralement l'apprentissage comme l'acquisition d'une habileté résultant de la pratique ou de l'expérience (Schmidt, 1988). Bien que les résultats de plusieurs travaux aient permis de déterminer les conditions les plus susceptibles de favoriser un apprentissage, on connaît néanmoins peu de choses quant à la nature des processus qui gouvernent l'apprentissage. A ce propos, Newell (1991) indique que trois types d'information, reçus par un individu en cours d'apprentissage, jouent un rôle dans l'acquisition d'une habileté motrice. Ces trois types d'information se distinguent l'une de l'autre par le moment auquel elle sont présentées à l'individu. Il y a en premier lieu l'information qui précède l'action, c'est-à-dire les instructions relatives à la tâche à effectuer, les résultats anticipés de l'action ainsi que l'observation d'un modèle de référence. En deuxième lieu, l'information perçue par les sens renseigne l'apprenant quant à la position de ses membres dans l'espace. En troisième lieu, la connaissance du résultat donnée par le professeur ou l'expérimentateur (CR) vient informer l'individu sur le niveau de réussite de l'action par rapport au but visé.

Les premiers travaux portant sur l'apprentissage ont été principalement orientés sur le rôle de la CR au détriment

des autres sources d'information susceptibles de favoriser l'apprentissage. Cet état de fait permet d'expliquer partiellement pourquoi la CR est actuellement considérée comme la variable la plus importante dans l'apprentissage, si l'on exclut la pratique elle-même (Salmoni, Schmidt et Walter, 1984).

Malgré cette dominance du courant de recherches portant sur la CR, d'autres chercheurs s'intéressent principalement à l'utilité de fournir des informations relatives à la tâche qui seraient préalables à la pratique. Ainsi, des études récentes mettent en évidence que l'observation d'un sujet modèle pratiquant une habileté motrice permet à l'observateur d'apprendre (Adams, 1986; McCullagh & Little, 1990). C'est ce que l'on appelle l'apprentissage par observation.

Certains chercheurs tentent présentement d'élucider les fondements de l'apprentissage par observation. Parmi les différentes explications possibles, Bandura (1986) propose un modèle social basé sur l'élaboration de stratégies cognitives. Il propose que dans une première phase d'observation, la structure dynamique de la performance du modèle est extraite par l'observateur et transformée en représentation spatiale et temporelle. Par la suite, ces représentations prennent une forme plus cognitive par codage symbolique suite à un

processus de répétition cognitive. Selon Bandura, ces représentations cognitives auraient deux fonctions principales pendant l'exécution de la tâche. La première serait de guider l'exécution lors des premiers essais de pratique en servant d'image de référence. La deuxième serait de servir de critère de référence et permettrait la détection d'erreurs une fois que la tâche est réalisée. Dans ce dernier cas, le sujet comparerait donc la représentation cognitive de la tâche à effectuer avec la CR de l'essai qu'il vient de terminer ce qui lui permettrait d'ajuster sa performance pour les essais ultérieurs. Bandura souligne, en dernier lieu, que la motivation facilite l'acquisition des représentations cognitives en agissant sur les processus d'attention et de rétention. La motivation aurait donc un effet de modulateur amenant l'observateur à exécuter ce qu'il a appris par l'observation. En résumé, la théorie de Bandura suppose que les modèles d'action sont organisés cognitivement avant d'être transférés à l'action où ils servent de support empirique.

De façon similaire, Adams (1986) propose que l'apprentissage est favorisé lorsqu'un individu observe la performance d'un modèle alors que ce dernier est en cours d'apprentissage. Par ailleurs, il avance que l'apprentissage peut être amélioré si l'observateur obtient, en plus, la CR

donnée au modèle. Les effets de l'apprentissage par observation seraient alors améliorés parce que l'observateur serait à même de se faire une idée concrète du but à atteindre. La CR favoriserait le développement de la résolution de problèmes basée sur l'acquisition de techniques d'évaluation de la réponse et de correction des erreurs. Par conséquent, l'observation d'un modèle inexpérimenté permettrait une plus grande acuité de la représentation cognitive car l'observateur serait engagé dans des activités de résolution de problème tout comme le modèle qui exécute la tâche.

Malgré l'évidence des bienfaits de l'apprentissage par observation, l'hypothèse des stratégies cognitives à la base de cette méthode d'apprentissage reste encore à élucider. Selon le modèle de Bandura (1986) et de Adams (1986), il est plausible qu'un individu ayant des troubles au niveau des processus cognitifs présente des difficultés dans l'élaboration des stratégies impliquant ce type d'apprentissage. Ce même individu devrait par le fait même bénéficier à un degré moindre qu'un sujet normal de l'apprentissage par observation. A ce titre, nous avons décidé d'évaluer les possibilités d'apprentissage par observation de sujets ayant subi un traumatisme crânio-cérébral (T.C.C.) puisque ceux-ci présentent sans contredit des troubles cognitifs (Levin,

Benton et Grossman, 1982). En effet, suite aux lésions fréquentes et nombreuses aux régions cérébrales antérieures (Stuss et Benson, 1986), ce type de traumatisme peut entraîner une variété de troubles au niveau des fonctions cognitives supérieures.

Plus précisément, Lezak (1983) détermine quatre sphères cognitives spécifiques qui sont prises en charge par les lobes frontaux et qu'elle regroupe sous le terme de fonctions exécutives. Ces habiletés sont décrites comme suit: la formulation d'un objectif, la planification, l'auto-régulation, et l'auto-correction par utilisation du feedback. Ainsi, la formulation d'un but requiert l'habileté à se créer une motivation extérieure à des expériences, à la réponse d'un besoin physiologique ou à une action impulsive. L'individu doit donc être conscient de lui et avoir une perception de l'impact qu'il provoque sur son environnement pour en arriver à évaluer objectivement la réalité et poser une action orientée. Lors de la planification, l'individu doit être capable de penser aux alternatives qui se présentent à lui, de les peser et de faire un choix parmi elles. L'auto-régulation demande pour sa part la présence de capacités pour amorcer, maintenir, changer ou arrêter une séquence de mouvements complexes. L'individu doit pouvoir exécuter la séquence dans

un ordre pré-défini et d'une manière intégrée. Finalement, l'auto-correction par utilisation du feedback dépend de l'habileté de l'individu à se contrôler, à se corriger, à réguler sa vitesse et l'intensité de ses mouvements. Elle concerne donc les aspects qualitatifs de la tâche lors de son exécution et permet de déterminer l'efficacité des gestes posés.

Lorsqu'un individu souffre d'une atteinte des lobes frontaux, comme c'est souvent le cas lors d'un traumatisme crânien, plusieurs malfonctionnements peuvent s'observer en regard des fonctions exécutives.

En premier lieu, ces troubles agissent lors de la formulation d'un but en limitant l'intention de mener un projet à terme. Ils entraînent, en second lieu, une incapacité à planifier les étapes à réaliser lors de l'exécution d'une tâche. On retrouve, par exemple, une perte de la capacité d'être objectif lors de l'analyse des données du problème et une incapacité de penser aux alternatives qui se présentent pour résoudre le problème. Lors des situations où ces alternatives lui sont présentées, l'individu atteint d'un traumatisme frontal perd également la capacité de peser ces mêmes alternatives et de faire des choix parmi elles. On note enfin des troubles dans l'élaboration d'un concept pouvant servir à orienter la résolution de l'activité.

En troisième lieu, l'exécution des activités peut être altérée par la formation de plans irréalistes en regard des informations factuelles et du niveau d'habileté de l'individu. Ceci implique une grande dissociation entre les intentions verbalisées par le sujet, les plans d'action et l'action elle-même. Ces désordres s'illustrent concrètement par un nombre élevé de perséverations, une discontinuité dans le cours normal d'une activité organisée de façon séquentielle et par de l'inertie. On observe, en dernier lieu, un manque d'efficacité dans l'exécution d'une réponse qui dépend de l'habileté du sujet à se contrôler, à se corriger, à réguler l'intensité de sa vitesse ainsi que d'autres aspects qualitatifs de la tâche.

A tous ces troubles cognitifs se greffent également des troubles d'attention sélective et de concentration ainsi que des troubles de personnalité dont particulièrement de l'impulsivité, de l'agressivité et de la désinhibition (Stuss et Benson, 1986). L'intensité de ces derniers troubles peut avoir un effet amplificateur sur les désordres notés plus haut.

Le but de cette recherche étant d'évaluer le rôle des processus cognitifs lors de l'apprentissage par observation, nous croyons utile de vérifier l'hypothèse suivante. Ainsi, en raison de la nature des troubles imputés à une lésion des

lobes frontaux, il est plausible de croire que des individus ayant ce type d'atteintes cérébrales bénéficient moins de l'observation d'un modèle en cours d'apprentissage de la tâche que des sujets normaux.

Dans l'alternative où les sujets ayant subi un T.C.C. présenteraient un apprentissage comparable à celui des sujets normaux, l'hypothèse cognitive à la base de l'apprentissage par observation devrait être abandonnée. Une alternative potentielle serait alors que l'observation d'un modèle en cours d'apprentissage permet à l'observateur de développer une représentation sensorielle de la tâche à apprendre et que c'est cette représentation sensorielle qui guiderait les premiers essais de l'observateur.

### Méthodologie

#### Sujets

Vingt-huit hommes ayant subi un T.C.C. ont été recrutés par l'entremise du Centre de Réadaptation Lucie-Bruneau de Montréal et du Centre Hospitalier Cooke de Trois-Rivières. Ces sujets, qui constituent le groupe d'individus ayant subi un traumatisme crânio-cérébral (TCC), ont été préalablement évalués individuellement à l'aide d'une batterie de tests neuropsychologiques. Les détails concernant ces tests seront

spécifiés plus avant dans le texte. Ils avaient pour but de mettre en lumière les troubles cognitifs et de détecter la présence d'autres troubles (moteurs, visuels et praxiques) pouvant altérer leur rendement lors de l'expérimentation. Cinq sujets ont été éliminés à la suite de cette rencontre.

A partir du moment où un groupe de 23 sujets ayant subi un T.C.C. a été réuni, des démarches ont été entreprises afin de trouver des sujets sans atteinte cérébrale dont l'âge et le niveau de scolarité correspondaient à ceux des sujets TCC. Ces sujets ( $n=24$ ), qui constituent le groupe de sujets normaux (N), ont été recrutés par le biais de contacts personnels. Ils devaient subir sensiblement les mêmes épreuves que le groupe des sujets TCC pour s'assurer, dans ce cas-ci, qu'aucun trouble cognitif ne viendrait altérer leur performance.

Des variables contrôles ont été ajoutées dans le but d'obtenir une homogénéité au sein des deux groupes. A cet effet, tous les sujets étaient des hommes pour s'assurer qu'aucune différence d'organisation cérébrale liée au sexe ne puisse altérer les résultats. Ils étaient tous droitiers pour éviter les effets de latéralisation suggérant une organisation cérébrale différente. Les sujets TCC devaient, en dernier lieu, avoir subi le traumatisme depuis au moins 11 mois afin de

permettre aux processus spontanés de récupération des fonctions motrices et sensorielles d'avoir pris place.

### Pré-expérimentation

L'évaluation de tous les sujets a été faite à l'aide de cinq mesures dont quatre correspondent à des troubles cognitifs typiques tandis que la cinquième est une mesure d'apprentissage moteur. Il s'agit en premier lieu du Wechsler Adult Intelligence Scaled-Revised (Wechsler, 1981) dont trois sous-tests ont été utilisés: similitudes, dessins avec blocs et histoires en images. Ces trois sous-tests évaluent principalement la capacité d'abstraction, les habiletés visuo-constructives ainsi que l'aptitude à organiser une séquence d'images selon un plan.

En deuxième lieu, il s'agit du California Verbal Learning Test (CVLT) (Delis et al., 1987) dans sa forme adaptée en français par Nolin (1991) qui sert à évaluer l'apprentissage de matériel verbal par le biais d'une liste de mots. Le sujet doit apprendre cette liste à travers cinq présentations. On évalue par la suite sa capacité de résister au matériel interférent en présentant une deuxième liste de mots ciblés. Le sujet est ensuite soumis à des rappels immédiat et différé

de la liste de mots. Finalement, l'épreuve se termine par une tâche de reconnaissance.

En troisième lieu, le Tinker Toy (Lezak, 1982) évalue les troubles lors de la planification, l'amorce et l'exécution d'une activité complexe. On présente au sujet plusieurs pièces non assemblées dont il doit décider de l'agencement optimal.

L'agencement que façonne le sujet est évalué quant à la quantité de pièces assemblées et son habileté à être désigné comme un objet réel. Des points sont également accordés pour la symétrie de la représentation, sa mobilité, la possibilité de bouger certaines parties, et la tridimensionnalité de l'agencement.

En quatrième lieu, les deux volets du test de fluidité verbale (Talland, 1965) ont été utilisés pour détecter les troubles de pensée divergente. Le sujet doit donc énumérer le plus de mots possible s'inscrivant à l'intérieur de catégories déterminées.

On retrouve en cinquième lieu, la tâche de Fitts (1954) qui a été administrée aux deux groupes pour obtenir une mesure de performance purement motrice. Cet instrument permet d'évaluer la dextérité motrice des sujets en effectuant des mouvements répétitifs entre deux cibles durant une période de 20 secondes. Cette mesure avait ,de plus,

l'avantage d'éviter qu'une trop grande lenteur motrice n'affecte le rendement des sujets T.C.C. lors de la tâche proprement dite. Les sujets ayant obtenu un résultat en deça de 45 contacts entre les deux cibles ont été éliminés. Il est à noter que les sujets devaient réaliser la tâche à cinq reprises.

Des mesures supplémentaires ont été effectuées uniquement sur les sujets ayant subi un TCC dans le but de démontrer l'absence de troubles spécifiques pouvant nuire à la réalisation de la tâche expérimentale. Le sous-test de compréhension de phrases complexes du Bêta (Nespoulos et al., 1986) a été administré afin de s'assurer que les sujets ne présentaient aucun trouble de compréhension des consignes. Un examen du balayage visuel a également été effectué, à l'aide du test de Weintraub et Mesulam (1988), dans le but d'éliminer les sujets présentant une altération du champ visuel. Le critère d'élimination étaient la présence d'omissions dans une portion précise du test. Un examen des fonctions praxiques (Benton et al., 1983) a permis d'éliminer les sujets souffrant de troubles pouvant nuire à la reproduction de séquences de mouvements. Les sujets devaient effectuer la majorité des mouvements sur commande pour être admissible à l'expérimentation.

### Appareil et tâche

L'appareillage est le même que celui initialement utilisé par Shea et Morgan (1979) puis ultérieurement utilisé par Lee et Magill (1983) et Lee et White (1990, Expérience 2). Il est illustré à la Figure 1. L'appareil comprend une base rectangulaire de bois sur laquelle sont disposées, de part et d'autre de l'axe central, trois barrières en bois (10 x 8 cm) montées sur des charnières. Ces charnières permettent aux barrières de pivoter vers l'extérieur après avoir été abattues par le sujet. Dans l'axe central, on retrouve près du sujet, un interrupteur de départ et, 46 cm plus loin, une plaque de métal servant de base d'arrivée. L'interrupteur et la plaque de métal sont reliés à un chronomètre (Lafayette) qui est activé lorsque l'interrupteur est relâché et s'arrête par une pression sur la plaque de métal. Le temps de mouvement (TM) s'étend donc du moment où la main du sujet quitte la base de départ, frappe trois des six barrières dans un ordre pré-déterminé et presse finalement la plaque de métal.

Le sujet doit apprendre trois séquences spécifiques de mouvement. Chaque séquence est associée à un des trois (TM) préalablement définis. Les trois séquences de mouvement et leur temps respectif sont: (a) la barrière avant droite, la barrière centrale gauche et la barrière arrière

gauche, (en 900 ms), (b) la barrière avant gauche, la centrale droite et la barrière centrale gauche (en 1050 ms), et (c) la barrière centrale gauche, la centrale droite, et la barrière arrière droite (en 1200 ms). Les trois séquences de mouvement ainsi que leur TM respectif sont illustrés sur un diagramme placé devant le sujet au-dessus de l'appareil. Le sujet peut donc les consulter durant l'expérience. Il est important de préciser que les trois séquences de mouvement diffèrent selon un certain nombre de facteurs plutôt subtils dont le nombre de fois où la main croise la ligne médiane durant l'exécution...

---

Insérer la Figure 1 environ ici

---

### Groupes expérimentaux

Les sujets des groupes T.C.C. et normal ont chacun été subdivisés en trois groupes en fonction du mode d'apprentissage auquel ils allaient être soumis, soit: huit sujets qui forment un groupe de sujets modèles, un groupe de huit sujets qui observent un modèle T.C.C. et finalement, un groupe de huit sujets qui observent un sujet modèle normal.

Il convient ici de noter que les sujets modèles sont des individus qui reçoivent les consignes de l'expérimentateur et exécutent la tâche immédiatement. Leur apprentissage se fait donc par la pratique effective et non par l'observation d'un autre individu.

### Procédures

Tous les sujets ont réalisé un total de cinq phases expérimentales. Avant la première phase expérimentale, les sujets modèles recevaient des consignes verbales quant à la tâche à réaliser. Ils effectuaient ensuite trois essais de pratique sur des séquences de mouvement différentes de celles décrites précédemment afin de s'assurer de la compréhension de la tâche. Suite à ces essais, la première phase expérimentale débutait. Elle consiste en 108 essais de pratique soit 36 essais pour chacune des trois séquences de mouvements présentées plus haut. En ce qui concerne les autres sujets, huit sujets observateurs de chaque groupe observaient les essais de pratique d'un modèle T.C.C., alors que les huit autres observaient les essais de pratique d'un modèle normal. Ces observations ont été faites à partir d'un enregistrement vidéoscopique où l'on pouvait observer la première phase d'acquisition de chacun des groupes de

modèles, soit une bande représentant un sujet T.C.C. et une autre représentant un sujet normal. Les bandes vidéos présentées étaient celles qui illustraient l'apprentissage moyen des sujets pour chacun des groupes. Ces bandes étaient présentées aux sujets observateurs sur un écran 70 cm à partir de bandes vidéo préalablement montées. Suite à chaque essai de cette première phase expérimentale, les modèles recevaient la CR en terme du TM obtenu. Les observateurs sont également informés verbalement par l'observateur du TM réalisé par le modèle qui leur est présenté. Tous les sujets devaient commenter la CR qui leur était présentée en disant, par exemple: trop vite ou trop lent. Ceci permet de s'assurer que les sujets tiennent compte de la CR dans l'évaluation de leur propre performance (sujets modèles) ou de celles du modèle (sujets observateurs).

Une fois cette première phase terminée, les sujets des six groupes ont réalisé les quatre autres phases expérimentales dans les mêmes conditions. Ainsi, après un délai de 3 minutes, les sujets exécutent, dans une deuxième phase expérimentale (phase de rétention), 18 essais présentés pseudo-aléatoirement (6 par séquence) sans CR. Après un deuxième délai de 3 minutes, les sujets réalisent la troisième phase expérimentale. Il s'agit pour les sujets

modèles d'une deuxième phase d'acquisition de 108 essais de pratique en tous points identique à celle de la phase 1. Pour les observateurs, il s'agit d'une première phase d'acquisition de 108 essais.

Les deux dernières phases sont des tests de rétention où les sujets doivent réaliser 18 essais en ordre pseudo-aléatoire et sans CR. La première période de rétention prend place 10 minutes après la fin de la phase 3 tandis que la deuxième a lieu 24 heures plus tard. Le protocole expérimental complet est synthétisé au Tableau 1.

---

Insérer le Tableau 1 environ ici

---

Pour toutes les phases expérimentales, les essais sont présentés selon un mode de pratique pseudo-aléatoire ce qui implique que, pour chaque bloc de 9 essais, les sujets réalisent 3 fois chacune des trois séquences de mouvement. Les essais sont présentés de façon à ce que les sujets ne puissent jamais effectuer plus de deux fois le même mouvement consécutivement.

Les essais des cinq phases expérimentales se déroulent de la façon suivante. Tout d'abord, l'expérimentateur annonce la séquence de mouvement à réaliser. Les essais

comprenant des erreurs dans la séquence de mouvements à réaliser ou l'omission d'une barrière sont notés par l'expérimentateur et immédiatement repris en évitant toutefois de ne pas dépasser plus de deux essais consécutifs de la même séquence de mouvements.

En résumé, les deux groupes de modèles réalisent cinq phases de pratique physique tandis que les quatre autres groupes observent lors de la première phase avant de pratiquer eux-mêmes la tâche.

### Résultats et Discussion

Cette section présente les résultats des analyses statistiques réalisées sur les données obtenues par les deux groupes de sujets. Les analyses portent, dans un premier temps, sur les données concernant la partie pré-expérimentale de l'expérience et, dans un deuxième temps, sur les données de la tâche de synchronisation temporelle. Sauf mention particulière, le seuil de signification retenu pour les différentes analyses statistiques est de  $p < .05$ .

### Résultats de la pré-expérimentation

Les résultats concernant les mesures de pairage et d'évaluation des fonctions cognitives de tous les sujets ont été soumis à une analyse de la variance (ANOVA).

#### 1) Mesures contrôles

Les mesures de pairage provenant de la pré-expérimentation permettent de dire qu'aucune différence significative ne survient entre les deux groupes au niveau de l'âge,  $F(1, 45) = 0.17$   $p > .05$  et de la scolarité des sujets  $F(1, 45) = 1.53$   $p > .05$ . Des informations sur tous les sujets ayant subi un T.C.C. sont présentées au Tableau 2 afin de donner un aperçu des caractéristiques propres à chaque individu.

---

Insérer le Tableau 2 environ ici

---

L'analyse statistique contrastant les résultats des deux groupes de sujets lors de la réalisation de la tâche de Fitts indique des effets significatifs du groupe de sujets,  $F(1, 45) = 34,7$  et de l'essai,  $F(4, 180) = 45,0$ . Ces résultats indiquent d'une part, que les T.C.C. sont globalement plus lents que les sujets normaux lors de l'exécution de la tâche (68,2 et 87,6 respectivement). Ils semblent moins motivés à améliorer

leur performance au fil des essais. D'autre part, les deux groupes de sujets augmentent leur vitesse d'exécution à travers les essais. Les T.C.C., comme les normaux, sont donc capables d'apprendre cette tâche purement sensori-motrice.

## 2) Fonctions cognitives

En premier lieu, les résultats des sous-tests similitudes et dessins avec blocs du WAIS-R (Wechsler, 1981) indiquent une différence significative entre les deux groupes,  $F_s(1, 45) = 9,2$  et  $6,1$ , respectivement. Ces résultats indiquent que les sujets normaux ont une capacité d'abstraction significativement supérieure à celle des T.C.C. Les sujets normaux ont, de plus, une meilleure capacité visuo-constructive. Ces résultats mettent également en lumière les troubles de planification des sujets T.C.C. dans la modalité visuelle. Pour ce qui est des résultats du sous-test "histoire en images", l'ANOVA ne révèle aucune différence significative entre les deux groupes de sujets,  $F(1, 45) = 2,6$   $p > 0,05$ .

Les résultats concernant le CVLT (Nolin, 1991) indiquent lors des cinq présentations de la première liste de mots des effets significatifs du facteur groupe,  $F(1, 45) = 18,9$ , du facteur présentation,  $F(4, 180) = 156,2$  et une interaction de ces deux facteurs,  $F(4, 180) = 2,6$ . La

décomposition de cette interaction indique qu'à toutes les présentations, les sujets ayant subi un T.C.C. obtiennent une performance significativement inférieure à celle des sujets normaux bien qu'ils soient capables d'apprendre. On note également que cet écart s'accroît avec les présentations de la liste de mots. Les analyses se rapportant au rappel de la deuxième liste révèlent une différence significative entre les deux groupes de sujets,  $F(1, 44) = 12,7$ . On note donc que les sujets normaux se rappellent de plus de mots lorsqu'ils doivent apprendre une deuxième liste de mots que les sujets ayant subi un T.C.C. (6,96 et 5,18 respectivement). Une analyse comparant le dernier essai de la première liste, le rappel immédiat, le rappel différé et la reconnaissance de cette même liste a permis de contraster la performance des sujets en rétention et en reconnaissance. Les résultats de l'ANOVA illustrent des effets significatifs du facteur groupe,  $F(1, 44) = 21,7$ , du type de tâche,  $F(3, 132) = 57$  et une interaction de ces deux facteurs,  $F(3, 132) = 9,4$ . La décomposition de cette interaction révèle que, lors de chacune des épreuves, les sujets ayant subi un T.C.C. obtiennent un résultat inférieur à celui des sujets normaux. L'écart entre les performances est principalement marqué lors des deux périodes de rappel tandis qu'il s'amenuise en

fin d'acquisition et lors de la tâche de reconnaissance. Une analyse globale du nombre de perséverations parmi toutes les épreuves du CVLT démontre que les T.C.C. réalisent plus souvent ce type d'erreur que les sujets normaux (6,2 et 4,6 respectivement). Cependant, elle n'apparaît pas significative. L'ANOVA concernant le nombre global d'intrusions ne révèle aucun effet significatif mais l'on note cependant que les sujets normaux obtiennent moins d'intrusions que les T.C.C., 3,4 et 5,7 respectivement.

L'analyse des résultats du Tinker Toy (Lezak, 1981, 1982) indique un effet significatif du facteur groupe,  $F(1, 45) = 17,9$ . Ceci illustre que les T.C.C. réalisent des assemblages moins complexes que les sujets normaux. On note également que ceux-ci font six fois plus d'erreurs dans la réalisation de leur montage, qu'ils font plus souvent deux ou trois objets au lieu d'assembler les pièces en un seul montage et qu'ils répètent plus souvent le même type d'assemblage (ex: plusieurs assemblages de roues).

Les ANOVAS concernant les deux épreuves du test de fluidité verbale de Talland (Talland, 1965; voir Lezak, 1983) révèlent des effets significatifs du facteur groupe,  $F_{1, 45} = 40,2$  et  $97,1$ . On note dans les deux cas que les sujets

normaux peuvent accéder plus facilement à leur pensée divergente et émettre plus de mots que les T.C.C.

On note donc globalement que les sujets ayant subi un T.C.C. ont des aptitudes visuo-constructives inférieures aux sujets normaux en plus de présenter des troubles d'abstraction et de jugement. Ils présentent, de plus, des capacités d'apprentissage de matériel verbal restreintes, des troubles de pensée divergente ainsi que des troubles d'initiation et de planification lors de l'exécution d'une tâche.

### 3) Mesures supplémentaires

Ces mesures ont été effectuées exclusivement sur les sujets ayant une atteinte neurologique dans le but d'éviter que certains troubles ne viennent altérer leur performance lors de la tâche expérimentale proprement dite. Ainsi, l'administration du Bêta (Nespoulos et al., 1986) démontre, selon les normes de l'épreuve, que les sujets T.C.C. de l'expérience ne présentent aucun trouble pouvant empêcher la compréhension des consignes. Les résultats concernant l'examen des champs visuels (Weintraub et Mesulam, 1988) ne révèlent aucun trouble chez l'ensemble des sujets ayant subi un T.C.C.. Ceux-ci peuvent percevoir toutes les informations qui leur sont présentées quelque soit le

quadrant. L'évaluation des fonctions praxiques (Benton et al., 1983) indique, pour sa part, qu'aucune difficulté à ce niveau ne vient altérer la reproduction des mouvements. Tous les sujets peuvent exécuter la grande majorité des mouvements sur commande verbale.

Ces mesures indiquent donc que les T.C.C. n'ont aucun trouble majeur de compréhension, qu'ils peuvent percevoir des stimuli visuels quelque soit le champ visuel et qu'ils ont les habiletés nécessaires à la reproduction d'une séquence de mouvements.

#### Résultats de la tâche de synchronisation temporelle

Pour chacune des cinq phases expérimentales de l'expérience, les données ont été regroupées en blocs de 9 essais. Chaque bloc compte trois essais pour chacune des trois séquences de mouvement. Les variables dépendantes retenues pour illustrer la précision des temps de mouvements ainsi que la variabilité de chacune de ses données par rapport au temps à atteindre sont respectivement l'erreur constante absolue et l'erreur variable de précision temporelle (Schmidt, 1988). Ces deux types d'analyses sont utilisées car ils rendent compte de deux réalités distinctes. En effet, un sujet peut obtenir un résultat

très différent du temps à atteindre et être peu précis quant à l'objectif mais être stable dans sa performance et obtenir un temps de mouvement semblable. La quantité d'erreurs dans le choix du mouvement à produire ainsi que dans l'exécution des séquences de mouvements ont aussi été retenu comme variable dépendante.

Dans le but de répondre au but de cette étude qui cherchait à discerner si des sujets observateurs ayant subi un T.C.C. pouvaient bénéficier de l'apprentissage résultant de l'observation d'un modèle, il fallait contraster plusieurs résultats. Nous avons donc mesuré l'apprentissage des deux groupes de modèles. Dans un seconde étape, les analyses portent sur ce que les deux groupes de modèles ont retenu de la première phase d'acquisition. Dans un troisième temps, on retrouve les résultats découlant de l'observation des quatre groupes de sujets observateurs. Dans un quatrième temps, les résultats tiennent compte de la deuxième phase d'acquisition de tous les sujets. Finalement, les dernières analyses mettent en lumière les deux périodes de rétention pour tous les groupes de sujets.

### 1) Apprentissage de la tâche par les sujets modèles

Dans un premier temps, le but était de déterminer si la pratique physique permettait aux sujets modèles d'apprendre

quelque chose de la tâche. Pour ce faire, les résultats obtenus pour les différentes variables dépendantes lors de la première phase expérimentale ont été soumis à une analyse de la variance (ANOVA) contrastant la performance des deux groupes de sujets modèles (T.C.C. vs normaux) pour les trois types de mouvement et les 12 blocs d'essais réalisés (essais 1-9, 10-18, ..... 100-108).

Pour ce qui est de l'erreur constante absolue, les résultats de l'analyse statistique indiquent un effet significatif du bloc d'essais,  $F(11, 154) = 5,7$  et une interaction significative entre le type de mouvement et le bloc d'essais,  $F(22, 308) = 2,3$ . La décomposition de cette interaction en ses effets simples indique que l'erreur constante absolue des deux groupes de sujets diminue en fonction du bloc d'essais pour les mouvements 1 et 2, [ $F(11, 154) = 7,8$  et  $3,9$ ] mais pas pour le mouvement 3, [ $F(11, 154) = < 1,0$ ]. Cette interaction est illustrée à la Figure 2a. Il faut ici noter que pour le mouvement 3, les sujets sont relativement précis lors de la réalisation des premiers essais et qu'ils maintiennent leur performance.

---

Insérer la Figure 2 environ ici

---

En ce qui concerne l'erreur variable, les résultats de l'ANOVA indiquent des effets significatifs du type de mouvement,  $F(2, 28) = 3,9$ , du bloc d'essais,  $F(11, 154) = 13,7$  et une interaction significative entre ces facteurs,  $F(22, 308) = 2,0$ . La décomposition de cette interaction en ses effets simples indique que les sujets ont des erreurs variables significativement différentes dans l'exécution des trois mouvements pour les blocs 1 et 6 ( $F_{\text{es}}(2, 28) = 4,0$  et  $4,6$  respectivement). On note au bloc 1 que l'erreur variable du mouvement 3 est significativement supérieure à celle des deux autres mouvements, [M3 (163), M1 (102) et M2 (123) ms respectivement]. Dans le cas du bloc 6, c'est l'erreur au mouvement 2 qui est la plus élevée tandis que celle du mouvement 1 est la plus basse. Elles sont distribuées comme suit: [M1 (36), M2 (69), et M3 (50) ms]. Cette interaction est illustrée à la Figure 2b.

Pour ce qui est des erreurs lors du choix et de l'exécution des mouvements, les résultats de l'ANOVA indiquent un effet significatif du groupe de sujets,  $F(1, 14) = 23,4$ . Les sujets ayant subi un T.C.C. font significativement plus d'erreurs que les sujets normaux (1,51 et 0,46 erreurs par blocs de 9 essais, respectivement) tous blocs confondus.

On peut donc conclure pour cette phase expérimentale que les deux groupes de modèles apprennent la tâche à un même rythme. De plus, ce n'est que par le nombre d'erreur effectué que l'on peut départager les sujets normaux des sujets ayant une atteinte cérébrale.

## 2) Phase de rétention des modèles

Lors de cette phase expérimentale, nous avons comparé ce que les deux groupes de sujets modèles retiennent de la tâche après les 108 essais de pratique physique. Pour ce faire, nous avons comparé les résultats des blocs 11 et 12 de la première phase d'acquisition à ceux des deux blocs de la phase de rétention.

En ce qui a trait à l'erreur constante absolue (Figure 2a), les résultats de l'ANOVA révèlent des effets significatifs du groupe de sujets,  $F(1, 14) = 8,1$ , du type de mouvement,  $F(2, 28) = 8,9$  et une interaction significative entre ces deux facteurs,  $F(2, 28) = 6,4$ . Les résultats de la décomposition de cette interaction indiquent que l'erreur constante absolue des sujets ayant subi un T.C.C. varie selon le type de mouvement, ( $F(2, 28) = 15,1$ ). En effet, l'erreur augmente de façon significative avec le temps de mouvement chez les T.C.C. tandis qu'aucune différence n'est remarquée chez les sujets

normaux,  $F(2, 28) = < 1.0$ , soit respectivement: 40, 68, 110 et 38, 44, 44.

Dans le cas de l'erreur variable, l'analyse statistique indique un effet significatif du type de mouvement,  $F(2, 28) = 3,3$ . Les comparaisons de moyennes indiquent que, pour l'ensemble des sujets, l'erreur variable des mouvements 1 et 2 est significativement inférieure à celle du mouvement 3, 40, 45 et 57 ms, respectivement. C'était là la seule différence trouvée significative.

L'ANOVA concernant le nombre d'erreurs (Figure 2c) en phase de rétention indique un effet significatif du groupe de sujets,  $F(1, 14) = 16,3$ . Les sujets ayant subi un T.C.C. font significativement plus d'erreurs que les sujets normaux soit respectivement 1,75 et 0,19 par bloc de 9 essais.

Ces résultats indiquent globalement que tous les sujets ont retenu quelque chose de la tâche. On remarque encore une fois que les sujets normaux font significativement moins d'erreurs que les T.C.C. Aucune différence n'apparaît significative pour le facteur bloc d'essais dans cette section.

### 3) Comparaison entre les observateurs en fonction des groupes de sujets et du type d'observation

Cette phase expérimentale a pour but de mesurer ce que les sujets observateurs (T.C.C. vs normaux) ont appris et retenu à la suite de deux types d'observation, soit celle de sujets ayant subi un T.C.C. ou de sujets normaux. Ces comparaisons sont effectuées lors de l'exécution des deux blocs d'essais de rétention qui font suite à la phase d'observation.

Les analyses concernant l'erreur constante absolue n'indiquent aucun effet significatif, ce qui indique que les deux groupes de sujets ont une performance identique peu importe le type d'observation. Ces résultats sont illustrés à la Figure 3a.

En ce qui concerne l'erreur variable, l'ANOVA indique des effets significatifs du groupe de sujets,  $F(1, 27) = 11,1$ , du bloc d'essais,  $F(1, 27) = 13,1$  et une interaction double entre le groupe de sujets, le type d'observation et le bloc d'essais  $F(1, 27) = 7,1$ . Comme on peut le voir à la Figure 3b, l'erreur variable de tous les groupes de sujets, sauf les T.C.C. qui observent des sujets normaux., augmente du premier au deuxième bloc d'essais.

---

Insérer la Figure 3 environ ici

---

L'analyse statistique qui concerne la quantité d'erreurs révèle des effets significatifs du type d'observation,  $F(1, 27) = 7,1$ , du type de mouvement,  $F(1, 27) = 4,7$  et une interaction double entre le groupe de sujets, le type d'observation et le type de mouvement,  $F(1, 27) = 4,7$ . La décomposition de cette interaction révèle chez les sujets ayant subi un T.C.C. des effets significatifs selon le type d'observation,  $F(1, 13) = 5,6$ . En effet, les T.C.C. font significativement plus d'erreurs lorsqu'ils observent des sujets ayant subi un T.C.C. que dans l'observation de sujets normaux (1,8 et 0,4). Chez les sujets normaux, on note également des effets significatifs du type d'observation,  $F(1, 14) = 3,6$ . Quoique les moyennes soient inférieures à celles des sujets ayant subi un T.C.C., on observe le même phénomène chez les deux groupes de sujets. Les moyennes d'erreurs varient donc de 0,8 à 0,1 si l'on passe de l'observation d'un sujet ayant subi un T.C.C. à celle d'un sujet normal. Ces effets sont illustrés à la Figure 3c.

On note donc que l'observation seule permet aucunement d'influencer ce que les sujets retiennent. Ceci

s'applique quels que soient le mode d'observation et le groupe de sujets. On note par contre que les sujets ayant une atteinte cérébrale font toujours significativement plus d'erreurs que les sujets normaux.

#### 4) Comparaison lors de la deuxième phase d'acquisition pour tous les groupes de sujets

Lors de la deuxième phase d'acquisition, l'analyse statistique avait pour but de contraster l'apprentissage des deux groupes de sujets (T.C.C. et normaux) ainsi que les effets provenant de trois types d'apprentissage soit: la pratique physique, l'observation d'un sujet ayant subi un T.C.C. et l'observation d'un sujet normal. L'analyse a porté sur les 12 blocs de neuf essais de cette phase.

Pour ce qui est de l'erreur constante absolue, l'ANOVA indique des effets significatifs du groupe de sujets,  $F(1, 41) = 22,1$ , du type de mouvement,  $F(2, 82) = 36,6$  et du bloc d'essais,  $F(11, 451) = 5,6$ . L'analyse révèle également la présence d'une interaction entre le groupe de sujets et le type de mouvement,  $F(2, 82) = 5,1$  et une autre impliquant le type de pratique et le bloc d'essais,  $F(22, 451) = 1,9$ .

La décomposition en ses effets simples de l'interaction entre le groupe de sujets et le type de mouvement indique

une différence de l'erreur constante absolue chez les T.C.C. pour les trois mouvements,  $F(2, 82) = 2,8$ . La comparaison des moyennes de chaque mouvement pour ces sujets indique que l'erreur augmente de façon significative avec le mouvement (46, 56 et 89 ms respectivement). Toutefois pour les sujets normaux, on ne note aucune différence en fonction du type de mouvement,  $F(2, 82) = < 1.0$ . Ces résultats sont illustrés à la Figure 4a.

---

Insérer la Figure 4 environ ici

---

La décomposition de l'interaction entre le type de pratique et le bloc d'essais, révèle que l'erreur constante absolue est différente en fonction du type de pratique seulement pour le premier bloc d'essais [ $F(2, 41) = 3,6$ ]. La pratique physique résulte en une erreur de 68 ms, comparativement à des erreurs de 72 ms et de 94 ms pour l'observation de sujets normaux et de sujets T.C.C., respectivement.

En ce qui concerne l'erreur variable, l'analyse statistique révèle des effets significatifs du groupe de sujets,  $F(1, 41) = 24,4$ , du type de pratique,  $F(2, 41) = 9,2$ , du type de mouvement,  $F(2, 82) = 8,1$  et du bloc d'essais,  $F(11, 451)$

= 3,0. Pour ce qui est de l'effet des groupes de sujets, les sujets ayant subi un T.C.C. obtiennent une erreur variable significativement supérieure à celle des sujets normaux (59,1 et 45,8 ms). En ce qui concerne l'effet du type de pratique, les comparaisons de moyennes indiquent que l'erreur variable est plus grande suite à l'observation d'un sujet T.C.C. que celle d'un sujet normal ou de la pratique physique (60,6, 48,7 et 48,0 respectivement). Cet effet est illustré à la Figure 4b en tenant compte du groupe de sujets. Les comparaisons a posteriori concernant le type de mouvement révèlent que l'erreur variable est plus petite pour le mouvement 1, que pour les mouvements 2 et 3 (47, 54 et 56,3 respectivement). Enfin, les comparaisons de moyennes ayant trait au facteur bloc d'essais indiquent une erreur variable plus grande pour le bloc 1 que pour les blocs 5, 11 et 12 et pour le bloc 2 que pour le bloc 12.

L'analyse concernant la quantité d'erreur révèle des effets significatifs du groupe de sujets,  $F(1, 41) = 20,1$  et du type de pratique,  $F(2, 41) = 5,4$ . Elle indique également la présence d'interactions significatives entre le groupe de sujets et le type de pratique,  $F(2, 41) = 4,3$  et entre le groupe de sujets et le type de mouvement,  $F(11, 451) = 2,2$ . La décomposition de l'interaction impliquant les facteurs groupe

de sujets et le type de pratique indique que le facteur groupe de sujets agit principalement lors de la pratique physique [ $F(1, 41) = 30,3$ ]. En effet, les T.C.C. qui pratiquent font significativement plus d'erreurs que les sujets normaux qui pratiquent. On observe de plus que le taux d'erreur des sujets normaux est stable quel que soit le type de pratique mais qu'il fluctue chez les sujets ayant subi un T.C.C. Cet effet est illustré à la Figure 4c. La décomposition en ses effets simples, de l'interaction entre les groupes de sujets et le type de mouvement, indique des différences dans la quantité d'erreur produite aux blocs 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12. Les résultats pour chacun de ces blocs sont distribués comme suit:  $Es(1, 41) = B1(12), B4(10,6), B5(10,6), B6(5), B7(5,2), B8(13,4), B9(22,4), B11(11,9)$  et  $B12(15,4)$ .

En résumé, les résultats de cette partie indiquent que tous les sujets apprennent mais que les sujets ayant subi un T.C.C. présentent une performance moins stable que les sujets normaux quel que soit le type de pratique. On note également que le type d'observation a peu d'influence chez les T.C.C. mais que l'observation d'un sujet normal offre une performance plus stable chez les sujets normaux. De plus, les sujets ayant une atteinte cérébrale font significativement

plus d'erreurs que les sujets normaux surtout lors la pratique physique.

### 5) Comparaison des deux phases de rétention chez les six groupes de sujets

Cette section concerne une comparaison entre la fin de la deuxième phase d'acquisition et les deux périodes de rétention pour tous les groupes de sujets. Ceci permet de vérifier l'apprentissage à long terme des deux groupes de sujets en tenant compte du type de pratique soit la pratique physique, l'observation d'un T.C.C. ou l'observation d'un sujet normal. Les résultats sont évalués à partir des deux derniers blocs de neuf essais de la deuxième phase d'acquisition ainsi qu'avec les deux blocs de neuf essais formant chacune des deux phases de rétention, soit immédiate et différée.

Les analyses concernant l'erreur constante absolue révèlent des effets significatifs du groupe de sujets,  $F(1, 41) = 11,9$ , de la phase expérimentale,  $F(2, 82) = 19,8$  et du type de mouvement,  $F(2, 82) = 20,7$ . En premier lieu, on note que les sujets ayant subi un T.C.C. ont une erreur constante absolue supérieure à celle des sujets normaux, respectivement 78 et 54,6 ms. Pour ce qui est de la phase expérimentale, les comparaisons de moyenne indiquent que

l'erreur augmente lorsque l'on passe de la phase d'acquisition (50 ms), à la phase de rétention immédiate (60 ms) et de rétention différée (86,5). Cet effet est illustré à la Figure 5a. Les analyses complémentaires qui concernent le type de mouvement révèlent que l'erreur constante absolue des mouvements 1 et 2 est semblable, mais qu'elles diffèrent significativement de celle du mouvement 3 ( $M_1 = 52,6$ ,  $M_2 = 60$  et  $M_3 = 86,5$ ).

---

Insérer la Figure 5 environ ici

---

En ce qui concerne l'erreur variable, l'ANOVA indique des effets principaux du groupe,  $F(1, 41) = 6,7$ , du type de pratique,  $F(2, 41) = 3,8$ , de la phase expérimentale,  $F(2, 82) = 12,6$  et du type de mouvement,  $F(2, 82) = 76,3$ . L'analyse statistique révèle également une interaction entre la phase expérimentale et le type de mouvement,  $F(4, 164) = 18,1$ . Des analyses a posteriori en ce qui concerne le groupe de sujets indiquent une erreur variable plus élevée pour les T.C.C. que les normaux (57,5 ms vs 49,9 ms). En ce qui a trait au type de pratique, l'erreur variable des sujets qui ont pratiqué physiquement la tâche est inférieure à celle retrouvée pour les sujets qui ont observé des sujets T.C.C.

(50,6 ms vs 59,5 ms). La décomposition de l'interaction entre la phase expérimentale et le type de mouvement indique que la phase expérimentale ne provoque qu'un effet au mouvement 2 ( $F(2, 82) = 37.0$ ). Des comparaisons de moyennes révèlent que l'erreur au mouvement 2 lors de la phase 4 et de la phase 5 est supérieure à celle de tous les autres mouvements toutes phases confondues. Ceci est illustré à la Figure 5b.

En ce qui concerne la quantité d'erreur, l'ANOVA indique des effets significatifs du facteur groupe,  $F(1, 41) = 26.1$ , du type de pratique,  $F(2, 41) = 5.8$  et une interaction significative entre ces deux facteurs,  $F(2, 41) = 5.2$ . La décomposition de cette interaction révèle que le facteur groupe agit sur la quantité d'erreurs chez les sujets qui pratiquent et ceux qui observent des sujets T.C.C., [ $F_{es}(1, 41) = 30.3$  et 5,7 respectivement]. Ainsi, tel qu'illustré à la Figure 5c, la quantité d'erreurs produite par les T.C.C. diminue de la pratique physique à l'observation de T.C.C. et elle diminue encore s'ils observent des sujets normaux. La quantité d'erreurs produite par les sujets normaux est quant à elle stable. Les comparaisons de moyennes indiquent pour leur part que la quantité d'erreur produite par les modèles T.C.C.

est significativement supérieure à celle de tous les autres sujets.

Ainsi, les résultats de cette partie indiquent que les sujets normaux retiennent plus de matériel que les sujets ayant subi un T.C.C.. On note également que les sujets modèles ont de meilleurs résultats lors de ces deux périodes de rétention que les sujets observateurs. En ce qui concerne la quantité d'erreurs produite, on remarque que seuls les modèles T.C.C. se différencient des autres groupes de sujets en faisant significativement plus d'erreurs.

#### Discussion générale et conclusion

Le but de cette étude était de mettre en évidence l'importance des processus cognitifs lors de l'apprentissage par observation. Cette hypothèse a été vérifiée en comparant la performance des sujets (normaux et T.C.C.) lors de la deuxième phase d'acquisition et des trois phases de rétention à l'aide de la tâche de synchronisation temporelle.

Nous avons analysé les résultats des sujets normaux afin s'assurer de la validité des procédures. Ceux-ci indiquent que l'observation d'un modèle, pendant qu'il apprend la tâche, permet aux sujets normaux de réduire le temps de pratique

physique requis pour obtenir un bon niveau de performance. Ces résultats sont similaires à ceux déjà obtenus par Ross, Bird, Doody & Zoeller (1985), McCullagh & Little (1990) et Blandin, Proteau & Alain (1992).

Enfin, les résultats concernant l'hypothèse de recherche révèlent globalement que les observateurs T.C.C. ont réussi à apprendre la tâche expérimentale mais à un rythme plus lent que les observateurs normaux. Ceci confirme donc le rôle des processus cognitifs dans l'apprentissage par observation tel que stipulé par Bandura (1986) et Adams (1986) et confirme par ricochet l'implication des fonctions exécutives dans ce type d'apprentissage.

Ainsi, compte tenu que le modèle de Bandura est basé sur une succession de processus cognitifs, un individu souffrant de tels troubles éprouve des difficultés lors de l'apprentissage par observation. Plus précisément, la représentation cognitive de la tâche à effectuer doit être moins intégrée que celle des sujets normaux car elle requiert des représentations spatiales et temporelles de la tâche. Ces troubles sont cités par Lezak (1983) comme une difficulté à se concentrer sur deux éléments de façon simultanée. Par ailleurs, compte tenu des difficultés d'abstraction des sujets T.C.C., il est plausible de penser que les sujets aient porté leur

attention sur un détail de la tâche plutôt que d'en intégrer l'ensemble. Ceci est supporté par les commentaires des sujets ainsi que par leurs réponses à des questions informelles administrées à la suite de la deuxième phase de rétention. Les sujets ayant subi un T.C.C. tendent à dire que l'observation leur a permis de savoir comment arrêter le chronomètre et éviter certaines erreurs alors que les sujets normaux analysent davantage les séquences, le rythme et la vitesse des mouvements. A ce titre, il est plausible de croire que les sujets T.C.C. n'ont pas une idée globale de la tâche à effectuer.

De plus, il est possible que le phénomène de "guidance" décrit par Schmidt (1988) soit amplifié en raison des difficultés d'auto-correction observées chez les sujets. En effet, les résultats indiquent que l'apprentissage des sujets T.C.C. s'apparente principalement à un ajustement suite à la CR plutôt qu'à un apprentissage réel de la tâche. Les T.C.C. ne peuvent tirer de conclusions sur l'ensemble de leur performance, ce qui empêche leur adaptation à l'ensemble des modalités de la tâche.

L'ensemble de ces résultats indiquent donc que les sujets T.C.C. n'apprennent qu'une partie de la tâche malgré les opportunités d'observation combinées à la pratique physique.

Leur apprentissage apparaît donc limité par les troubles d'attention sélective, les troubles d'abstraction, d'adaptation et d'auto-correction.

Des facteurs autres que cognitifs pourraient néanmoins expliquer les résultats obtenus. Selon Bandura, l'observation a un effet motivateur qui engendre la mise en place de processus de résolution de problèmes chez l'observateur. Cette motivation est nécessaire pour que les représentations cognitives servent de support empirique lorsque l'observateur effectue lui-même la tâche. Or, il est reconnu que les sujets T.C.C. présentent des lacunes dans leur motivation (Lezak, 1983). Ceci tend à limiter l'implication des sujets et à réduire par le fait même les activités de résolution de problèmes. Ainsi, l'appauvrissement de la motivation chez les sujets T.C.C. pourrait réduire leur capacité d'apprendre par observation. Il serait intéressant de pousser plus avant ce thème dans des études ultérieures.

Il est par contre indéniable qu'ils apprennent la tâche expérimentale malgré un niveau de base inférieur à celui des sujets normaux. L'analyse de la courbe d'apprentissage indique de plus que les sujets ayant un T.C.C. ne rejoignent pas le niveau atteint par les sujets normaux. Ces résultats vont d'ailleurs dans le sens de travaux antérieurs portant sur

d'autres types de matériel et qui témoignent d'un apprentissage possible mais ralenti (Crosson, Novack, Trenerry, Craig, 1988; Nolin, 1991).

Le fait que les sujets T.C.C. parviennent à apprendre la tâche malgré la présence de troubles des fonctions exécutives nous amène donc à souligner l'implication d'autres facteurs. On note d'abord une grande variabilité entre les sujets au niveau des séquelles cognitives. De plus, les données neurologiques n'indiquent aucune lésion totale des régions cérébrales antérieures. L'apprentissage pourrait de ce fait résulter de la prise en charge des parties frontales résiduelles et des autres régions cérébrales impliquées dans l'apprentissage et la mémoire. Des analyses dans ce sens pour les trois variables dépendantes n'indiquent aucun effet significatif pour l'erreur constante absolue ainsi que pour l'erreur variable. Les résultats indiquent par contre que les sujets ayant des atteintes plus sévères obtiennent des résultats considérablement moins constants et précis lors des premiers blocs d'essais et que leur performance demeure fluctuante pendant tous les blocs d'essais. Enfin, on remarque en ce qui concerne la quantité d'erreur, que les sujets ayant les atteintes les plus sévères, sont ceux qui commentent le

plus d'erreur dans le choix et l'exécution des séquences de mouvement (plus particulièrement les sujets 6, 8 et 10).

Enfin, l'hypothèse alternative voulant que l'apprentissage par observation soit le résultat de représentations sensori-motrices de la tâche n'est pas exclue. En effet, un nouveau courant de recherches en neuropsychologie démontre l'importance des régions sous-corticales dans l'apprentissage de type procedural (Squire, 1987). Dans cette ligne de pensée, le fait que nos sujets aient principalement des atteintes corticale, combiné au type d'habiletés requises dans l'épreuve de synchronisation temporelle, pourrait expliquer que les sujets T.C.C. sont parvenus à apprendre. Ceci ouvre donc la porte à des travaux ultérieurs visant à raffiner nos connaissances actuelles de l'apprentissage.

En guise de conclusion, il apparaît que l'apprentissage par observation doit être considéré comme un type d'apprentissage en lui-même. Il pourrait remplacer ou compléter les modes d'apprentissage actuels qui sont encore principalement basés sur la connaissance du résultat. Ce type d'apprentissage pourrait être utilisé tant dans les domaines académiques, sportifs que rééducatifs afin de réduire le temps de pratique effective en plus de permettre

l'amélioration des conditions générales d'acquisition de nouveau matériel. Il pourrait, par ailleurs, être intéressant d'étudier comment un groupe d'élèves de tennis se comportent lorsqu'ils bénéficient de l'observation de modèles experts par comparaison à des élèves qui pratiqueraient sans observer. Dans le même ordre d'idée, une comparaison pourrait être faite pour l'acquisition des techniques d'entrevue en psychologie, entre des sujets qui visionneraient des interventions par le biais de films avant d'intervenir eux-mêmes et d'autres qui pratiqueraient sans visionnement.

Remerciements

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mes deux directeurs de mémoire, messieurs Pierre Nolin, Ph.D. et Luc Proteau, Ph.D., pour leur aide précieuse ainsi que leur grande disponibilité pendant la réalisation de ce travail. Leur support et leur concours ont été des éléments essentiels à l'aboutissement de cette entreprise.

Je tiens également à remercier Le Centre de Réadaptation Lucie-Bruneau de Montréal et Le Centre Hospitalier Cooke de Trois-Rivières qui m'ont permis de rencontrer leurs clients.

Je tiens finalement à remercier Yannick Blandin pour son aide technique et sa grande disponibilité à toutes les étapes de cette recherche ainsi que John Maxwell pour son aide providentielle dans la traduction du résumé.

Références

Adams, J.A. (1986). Use of the model's knowledge of results to increase the observer's performance. Journal of Human Movement Studies, 12, 269-281.

Bandura, A. (1986). Social foundations of thought and action: a social cognitive theory. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Benton, A.L., Hamsher, K. de S., Varney, N.R., & Spreen, O. (1983). Contributions to neuropsychological assessment. New York : Oxford University Press.

Blandin, Y., Proteau, L., & Alain, C. (1992). Observation and learning: the effects of the number of practice trials, schedule of practice, and modality of observation.  
Soumis pour publication.

Crosson, B., Novack, T.A., Trenerry, M.R., & Craig, P.L. (1988). California verbal learning test (CVLT): performance in severely head-injured and neurologically normal adult

males. Journal of clinical and experimental neuropsychology,  
10, 6, 754-768.

Delis, D.C., Kamer, J.C., Kaplan, E., & Ober, B.A. (1987). CVLT  
California Verbal Learning Test: adult version. Manual.  
Toronto: The Psychological Corporation. Harcourt Brace  
Jovanovich Inc.

Fitts, P.M. (1954). The information capacity of the human  
motor system in controlling the amplitude of movement.  
Journal of Experimental Psychology, 47, 381-391.

Lee, T.D., & Magill, R.A. (1983). The locus of contextual  
interference in motor-skill acquisition. Journal of  
Experimental Psychology, 9, 730-746.

Lee, T.D., & White, M.A. (1990). Influence of an unskilled  
model's practice schedule on observational motor  
learning. Human Movement Science, 9, 349-367.

Levin, H.S., Benton, A.L., & Grossman, R.G. (1982).  
Neurobehavioral consequences of closed head injury.  
New York: Oxford University Press.

Lezak, M.D. (1982). The problem of assessing executive functions. International Journal of Psychology, 17, 281-297.

Lezak, M.D. (1983). Neuropsychological assessment (2nd ed.). New York: Oxford University Press.

McCullagh, P., & Little, W.S. (1990). Demonstrations and knowledge of results in motor skilled acquisition. Perceptual and Motor Skills, 71, 735-742.

McGivern, J.E., Levin, J.R., Ghatala, E.S., & Pressley, M. (1986). Can selection of an effective memory strategy be induced vicariously? Contemporary Educational Psychology, 11, 170-186.

Nespoulos, J.L., Lecours, A.R., Lafond, D., Lemay, A., Puel, M., Joanette, Y., Cot, F., & Rascol A. (1986). Protocole Montréal-Toulouse d'examen linguistique de l'aphasie: module standard initial (Bêta). Centre Hospitalier Côte-des-Neiges, Montréal.

Newell, K.M. (1991). Motor skill acquisition. Annual Review of Psychology, 42, 213- 237.

Nolin, P. (1991). Étude de quatre approches évaluatives de la mémoire dans une perspective écologique. Thèse de doctorat, Montréal: Université du Québec à Montréal.

Ross, D., Bird, A.M., Doody, S.G., & Zoeller, M. (1985). Effects of modeling and video feedback with knowledge of results on motor performance. Human Movement Science, 4, 149-157.

Salmoni, A.W., Schmidt, R.A., & Walter, C.B. (1984). Knowledge of results and motor learning: A review and critical reappraisal. Psychological Bulletin, 95, 355-386.

Schmidt, R. A. (1988). Motor control and learning: A behavioral emphasis. Champaign, IL: Human Kinetics.

Shea, J.B., & Morgan, R.L. (1979). Contextual interference effects on the acquisition, retention and transfer of a motor skill. Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory, 5, 179-187.

Squire, L.R. (1987). Memory and brain. New York: Oxford University Press.

Stuss, D.T., & Benson, D.F. (1986). The frontal lobes. New York: Raven Press.

Talland, G.A. (1965). Deranged memory. New York: Academic Press.

Wechsler, D. (1981) WAIS-R manual. New York: Psychological Corporation.

Weintraub, S., Mesulam, M.M. (1988). Visual hemispatial inattention: Stimulus parameters and exploratory strategies. Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry, 51, 1481-1488.

Tableau 1  
Description des phases expérimentales

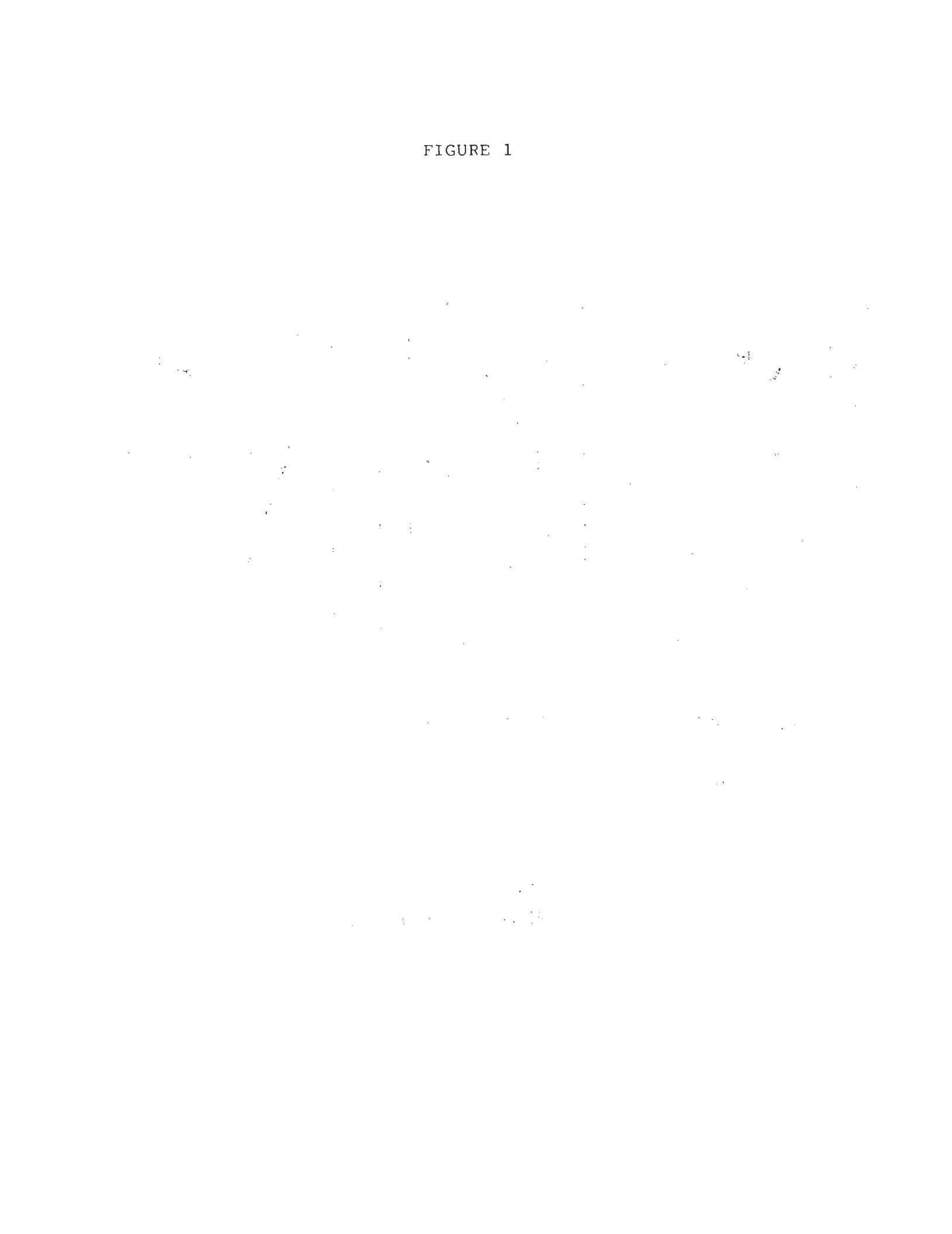
PHASE	1	2	3	4	5
	ACQUISITION 1	RETENTION	ACQUISITION 2	RETENTION 10'	RETENTION 24 H
SUJETS	108 ESSAIS PHYS. + CR	18 ESSAIS	108 ESSAIS	18 ESSAIS	18 ESSAIS
MODELES	(T.C.C. OU NORMAUX)	PHYS. - CR	PHYS. + CR	PHYS. - CR	PHYS. - CR
SUJETS T.C.C	OBS. DE 108 ESSAIS + CR	18 ESSAIS	108 ESSAIS	18 ESSAIS	18 ESSAIS
OBSERVATEURS	D'UN T.C.C. OU NORMAL	PHYS. - CR	PHYS. + CR	PHYS. - CR	PHYS. - CR
SUJETS NOR.	OBS. DE 108 ESSAIS + CR	18 ESSAIS	108 ESSAIS	18 ESSAIS	18 ESSAIS
OBSERVATEURS	D'UN T.C.C. OU NORMAL	PHYS. - CR	PHYS. + CR	PHYS. - CR	PHYS. - CR

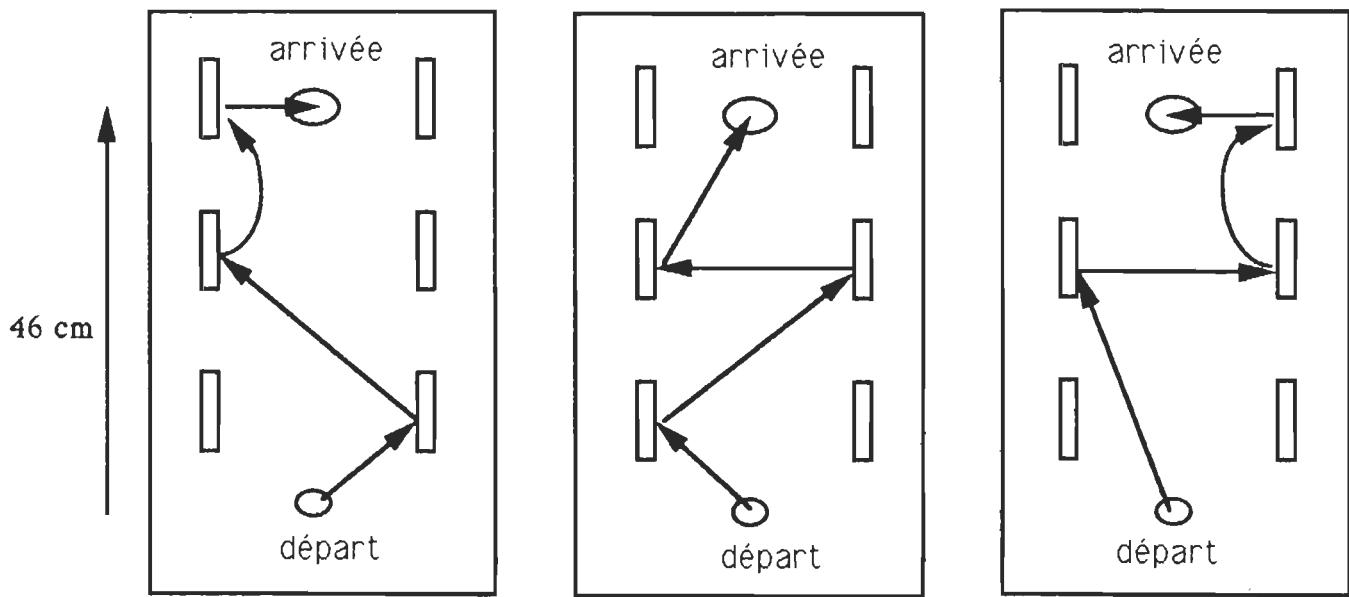
Tableau 2  
Description des sujets ayant subi un T.C.C.

Sujets	Age (années)	Scolarité (années)	Durée coma (jours)	Temps écoulé depuis le trauma (mois)	Sévérité (site des lésions)
1	42	11 ième	12	2 5	FG FD TPD
2	18	9 ième	7	1 1	contu. diffuse
3	46	12 ième	4-5	1 7	FPD FG
4	48	10 ième	Aucun	2 3	ACV tronc. FG
5	37	12 ième	3 5	2 4	Th. F INS tronc
6	20	11 ième	4 2	22	tronc Th V
7	22	12 ième	2 1	3 2	PYR MY CI
8	33	11 ième	Aucun	+ de 60	HG F
9	30	12 ième	5	3 4	TG TPD HD
10	26	10 ième	Aucun	16	OD tronc
11	26	15 ième	7	2 4	TG OG
12	23	11 ième	2	1 4	ondes ST et T
13	29	12 ième	1 4	+ de 60	POD FTPD FD
14	34	14 ième	5	4 3	FDG HY HG
15	21	12 ième	5 0	4 8	CER CI TDG
16	37	12 ième	2 8	31	OG FG TD
17	27	18 ième	Aucun	18	FG PG
18	32	10 ième	3-5	+ de 60	ATR FD TD
19	19	13 ième	3-5	12	FTD V FD
20	31	11 ième	Aucun	1 7	com. céréb
21	22	12 ième	Env. 2 heures	1 6	F com. céréb
22	25	12 ième	3 0	23	FG FD TPD
23	26	14 ième	10-12	2 6	FD TG

F=frontal, T=temporal, P=pariéital, Th=thalamus, D=droit, G=gauche, INS=région insulaire, V=at. ventriculaire, PYR=at. pyramidale, MY=mydriase, CI=capsule interne, H=hémisphère, O=occipital, HY=hydrocéphalie, CER=cervelet, ATR=ataxie tronc.

FIGURE 1





MOUVEMENT 1

900 ms

MOUVEMENT 2

1050 ms

MOUVEMENT 3

1200 ms

TACHE DE  
SYNCHRONISTION TEMPORELLE

FIGURE 2

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92  
93  
94  
95  
96  
97  
98  
99  
100  
101  
102  
103  
104  
105  
106  
107  
108  
109  
110  
111  
112  
113  
114  
115  
116  
117  
118  
119  
120  
121  
122  
123  
124  
125  
126  
127  
128  
129  
130  
131  
132  
133  
134  
135  
136  
137  
138  
139  
140  
141  
142  
143  
144  
145  
146  
147  
148  
149  
150  
151  
152  
153  
154  
155  
156  
157  
158  
159  
160  
161  
162  
163  
164  
165  
166  
167  
168  
169  
170  
171  
172  
173  
174  
175  
176  
177  
178  
179  
180  
181  
182  
183  
184  
185  
186  
187  
188  
189  
190  
191  
192  
193  
194  
195  
196  
197  
198  
199  
200  
201  
202  
203  
204  
205  
206  
207  
208  
209  
210  
211  
212  
213  
214  
215  
216  
217  
218  
219  
220  
221  
222  
223  
224  
225  
226  
227  
228  
229  
230  
231  
232  
233  
234  
235  
236  
237  
238  
239  
240  
241  
242  
243  
244  
245  
246  
247  
248  
249  
250  
251  
252  
253  
254  
255  
256  
257  
258  
259  
259  
260  
261  
262  
263  
264  
265  
266  
267  
268  
269  
270  
271  
272  
273  
274  
275  
276  
277  
278  
279  
280  
281  
282  
283  
284  
285  
286  
287  
288  
289  
289  
290  
291  
292  
293  
294  
295  
296  
297  
298  
299  
299  
300  
301  
302  
303  
304  
305  
306  
307  
308  
309  
309  
310  
311  
312  
313  
314  
315  
316  
317  
318  
319  
319  
320  
321  
322  
323  
324  
325  
326  
327  
328  
329  
329  
330  
331  
332  
333  
334  
335  
336  
337  
338  
339  
339  
340  
341  
342  
343  
344  
345  
346  
347  
348  
349  
349  
350  
351  
352  
353  
354  
355  
356  
357  
358  
359  
359  
360  
361  
362  
363  
364  
365  
366  
367  
368  
369  
369  
370  
371  
372  
373  
374  
375  
376  
377  
378  
379  
379  
380  
381  
382  
383  
384  
385  
386  
387  
388  
389  
389  
390  
391  
392  
393  
394  
395  
396  
397  
398  
399  
399  
400  
401  
402  
403  
404  
405  
406  
407  
408  
409  
409  
410  
411  
412  
413  
414  
415  
416  
417  
418  
419  
419  
420  
421  
422  
423  
424  
425  
426  
427  
428  
429  
429  
430  
431  
432  
433  
434  
435  
436  
437  
438  
439  
439  
440  
441  
442  
443  
444  
445  
446  
447  
448  
449  
449  
450  
451  
452  
453  
454  
455  
456  
457  
458  
459  
459  
460  
461  
462  
463  
464  
465  
466  
467  
468  
469  
469  
470  
471  
472  
473  
474  
475  
476  
477  
478  
479  
479  
480  
481  
482  
483  
484  
485  
486  
487  
488  
489  
489  
490  
491  
492  
493  
494  
495  
496  
497  
498  
499  
499  
500  
501  
502  
503  
504  
505  
506  
507  
508  
509  
509  
510  
511  
512  
513  
514  
515  
516  
517  
518  
519  
519  
520  
521  
522  
523  
524  
525  
526  
527  
528  
529  
529  
530  
531  
532  
533  
534  
535  
536  
537  
538  
539  
539  
540  
541  
542  
543  
544  
545  
546  
547  
548  
549  
549  
550  
551  
552  
553  
554  
555  
556  
557  
558  
559  
559  
560  
561  
562  
563  
564  
565  
566  
567  
568  
569  
569  
570  
571  
572  
573  
574  
575  
576  
577  
578  
579  
579  
580  
581  
582  
583  
584  
585  
586  
587  
588  
589  
589  
590  
591  
592  
593  
594  
595  
596  
597  
598  
599  
599  
600  
601  
602  
603  
604  
605  
606  
607  
608  
609  
609  
610  
611  
612  
613  
614  
615  
616  
617  
618  
619  
619  
620  
621  
622  
623  
624  
625  
626  
627  
628  
629  
629  
630  
631  
632  
633  
634  
635  
636  
637  
638  
639  
639  
640  
641  
642  
643  
644  
645  
646  
647  
648  
649  
649  
650  
651  
652  
653  
654  
655  
656  
657  
658  
659  
659  
660  
661  
662  
663  
664  
665  
666  
667  
668  
669  
669  
670  
671  
672  
673  
674  
675  
676  
677  
678  
679  
679  
680  
681  
682  
683  
684  
685  
686  
687  
688  
689  
689  
690  
691  
692  
693  
694  
695  
696  
697  
698  
699  
699  
700  
701  
702  
703  
704  
705  
706  
707  
708  
709  
709  
710  
711  
712  
713  
714  
715  
716  
717  
718  
719  
719  
720  
721  
722  
723  
724  
725  
726  
727  
728  
729  
729  
730  
731  
732  
733  
734  
735  
736  
737  
738  
739  
739  
740  
741  
742  
743  
744  
745  
746  
747  
748  
749  
749  
750  
751  
752  
753  
754  
755  
756  
757  
758  
759  
759  
760  
761  
762  
763  
764  
765  
766  
767  
768  
769  
769  
770  
771  
772  
773  
774  
775  
776  
777  
778  
779  
779  
780  
781  
782  
783  
784  
785  
786  
787  
788  
789  
789  
790  
791  
792  
793  
794  
795  
796  
797  
798  
799  
799  
800  
801  
802  
803  
804  
805  
806  
807  
808  
809  
809  
810  
811  
812  
813  
814  
815  
816  
817  
818  
819  
819  
820  
821  
822  
823  
824  
825  
826  
827  
828  
829  
829  
830  
831  
832  
833  
834  
835  
836  
837  
838  
839  
839  
840  
841  
842  
843  
844  
845  
846  
847  
848  
849  
849  
850  
851  
852  
853  
854  
855  
856  
857  
858  
859  
859  
860  
861  
862  
863  
864  
865  
866  
867  
868  
869  
869  
870  
871  
872  
873  
874  
875  
876  
877  
878  
879  
879  
880  
881  
882  
883  
884  
885  
886  
887  
888  
889  
889  
890  
891  
892  
893  
894  
895  
896  
897  
898  
899  
899  
900  
901  
902  
903  
904  
905  
906  
907  
908  
909  
909  
910  
911  
912  
913  
914  
915  
916  
917  
918  
919  
919  
920  
921  
922  
923  
924  
925  
926  
927  
928  
929  
929  
930  
931  
932  
933  
934  
935  
936  
937  
938  
939  
939  
940  
941  
942  
943  
944  
945  
946  
947  
948  
949  
949  
950  
951  
952  
953  
954  
955  
956  
957  
958  
959  
959  
960  
961  
962  
963  
964  
965  
966  
967  
968  
969  
969  
970  
971  
972  
973  
974  
975  
976  
977  
978  
979  
979  
980  
981  
982  
983  
984  
985  
986  
987  
988  
989  
989  
990  
991  
992  
993  
994  
995  
996  
997  
998  
999  
999  
1000

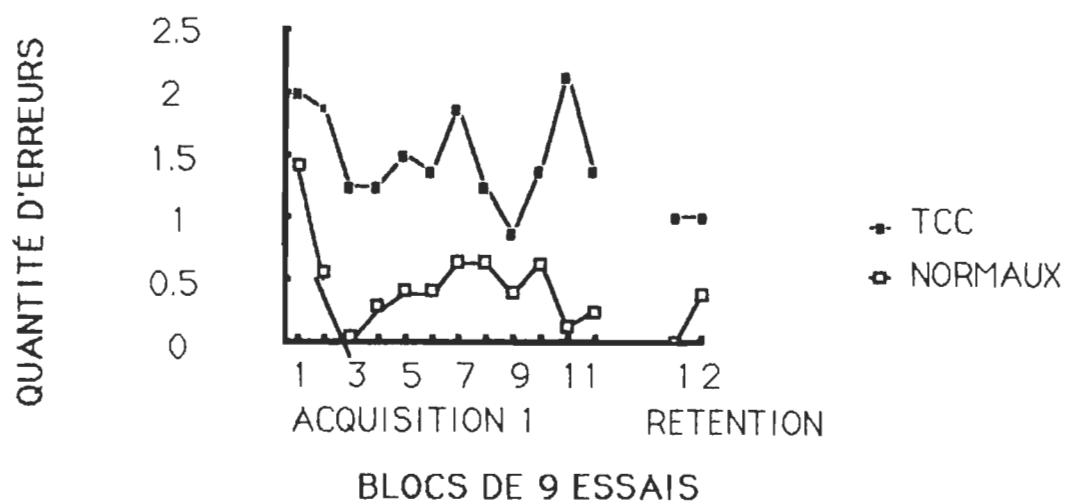
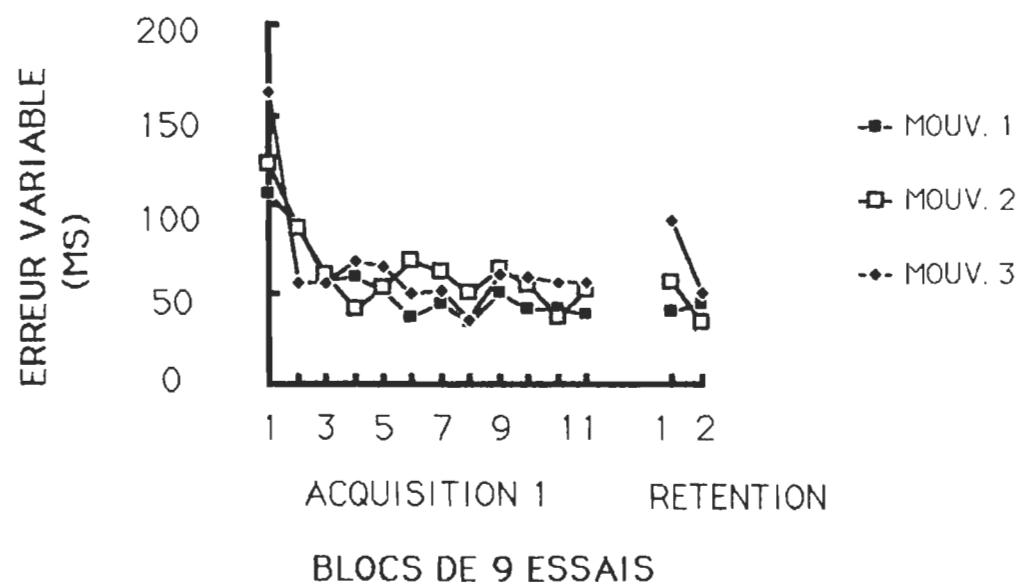
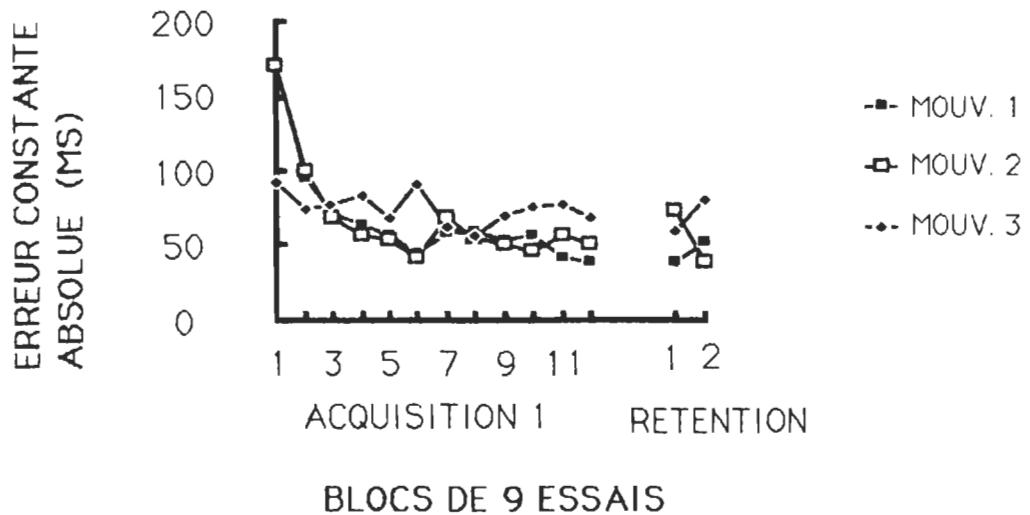
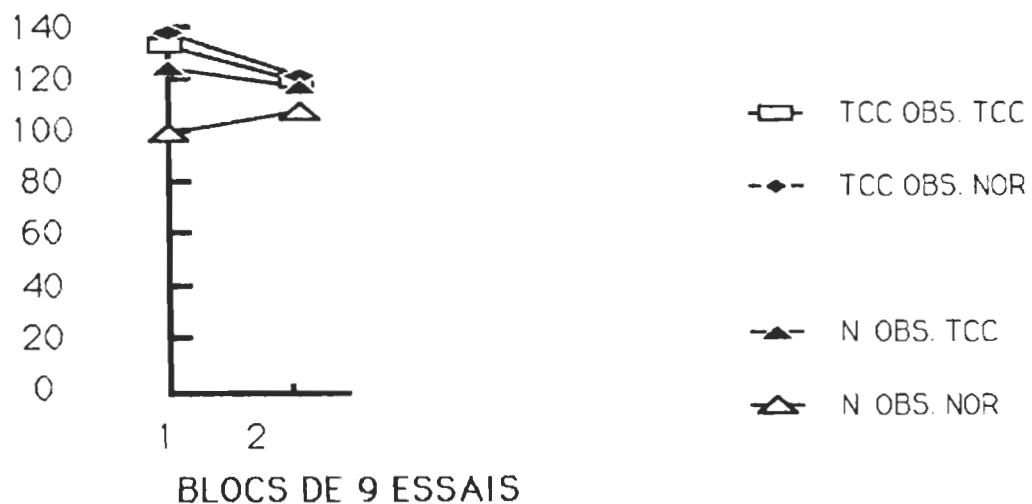


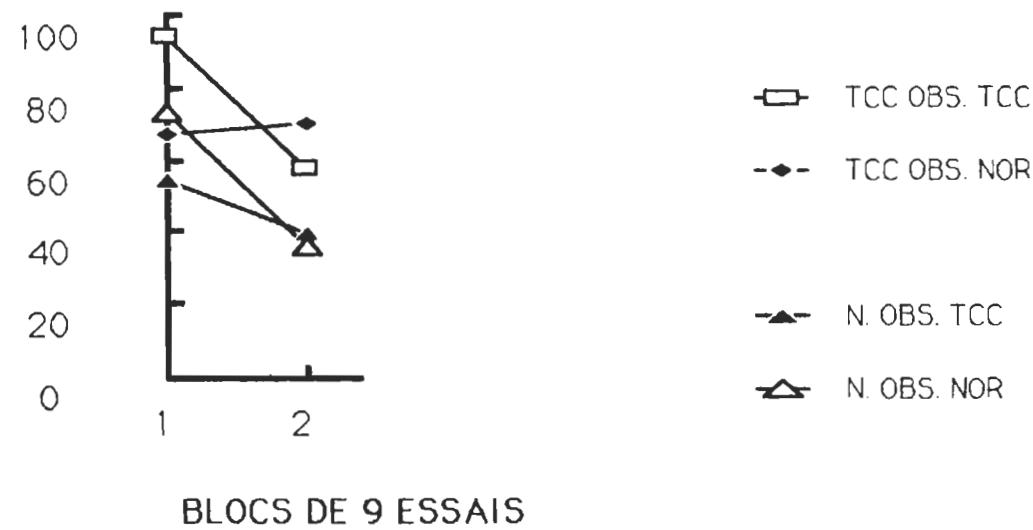
FIGURE 3



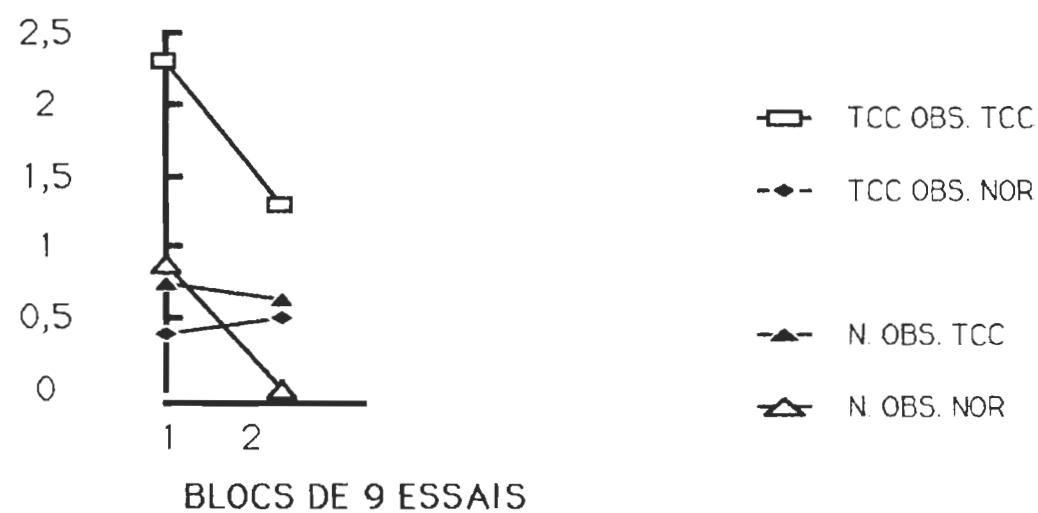
ERREUR CONSTANTE  
ABSOLUE



ERREUR VARIABLE



QUANTITÉ D'ERREUR



**FIGURE 4**



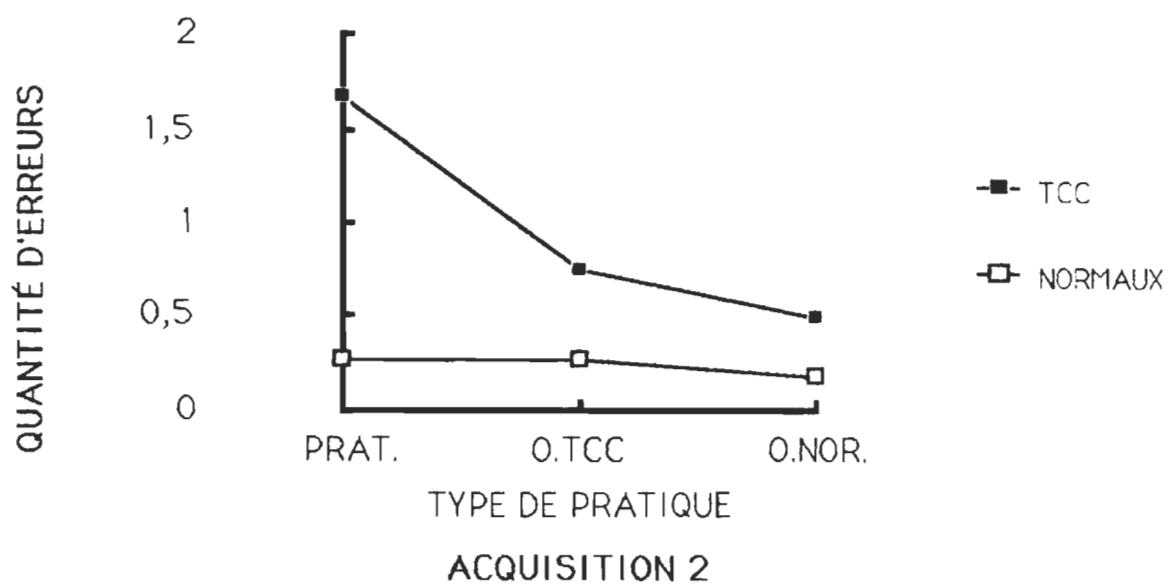
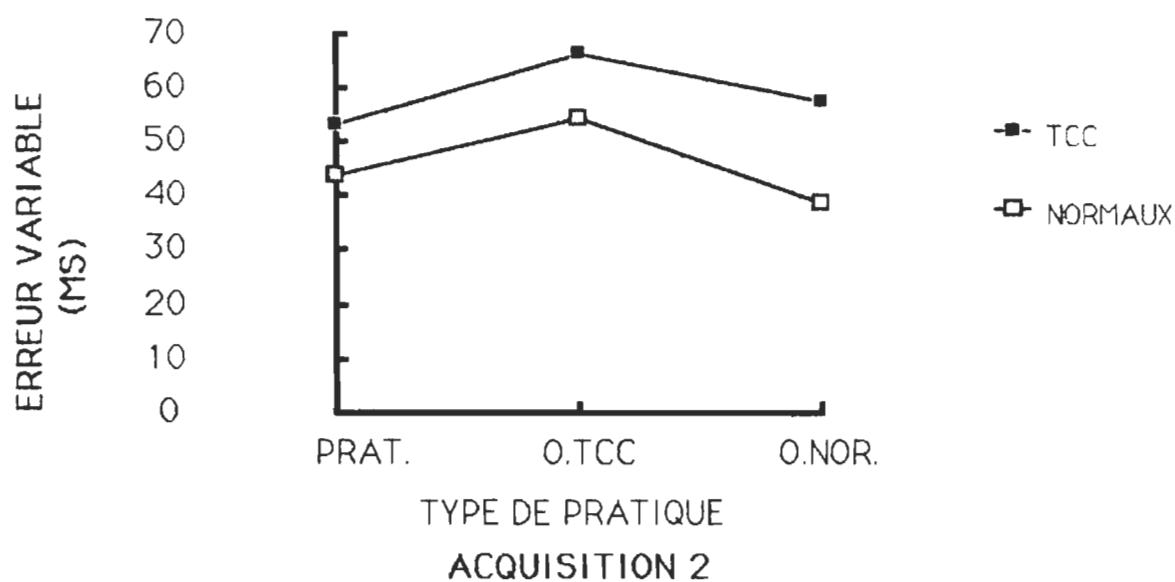
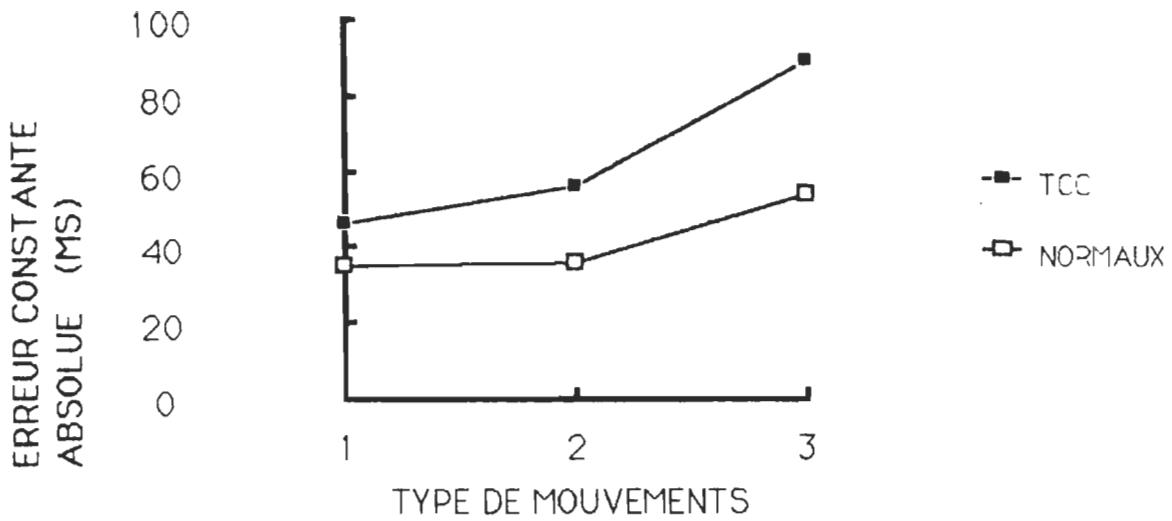


FIGURE 5

