

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

MÉMOIRE PRÉSENTÉ À  
L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

COMME EXIGENCE PARTIELLE  
DE LA MAÎTRISE EN SCIENCES DE L'ACTIVITÉ PHYSIQUE

PAR  
ALAIN MONTPLAISIR

LA MESURE DE LA FATIGUE CHEZ LA PERSONNE  
AYANT SUBI UN TRAUMATISME CRÂNIO-CÉRÉBRAL

MAI 1999

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.

## RÉSUMÉ

La personne qui subit un traumatisme crânio-cérébral (TCC) rapporte les symptômes persistants suivants : fatigue, maux de tête, troubles de mémoire et d'attention, vertiges et étourdissements, douleur et troubles de sommeil (Létourneau 1989, Parker 1990). Le syndrome de la fatigue est présent tant chez le TCC sévère que léger et il se répercute tant dans les activités quotidiennes qu'au travail (Wayne et Austin 1986; Brown, Fann et Grant 1994; Mittenberg, Tremont et Zilinski 1996; Olver, Ponsford et Curran 1996). Le TCC sévère occasionne des symptômes francs alors que ceux manifestés chez le TCC léger sont semblables et tout aussi handicapants, même s'ils sont plus subtiles.

Il est souvent demandé au clinicien d'objectiver la fatigue et de départager les difficultés réelles des doléances subjectives. La présente étude a pour but d'étudier si, lors d'efforts de travail physique, la personne ayant subi un traumatisme crânien léger voit sa fatigue augmenter de façon comparable à celle d'une personne asymptomatique.

Pour ce faire, des sujets TCC légers et des sujets sains ont été soumis à une batterie de tests mesurant certaines manifestations de la fatigue, d'abord en condition de repos, puis en condition de fatigue induite suite à un protocole de travail pré-établi.

Les résultats obtenus démontrent la présence de manifestations objectives se

traduisant par une baisse du contrôle postural et une baisse des fonctions exécutives de l'attention, particulièrement la flexibilité mentale (comme la difficulté, à passer d'un concept à un autre) ainsi que la difficulté d'évaluer les résultats des opérations effectuées. Des effets significatifs ont été obtenus pour les mesures intéroceptives de la fatigue. Les analyses corrélationnelles démontrent aussi que certaines manifestations objectives sont significativement associées à la fatigue perçue.

Cette étude a aussi permis de confirmer l'utilité du test d'équilibre pour les études sur le contrôle moteur et l'attention ainsi que d'identifier différents indices de contrôle postural ayant des niveaux de fidélité et de sensibilité expérimentale excellents.

L'ensemble de ces résultats pourra orienter nos observations cliniques, aider les interventions thérapeutiques et supporter des jugements évaluatifs plus éclairés. Quant aux résultats non significatifs obtenus, ils s'expliquent d'une part par des difficultés rencontrées dans l'application de certains tests et, d'autre part, ils contribuent à une compréhension nuancée de la fatigue chez le TCC léger.

## REMERCIEMENTS

J'aimerais remercier tout spécialement monsieur Louis Laurencelle, Ph.D., pour ses conseils judicieux, son aide soutenue, sa patience, sa compréhension et, surtout, ses encouragements tout au long de cette recherche. Mes remerciements s'adressent aussi à monsieur Pierre Nolin, Ph.D., pour l'expertise professionnelle apportée à ce projet. Je remercie également MM. Pierre Black et Claude Brouillette pour leur aide technique. Enfin, un grand merci à ma famille, au Centre de Réadaptation InterVal et, bien sûr, à toutes les personnes qui ont participé à l'étude. Le Fonds FCAR (Gouvernement du Québec) a contribué au financement de mes études de maîtrise.

## TABLE DES MATIÈRES

	Page
RÉSUMÉ.....	ii
REMERCIEMENTS.....	iv
TABLE DES MATIÈRES.....	v
LISTE DES TABLEAUX.....	vii
LISTE DES FIGURES.....	viii
CHAPITRE	
I. INTRODUCTION ET PROBLÉMATIQUE.....	1
Définition de la fatigue et de la fatigabilité.....	6
Causes alléguées de la fatigue générale.....	6
Manifestations de la fatigue.....	7
Problématique et hypothèse.....	7
II. MÉTHODE.....	9
Sélection et description des sujets.....	9
Mesures objectives.....	13
Mesure de perception de la fatigue.....	18
Circuit de travail.....	18
III. RÉSULTATS.....	21
Analyse des variables descriptives.....	21
Analyse des mesures objectives.....	23

Analyse de la mesure subjective de la fatigue .....	43
Analyses corrélationnelles .....	45
IV. DISCUSSION.....	48
Composition échantillonnale .....	49
Portrait différentiel intergroupe en protocole Reposé.....	50
Portrait différentiel intergroupe en protocole Post Travail.....	51
Analyses corrélationnelles .....	57
Fidélité des indices du test d'équilibre .....	58
Forces et faiblesses de l'étude .....	58
V. CONCLUSION .....	60
RÉFÉRENCES .....	62
ANNEXES	
A. Tableaux des moyennes et écarts-types pour les mesures objectives et subjectives.....	65
B. Tableaux des corrélations entre les variables des mesures objectives et les variables des mesures subjectives .....	74
C. Questionnaires de la perception de la fatigue .....	78

## LISTE DES TABLEAUX

	Page
1. Données médicales et occupations des sujets TCC.....	11
2. Moyennes, écarts-types et tests t réalisés sur les caractéristiques personnelles des sujets. ....	22
3. Moyennes, écarts-types et test t appliqués sur les résultats du questionnaire Fatigue severity scale .....	23
4. Synopsis des analyses de variance des mesures de l'équilibre.....	27
5. Corrélations entre les données des essais 1 versus 2 pour les indices du test d'équilibre .....	33
6. Synopsis des analyses de variance des mesures de force .....	34
7. Synopsis des analyses de variance des mesures de dépense énergétique .....	36
8. Analyses de variance des temps de réaction à choix multiples .....	36
9. Synopsis des analyses de variance du test de Stroop.....	38
10. Synopsis des analyses de variance du PASAT.....	41
11. Synopsis des analyses de variance du test de perception de la fatigue.....	43



## LISTE DES FIGURES

	Page
1. Variation de l'indice Trajet du test d'équilibre selon les protocoles et les conditions, ce pour chaque groupe .....	28
2. Variation de l'indice d'Amplitude Frontale du test d'équilibre selon les protocoles, en fonction des groupes .....	29
3. Variations de l'indice Variation Frontale du test d'équilibre selon les protocoles et les conditions , ce pour chaque groupe.....	30
4. Variation de l'indice Visite du test d'équilibre selon les protocoles ce pour chaque groupe .....	31
5. Variation de l'indice Stries Verticales du test d'équilibre selon les protocoles et conditions .....	32
6. Performance au test de Stroop Couleur selon les protocoles, en fonction des groupes .....	38
7. Performance au test de Stroop Flexibilité selon les protocoles, en fonction des groupes .....	40
8. Performance au PASAT 2,4 selon les protocoles, en fonction des groupes...	42
9. Performance au PASAT 1,6 selon les protocoles, en fonction des groupes...	42
10. Résultat au test de perception de fatigue Plein d'Énergie-Épuisé selon les protocoles, en fonction des groupes .....	44
11. Résultat au test de perception de fatigue Reposé-Fatigué selon les protocoles, en fonction des groupes .....	45

## CHAPITRE I

### Introduction et problématique

Chez la personne ayant subi un traumatisme crânio-cérébral (TCC), même après une période de réadaptation raisonnable, différents symptômes persistent habituellement : fatigue, maux de tête, perte de mémoire, irritabilité, anxiété et troubles de concentration sont les symptômes plus fréquemment rapportés. La fatigue est régulièrement mentionnée par les personnes TCC (Létourneau 1989, Parker 1990). L'étude longitudinale (2 et 5 ans) post-accident de Olver, Ponsford et Curran (1996) démontre que la fatigue persiste chez un nombre important de patients.

Cette fatigue affecte la fonctionnalité des personnes tant dans les activités de la vie quotidienne qu'au niveau occupationnel (social et professionnel). Olver et coll. (1996) ont observé que, parmi les patients qui étaient retournés au travail après deux ans, 35 % n'étaient plus employés après cinq ans : une des causes suspectées était la fatigue. De plus, l'étude de Noël (1989) révèle que, parmi les 20 sujets TCC qui occupaient un emploi, deux étaient insatisfaits des conditions entourant leur travail et dix se disaient surmenés par la tâche. Les données de cette étude ne sont pas surprenantes, car la majorité des sujets interrogés citent la fatigabilité parmi les principales séquelles de leur traumatisme.

Les études qui traitent de la fatigue chez les TCC rapportent que les causes sont d'origine multiple. Parmi celles mentionnées, on retrouve les causes physiologiques,

psychologiques et cognitives.

L'étude de Jankowski et Sullivan (1990) a démontré une consommation maximale d'oxygène ( $VO_2\text{max}$ ) plus basse ainsi qu'un coût énergétique à la marche plus élevé chez la personne TCC sévère. Ces deux paramètres ont pour corrélat d'affecter l'indice de fatigue physiologique (IFP). Selon les mêmes auteurs, une période de trois mois d'entraînement cardiorespiratoire et neuromusculaire a fait diminuer de 17 % l'IFP et augmenter de 15 % le  $VO_2\text{max}$ . Hunter, Tomberlin et Kirkikis (1990) sont arrivés à des résultats équivalents quant à l'amélioration du  $VO_2\text{max}$ . L'entraînement cardiorespiratoire agit sur les mécanismes d'adaptation physiologique à l'effort et retarde l'apparition de la fatigue. L'étude de Jankowski et coll. (1990) démontre que, parmi les sujets TCC qui occupaient un emploi, le délai de temps après lequel se manifestait une fatigue normale avait changé significativement en passant de 3,05 à 3,67 heures.

Berker et Bar-Or (1978) ont observé une faible capacité respiratoire (capacité vitale et volume expiratoire maximal) chez les sujets TCC. Toutefois ils n'ont pas observé d'association entre les déficits pulmonaires et la fatigue.

Richerson et Richerson (1981) ont démontré que les sujets TCC dépensent plus d'énergie que les sujets sains pour réaliser des tâches complexes (manutention de charge, tableau de commande) qu'une tâche simple (manivelle rotative). Les troubles neuro-moteurs rencontrés chez la personne TCC influenceraient l'efficacité mécanique

des gestes et affecteraient la dépense énergétique. D'ailleurs, ces éléments pourraient aussi expliquer le coût énergétique plus élevé à la marche chez cette clientèle.

Les temps de réaction (TR) chez la personne TCC sont aussi affectés. Monark (1989) attribue la lenteur des TR à la diminution de la vitesse du traitement de l'information et aux déficits attentionnels. Cette baisse de la performance cognitive est associée à la fatigue.

L'étude de Walker, Carderas et Gurthrie (1991) a vérifié si les symptômes de la fatigue chez la personne TCC étaient en relation avec des causes physiologiques (musculaires) ou psychologiques ou avec une combinaison des deux. La relation la plus importante de l'étude fut observée au niveau du déterminant psychologique: l'indice de dépression fut corrélé à 0,46 avec la fatigue. Quant aux déterminants physiologiques, il n'existe pas de différence significative de la force et l'endurance musculaires entre les deux groupes, TCC et de contrôle. La corrélation est aussi très faible entre la fatigue et ces déterminants. Une autre observation tirée de l'étude indique que la mauvaise qualité du sommeil affecterait la réalisation des activités quotidiennes.

La compilation de ces différentes études montre que les causes de la fatigue chez la personne TCC sont nombreuses. Il est difficile de dégager un consensus quant à une cause précise, car chaque étude aborde cette problématique de façon sectorielle. Parmi les éléments qui se dégagent de cette analyse, on retrouve les causes physiques qui montrent que le faible niveau de la capacité cardiorespiratoire (endurance physique générale) est en lien avec la fatigue. De plus, la dépense énergétique plus élevée à la

marche et dans les tâches motrices complexes influencerait aussi la fatigue. Au niveau psychologique, la dépression est associée à la fatigue. Au niveau des fonctions cognitives, les temps de réaction plus lents seraient attribuables à la fatigue d'origine attentionnelle. Les troubles de sommeil et de récupération contribueraient aussi à cette problématique.

L'ensemble de ces déterminants qui influencent la fatigue chez la personne TCC recoupe en grande partie les observations cliniques faites sur cette clientèle. D'abord la fatigue apparaît autant à l'effort physique qu'à l'effort intellectuel. Cette fatigue est décrite comme étant générale. Certains patients ont des troubles neuro-moteurs, des capacités cognitives et physiques diminuées, une condition douloureuse, des troubles du sommeil (insomnie ou hypersomnie) et des troubles psychologiques. La fatigue est présente tant chez les TCC légers que sévères.

À l'intérieur de la clientèle TCC, il existe des sous-catégories qui sont mesurées selon la sévérité du traumatisme et des symptômes qu'elles présentent. La sévérité du TCC est déterminée par l'échelle de coma de Glasgow (GCS) ou selon la durée de l'amnésie post-traumatique (APT). L'échelle GCS permet de mesurer la durée et la profondeur de l'état de conscience. Le résultat du GCS varie de 1 à 15 et s'obtient à partir de questions relatives à l'état de conscience. Voici une description des niveaux de sévérité du TCC. L'APT correspond à la durée de l'amnésie post-accident.

TCC Sévère (TCS): Perte de conscience d'au moins 6 heures, GCS < 8 ou APT de

plusieurs semaines à plusieurs mois (TCC critique, grave, états végétatifs).

TCC Modéré (TCM): Perte de conscience d'au moins 30 minutes mais d'au plus 6 heures, GCS 9-12 ou APT supérieur à 24 heures.

TCC Léger (TCL): Perte de conscience de moins de 30 minutes, GCS de 13 et plus ou APT inférieur à 24 heures.

Le TCC sévère occasionne des symptômes francs comme il est rapporté dans les pages précédentes. Le TCC léger occasionne des symptômes semblables et tout aussi handicapants, même s'ils sont plus subtils. Parmi ces symptômes, plusieurs études rapportent les maux de tête, les troubles de mémoire et d'attention, les vertiges et étourdissements, la douleur et la fatigue (Wayne et Austin 1986; Brown, Fann et Grant 1994; et Mittenberg, Tremont et Zilinski 1996). L'étude de Di Stefano et Radanov (1996) démontre de façon significative que la fatigue représente un des trois symptômes ayant une plus grande incidence dans les habitudes de vie et qui, pour plusieurs, persiste à long terme, deux ans et plus. Oddy et Humphrey (1978) démontrent dans leur étude que les patients reprennent leur activité professionnelle mais que, six mois après, seulement 25 % ne rapportent aucun symptôme, 65 % se plaignent d'un ou plusieurs éléments de la triade : difficultés cognitives, troubles caractériels et fatigue. Considérant que la problématique de fatigue est aussi présente chez le TCC léger et qu'il existe peu d'études sur le TCC léger et la fatigue, nous allons

particulièrement considérer cette clientèle pour cette étude.

### **Définition de la fatigue et de la fatigabilité**

La prochaine section fait état de quelques concepts qu'il est important de considérer lorsqu'on aborde la problématique de la fatigue.

Fatigue : État résultant de l'activité prolongée d'un organe ou d'un appareil doué de sensibilité, se traduisant par une diminution du fonctionnement et une sensation particulière (sentiment de fatigue) propre à chaque organe. L'entraînement a pour but de retarder l'apparition de la fatigue. (Dictionnaire des termes techniques de médecine, Maloine, 1989).

Fatigue : Diminution des possibilités de fonctionnement d'un organe ou de l'organisme tout entier due à ce fonctionnement lui-même, cette diminution étant ressentie péniblement voire douloureusement par la conscience (Nouveau Larousse Médical, 1993).

Fatigabilité: Propension plus ou moins grande à être fatigué. (Nouveau Larousse Médical, 1993) , ou à se dire fatigué.

### **Causes alléguées de la fatigue générale**

On sait, par l'expérience quotidienne, que la fatigue peut avoir des causes multiples. Les plus importantes sont l'intensité et la durée de l'effort physique et intellectuel; problèmes physiques, douleurs et maladies; responsabilités, soucis ou conflits;

nutrition; environnement (ambiance thermique, lumière et bruit); récupération et sommeil; modification du rythme circadien. (Desoille, Scherrer et Truhaut, 1987).

### **Manifestations de la fatigue**

Les manifestations de la fatigue peuvent être objectives, se traduisant par une diminution du rendement et par des changements physiologiques mesurables. D'autre part, elles peuvent être subjectives, se traduisant par une sensation de lassitude, de faiblesse, d'épuisement, ressentie consciemment. Ces sensations représentent un état familier pour l'individu. Des questionnaires ont été conçus afin d'obtenir un indice quantitatif d'une impression subjective (Desoille et coll. 1987).

### **Problématique et hypothèse**

À la lumière des études portant sur le TCC et des quelques informations glanées, il est permis de croire que la fatigue chez la personne TCC provient de plusieurs sources et se manifeste de différentes façons. Les séquelles du traumatisme crânio-cérébral s'accompagnent d'une diminution des capacités cognitives, motrices, sensorielles : la capacité d'adaptation est donc réduite. Or, les activités de la vie quotidienne, domestique et de travail mobilisent de façon plus ou moins importante chacune de ces fonctions. La personne TCC fonctionnerait régulièrement près de son seuil d'adaptation, entraînant ainsi de la fatigue. Celle-ci surviendrait plus rapidement lorsque le régime ou le type d'activité sollicitent davantage cette capacité d'adaptation.



De plus, on sait que le TCC léger occasionne des symptômes subtils, particulièrement la fatigue. Nos observations cliniques nous montrent que la personne ayant subi un TCC léger manifeste subjectivement la fatigue et que le rendement physique et cognitif semble réduit en présence de fatigue.

Considérant que la fatigue se manifeste à la fois de façon objective et subjective, il semble donc possible de mesurer ses manifestations ou, simplement, d'obtenir des indicateurs de la fatigue et ainsi de mieux comprendre ses effets chez la personne traumatisée. La démarche que nous employons consiste à mesurer certaines manifestations de la fatigue à partir d'une batterie multidimensionnelle de tests. Ces tests sont administrés en condition de repos et en condition de fatigue, suite à un protocole de travail pré-établi.

Nous voulons déterminer si, lors d'efforts de travail physique, la personne ayant subi un TCC léger voit sa fatigue augmenter de façon comparable à celle d'une personne asymptomatique.

Les mesures d'un groupe de personnes TCC légères sont comparées à celles de sujets asymptomatiques et démographiquement équivalents. Nous faisons l'hypothèse que la fatigue et la fatigabilité des personnes TCC légères sont un phénomène multivalent et pouvant comporter des aspects cognitifs, moteurs et physiques, voire attitudeux, que nous tenterons de mieux identifier.

## CHAPITRE II

### Méthode

#### **Sélection et description des sujets**

L'échantillon est composé d'un groupe expérimental, soit neuf sujets TCC et d'un groupe de contrôle, soit dix sujets sains. Les sujets TCC léger sont et étaient des patients rattachés au Centre de réadaptation InterVal de Trois-Rivières. Les critères de sélection pour le groupe TCC étaient les suivants: (a) homme entre 20 et 50 ans ayant subi un TCC léger à modéré dans les trois dernières années; (b) avoir eu une période d'au moins six mois de réadaptation; (c) avoir les capacités physiques pour fournir des efforts physiques légers; (d) avoir la capacité de marcher à un rythme de 5 km/h; (e) avoir la capacité de s'accroupir, se pencher, monter et descendre sur un escabeau. De plus, les sujets ne devaient pas avoir de trouble grave de sommeil, de troubles psychologiques (dépression ou trouble d'anxiété important) ni prendre une médication ayant la fatigue comme effet secondaire. Les dossiers médicaux des sujets TCC ont été consultés afin de s'assurer qu'ils répondaient aux critères de sélection.

Le groupe témoin provient de milieux et de types d'occupation comparables aux sujets expérimentaux (travailleur manuel, camionneur, étudiant, etc.). Les critères de sélection sont les mêmes que pour le groupe expérimental, exception faite du traumatisme. Le tableau 1 présente une synthèse des informations du dossier

médical des sujets TCC ainsi que l'occupation de chaque sujet. À noter qu'un dossier ne possédait pas les informations médicales telles que le GCS et AMP; pour ce sujet, nous avons alors considéré le profil psychofonctionnel établi par l'évaluation neuropsychologique. De plus, deux patients à sévérité modérée ont été retenus dans le groupe expérimental, l'évaluation neuropsychologique mentionnant que leur profil psychofonctionnel était de niveau léger.

### **Déroulement du protocole de l'expérimentation**

Le protocole s'effectuait sur deux journées. La première journée, le sujet venait à 11h dans un état reposé et il était soumis à une batterie de tests physiques et perceptivo-cognitifs qui duraient 75 min au total.

L'autre journée, le sujet venait à 8 h 30 et était soumis à un régime standardisé d'efforts de travail qui durait 105 min. Le protocole de travail est décrit plus bas. Avant et après le protocole de travail, l'indice de fatigue perçue était noté. Suite au protocole de travail, à 11 h, la batterie de tests était une fois de plus administrée. Cette démarche visait à mesurer la détérioration possible de certains aspects du rendement ainsi que les modifications éventuelles dans la perception de fatigue.

**Tableau 1**  
**Données médicales et occupations des sujets TCC**

[Abréviations: Traumatisme crânien léger (TCL); modéré (TCM); fracture (fx); droit (d); gauche (g); score de l'échelle de Glasgow (GCS)]

Sujet	Âge	Délai depuis l'accident	Diagnostic initial, période de réadaptation et occupation actuelle
1	40 ans	12 mois	TCL; GCS 14/15; fx à la base du crâne; parésie faciale d; hémotympan d; entorse au genou g. En réadaptation depuis 7 mois. Retour au travail progressif depuis le 14 avril 98 comme Technicien en électronique
2	22 ans	30 mois	TCL; GCS 14/15; légère hémorragie sous-arachnoïdienne; fx fronto-temporel d; fx rebord de l'orbite arcade zygomatique. 16 mois de réadaptation. Actuellement aux études au niveau collégial dans le domaine technique.
3	40 ans	14 mois	TCL; GCS 14/15; fx mandibule antérieur g; fx os propres du nez; fx os malaire et plancher de l'orbite d; plaies multiples au visage. En réadaptation depuis mois juin 1997. Retour progressif au travail comme chauffeur de camion lourd.
4	28 ans	8 mois	GCS non-disponible; rapport neuro-psychologique rapporte un dysfonctionnement cérébrale mineur affectant légèrement la mémoire et l'attention; fx plancher de l'orbite d, fx scaphoïde d. 10 mois de réadaptation. Retour progressif comme enseignant. Pratique la bicyclette et la marche de façon régulière.

Tableau 1 (suite)

5	28 ans	32 mois	TCL; GCS 14/15; fx du crâne en frontal g; fx calcanéum d et fx rotule g. mois de réadaptation. Réorientation professionnelle. Retour aux études au niveau secondaire professionnel. Pratique la bicyclette de façon régulière.
6	32 ans	34 mois	TCL; perte de conscience de 15 min, arrivée à l'urgence dans un état agité et confus. Tomographie mentionne une petite image dense au niveau de la Corona Radiata près de la convexité d. 14 mois de réadaptation. Retour au travail comme ébéniste.
7	19 ans	12 mois	TCM, GCS 9/15, petit hématome sous-arachnoïdien et lacération cuir chevelu. En réadaptation depuis 8 mois, retour progressif aux études au niveau collégial. Très actif physiquement . Profil psychofonctionnel de niveau léger.
8	40 ans	14 mois	TCM; GCS 9/15; sous effet d'alcool et drogue; fx malaire d ; fx du plancher de l'orbite d. En réadaptation depuis 12 mois . Occupait un emploi de tuyauteur au moment de l'accident. Profil psychofonctionnel de niveau léger.
9	29 ans	10 mois	TCL; GCS 15/15; commotion cérébrale; amnésie de 30 min; fx des plateaux vertébraux supérieurs de D3 à D6 Associé à une dorsalgie et cervicalgie. En réadaptation depuis 10 mois. Occupait un emploi de désosseur sur chaîne de production.

Quelques-uns des tests sélectionnés ont déjà fait l'objet de recherches sur la fatigue et, pour les autres, nous les avons retenus car nous croyons qu'ils sont suffisamment sensibles pour mesurer les manifestations de la fatigue.

**Mesures objectives.** L'ordre d'administration des tests était fixe et identique pour tous, de telle sorte que l'influence de l'un sur l'autre, s'il y a lieu, soit la même. Ainsi les tests physiques s'effectuaient en première partie et les tests cognitifs, en seconde partie. Une première épreuve consistait à évaluer le contrôle postural au moyen du test de Romberg modifié, inspiré du «Clinical Test for Sensory Interaction in Balance» (Shumway-Cook et Horak, 1986). Ce test est composé de six conditions expérimentales qui permettent de modifier les différentes sources d'informations (afférences) utilisées pour contrôler l'équilibre. Trois situations visuelles et deux surfaces de support différentes sont utilisées. Le test permet d'évaluer le rôle des afférences visuelles, somatosensorielles et vestibulaires dans le contrôle de l'équilibre. Par économie de temps, seulement trois des six conditions ont été appliquées pour notre étude. La condition «Romberg1» représente une condition de base, sans aucune modification de l'information sensorielle; elle a été retenue comme mesure de référence. Dans cette condition, le sujet garde les yeux ouverts et fixe son regard sur un point d'un diamètre de 1 cm placé à 4,5 m devant lui. Dans la deuxième condition «Romberg 5», la vision est supprimée grâce à des lunettes de natation opaques. Dans la troisième condition «Romberg 6», le sujet porte un casque de conflit visuel. Pour ce

faire, nous avons adapté une visière à un casque. Sur cette visière, située à 6 cm des yeux du sujet, des rayures verticales noires et blanches apparaissent. Ces rayures ont pour effet d'annuler tous les points de repère. Cela permet d'évaluer la capacité du sujet à utiliser principalement la proprioception et l'information du système vestibulaire pour maintenir l'équilibre. Pour ces deux dernières conditions, les sujets sont placés debout sur un coussin semi-rigide d'une épaisseur de 15 cm, dans le but d'altérer la proprioception. Le choix des deux dernières conditions s'est effectué à partir des conclusions de l'étude de Dault et Dugas (1997), qui mentionnaient que ces deux conditions étaient particulièrement sensibles aux effets des troubles d'équilibre chez la personne TCC.

Pour chacune des conditions, le sujet devait maintenir une position statique debout, sur une plate-forme de force, pendant 20 s, ce pour 2 essais. La plate-forme de force A.M.T.I. (modèle SGA6-4) permettait de mesurer les déplacements du centre de pression. Par la suite, les données étaient transmises à un système d'acquisition (Peak Performance). Les variables dépendantes reflètent toutes les fluctuations de la posture globale du sujet debout, telles que transmises dans les coordonnées du centre de pression sur la plate-forme de force. Grâce à diverses transformations mathématiques, nous proposons les mesures de Trajet, d'Amplitude et de Variation Frontales, d'Amplitude et de Variation Latérales, de Visites, d'Ellipse et de Stries verticales. Ces variables sont décrites en détail au chapitre suivant. La durée du test était de 15 min.

Ce test fut l'objet d'un projet de recherche afin d'évaluer s'il était sensible pour

décélérer les troubles d'équilibre chez la clientèle TCC. Les résultats avaient démontré que l'outil était suffisamment sensible pour distinguer les troubles d'équilibre tant pour les TCC légers que sévères (Dault et Dugas 1997). Ce test a été retenu car l'étude de Kohen et coll. (1996) a démontré que le contrôle postural était affecté par la fatigue reliée à l'effort de travail et au changement du rythme circadien. L'utilisation d'un outil mesurant les oscillations posturales s'avère être appropriée pour objectiver les manifestations de la fatigue.

Un deuxième test consistait à mesurer la force musculaire. La force du muscle quadriceps a été mesurée dans une étude traitant la fatigue chez le TCC (Walker et coll., 1991). Les résultats n'avaient pas révélé de différences significatives entre les groupes expérimental et de contrôle. Cependant le protocole était appliqué en condition de repos, non pas en condition de fatigue. Nous croyons que ce test puisse être suffisamment sensible pour objectiver les manifestations de la fatigue.

Le protocole consistait à mesurer la force du muscle quadriceps à l'aide d'un dynamomètre isométrique et isocinétique. La force était mesurée par une contraction isométrique en extension à 60 degrés d'angle du genou et suite à un repos de 1 min, par 20 contractions isocinétiques en extension du genou à une vitesse de 20 rpm. Les variables dépendantes sont des mesures de force en Newtons/mètre. La durée de ce test est de 15 min.

Le troisième test consistait à mesurer la dépense énergétique sur un circuit d'intensité de travail de niveau léger. Ces tâches impliquent de la marche sur plancher



plat et incliné, la montée d'escalier, la manutention de charge (lever, baisser et transporter). La durée du test est de 20 min.

Ce test a été retenu car l'étude de Jankowski et Sullivan (1990) démontre que les sujets TCC ont une dépense énergétique plus élevée à la marche que des sujets sains. De plus, l'étude de Richerson et Richerson (1978) confirme une dépense énergétique plus élevée chez les sujets TCC lors de tâches motrices complexes comme la manutention de charges.

La dépense énergétique est estimée par calorimétrie respiratoire à l'aide d'un appareil portatif (Oxylog). Les volumes d'air ventilé et d'air expiré sont mesurés. À partir de ces deux mesures, la consommation d'oxygène par minute est calculée en l/min.

Pour compléter la batterie, on retrouve des tests perceptivo-cognitifs. Parmi les symptômes de la fatigue, on signale entre autres la vigilance réduite, la capacité attentionnelle faible et des réactions motrices lentes (Grandjean et Wotzka 1987). Pour évaluer ces dimensions, nous avons retenu trois tests.

Le premier est le test de temps de réaction. Le protocole s'effectuait sur un ordinateur modèle APPLE II avec le test standardisé «Visual Reaction Multiple Stimuli» de Bracy (1987). Sur l'écran de l'ordinateur, quarante-cinq présentations de trois carrés de couleurs différentes constituaient la séance totale du test. Lorsque deux ou trois carrés affichés apparaissaient en jaune, le sujet devait émettre une réponse motrice en pesant avec la main dominante sur la barre d'espacement du clavier. Le temps de

réaction moyen est calculé.

Le deuxième test de cette série est le test Stroop de mots-couleurs (Stroop, 1935 et Golden, 1978). Ce test sollicite la capacité attentionnelle et mobilise les fonctions exécutives. Le test de Stroop évalue la capacité de résister à la distraction en demandant au sujet de nommer les couleurs de différentes encres avec lesquelles les noms de quelques couleurs sont imprimés. La graphie du mot imprimé crée une distraction puissante que le sujet doit ignorer afin de pouvoir nommer correctement la couleur de l'encre. Ce test de dénomination des couleurs se déroule en quatre étapes. À l'intérieur de chaque étape, on retrouve une série de cent items de dénomination, disposés en colonnes et en rangs. Le sujet doit faire la lecture des cent items le plus rapidement possible: le temps écoulé, en secondes constitue la variable dépendante. La durée du test est 10 min.

Le troisième et dernier est un test d'attention auditive et se nomme PASAT, «Paced Auditory Serial Addition Test» (Gronwall et Sampson, 1974). Ce test demande au sujet de diriger et maintenir l'attention, et effectuer une tâche d'additions, pour une période donnée. On présente oralement, sur magnétophone, une série de soixante chiffres à chacune de trois vitesses différentes. Le sujet doit, au fur et à mesure, faire l'addition des deux derniers chiffres présentés et donner la somme verbalement. Le nombre de bonnes réponses pour chaque vitesse forme la variable dépendante. La durée du test est de 10 min.

**Mesure de perception de la fatigue.** Deux tests sont utilisés pour mesurer la perception de fatigue. Le premier permet d'estimer la fatigue perçue dans le fonctionnement quotidien. L'outil utilisé est le «Fatigue Severity Scale», en traduction française (Krupp, Larocca, Muir-Nash et Steinberg, 1989). Ce questionnaire est de type analogique bipolaire. Huit questions eu égard à la fatigue sont posées. Un résultat global est obtenu par la sommation des huit indices de réponse et correspond à la variable dépendante. Ce test était effectué à la fin de l'expérimentation de façon à ce qu'il ne soit pas suggestif de fatigue pour le sujet et qu'il n'influence pas les autres tests. Ce questionnaire est présenté à l'annexe C.

Le deuxième test s'effectue aussi à partir d'un questionnaire à réponse bipolaire. Deux états opposés, s'excluant mutuellement, sont placés aux extrémités d'une ligne de 7 cm de long: les sujets doivent placer une marque quelque part sur la ligne à un moment précis durant l'effort. Les états opposés sont : Plein d'Énergie-Épuisé (PÉE) et Reposé-Fatigué (RF) (Grandjean et Wotzka, 1972). Les mesures étaient prises avant et à la fin de l'effort. Les variables dépendantes, exprimées comme une longueur en cm, indiquent le degré d'énergie ou repos du sujet. Ce questionnaire est présenté à l'annexe C.

### **Circuit de travail**

Les activités retenues pour le circuit d'efforts de travail, circuit que doit réaliser chaque sujet, sont représentatives du type de travail qu'effectuaient les personnes TCC avant

vue, des mains et des doigts, et de dextérité digitale et manuelle.

L'activité 3 est un montage simulé (Valpar 9, 1993) durant environ 30 min. Il s'agit de déplacer des formes et de les visser sur un panneau à différentes hauteurs. L'activité requiert des aptitudes de compréhension générale, de perception spatiale, de perception des formes, de coordination oculomotrice et de dextérité digitale et manuelle. Les exigences physiques sont de niveau léger, correspondant par exemple à se courber, s'accroupir, se pencher et voûter le dos.

## CHAPITRE III

### Résultats

Rappelons que cette recherche a pour but d'étudier si, lors d'un effort de travail physique, la personne ayant subi un TCC léger voit sa fatigue augmenter de façon différente de celle d'une personne asymptomatique.

Ce chapitre présentera d'abord l'analyse des variables descriptives puis celle des mesures objectives et subjectives liées au plan d'expérimentation. Pour terminer, nous examinerons les corrélations entre certaines variables de manière à connaître lesquelles sont mutuellement associées.

#### **Analyse des variables descriptives**

Examinons d'abord certaines caractéristiques descriptives des sujets et des groupes. Les variables dites descriptives sont sommairement énumérées et décrites ci-après.

Âge: Âge en années de vie complétées au moment du pré-test.

Poids: Masse corporelle mesurée en kg sur un pèse personne.

Taille: Dimension en hauteur du sujet mesurée en cm avec une règle graduée.

Indice de masse corporelle (IMC): L'IMC est une mesure de corpulence; on l'obtient en divisant le Poids (kg) par la taille au carré ( $m^2$ ).

Coût Cardiaque Relatif (CCR): Méthode permettant d'estimer la charge cardiaque dans la réalisation d'une tâche de travail, ce à partir de la fréquence cardiaque (fc).

$CCR = (fc \text{ moyenne à l'effort} - fc \text{ au repos}) / (fc \text{ maximale} - fc \text{ au repos}).$

Fatigue Severity Scale (FSS): Questionnaire analogique bipolaire évaluant le degré de fatigue perçue; huit questions, avec sept niveaux de réponses, donnent un résultat global (T-FSS) sur 56. Les questions elles-mêmes sont FSS1, FSS2, FSS3, FSS4, FSS5, FSS6, FSS7 et FSS8.

Comme le montre le tableau 2, les deux groupes présentent des caractéristiques personnelles sans différences significatives pour l'âge, le poids, la taille, l'IMC et le CCR. En d'autres mots, les deux groupes paraissent globalement équivalents et comparables dans leur composition échantillonnale.

**Tableau 2**

Moyennes, écarts-types et tests t (dl = 17) réalisés sur  
les caractéristiques personnelles des sujets

Sujets	Âge	Poids	Taille	IMC	CCR
TCC	32,6±7,0	78,5±11,71	1,75±,03	25,96 ±3,33	20,1±4,20
Sains	34,2±7,36	85,4±13,31	1,71±,07	28,62±3,5	21,02±3,5
Test t	-0,019	-1,191	1.152	-1,687	0,017

En examinant le tableau 3, on constate une différence significative entre les groupes pour le résultat global de fatigue perçue (T-FSS), indiquant une plus grande

perception de fatigue dans les activités quotidiennes pour le groupe TCC. De plus, les questions 3 et 7 discriminent bien l'état de fatigue entre les deux groupes.

**Tableau 3**

Moyennes, écarts-types et tests t (dl = 17) appliqués sur les résultats  
du questionnaire Fatigue Severity Scale

Sujets	FSS1	FSS2	FSS3	FSS4	FSS5	FSS6	FSS7	FSS8	T-FSS
TCC	4,33 ± 1,5	4,77 ±1,79	5,44 ±1,8	5,77 ±1,72	4,88 ±2,14	5,11 ±2,02	6,33 ±0,72	6,11 ±2,02	42,78 ±9,32
Sain	5,0 ±1,76	3,73 ±1,49	2,25 ±1,03	5,12 ±1,3	2,60 ±1,64	4,11 ±1,73	3,63 ±1,77	4,68 ±1,71	30,90 ±8,49
Test t	-0,888	1,435	4,862*	0,944	2,62	1,171	4,294*	1,760	2,899*

\* Significatif à 1%.

### Analyse des mesures objectives de fatigue

Rappelons que chaque sujet, qu'il soit du groupe expérimental ou du groupe de contrôle, a subi la batterie de tests une première fois puis, quelques jours plus tard, une seconde fois, immédiatement après avoir réalisé le protocole de travail prescrit.

Trois tests physiques et trois tests cognitifs ont été appliqués pour mesurer objectivement la performance. Pour chacune des variables, nous allons d'abord les décrire puis nous passerons aux analyses de variance pour évaluer l'impact du protocole expérimental. À noter que les valeurs obtenues au test d'équilibre ont aussi permis de vérifier la fidélité de ce test.

**Mesures physiques.** Les mesures physiques sont représentées par le test d'équilibre, le test de force musculaire et le test de dépense énergétique.

### 1. Analyse des données du test d'équilibre

À partir des données transmises par la plate-forme de force à l'ordinateur de contrôle, notamment les données indiquant à chaque moment les coordonnées du centre de pression du sujet, nous avons établi huit indices de performance. Voici la liste et la description de ces indices.

Trajet (T): cet indice représente la longueur du trajet dessiné par les coordonnées  $(X, Y)_t$  du centre de pression sur la plate-forme en fonction du temps. La distance cartésienne d'un moment à l'autre est calculée par  $\sqrt{[(X_{t+1}-X_t)^2+(Y_{t+1}-Y_t)^2]}$ , et l'indice T est obtenu par la simple sommation de ces distances consécutives. Cet indice correspond en quelque sorte au travail d'équilibration effectué par le sujet durant le test.

Amplitude Frontale (AF): cet indice est basé sur la variation des positions Y, c'est-à-dire d'avant en arrière, du centre de pression. Il est calculé selon  $AF=Y_{\max} - Y_{\min}$  et représente donc l'amplitude maximale d'oscillation frontale.

Variation Frontale (VF): cet indice utilise les positions Y, comme l'indice AF, et se calcule comme l'écart-type des Y. Il représente donc l'amplitude d'oscillation typique du centre de pression d'avant en arrière.

Amplitude Latérale (AL): cet indice est basé sur la variation des positions X, c'est-à-dire de gauche à droite, du centre de pression. Il est calculé selon  $AL=X_{\max} - X_{\min}$



et représente donc l'amplitude maximale d'oscillation latérale.

Variation Latérale (VL): cet indice utilise les positions X, comme l'indice AL, et se calcule comme l'écart-type des X. Il représente donc l'amplitude d'oscillation typique du centre de pression de gauche à droite.

Visites (V): cet indice estime l'intégrale de la surface visitée par le centre de pression (X,Y). En fait, le carré défini par le produit des étendues en X (i.e. AL) et Y (i.e. AF) est subdivisé en une grille 100x100, puis le nombre N de cellules visitées par les coordonnées (X,Y) est compté. L'indice V est alors égal à  $N \times AF \times AL / 10000$ .

Ellipse (E): l'indice E estime la surface de l'ellipse formée par la distribution binormale, caractérisée par les écarts-types en X (VL) et en Y (VF) et par la corrélation  $r_{x,y}$  évaluée entre les coordonnées du centre de pression.

Stries Verticales (SV): cet indice, comme l'indice V, estime l'intégrale de la surface de l'oscillation du centre de pression (X,Y). Il exploite le même découpage de l'étendue latérale (AL) que l'indice V et on évalue, dans chacune des 100 bandes (X, X+ΔX), l'écart-type des variations Y qui y sont enfermées.

L'indice SV correspond alors à la somme de ces écarts-types, soit  $SV = (\sum_x S_{y|x}) \times AL / 100$ .

Analyses de variance des indices du test d'équilibre. Chacune des variables mesurées à partir des données du test d'équilibre a été traitée grâce à une analyse de variance de type  $A \times B \times C$ . Le facteur A représente les groupes (sujets TCC, sujets Sains), le facteur B

exprime les trois conditions de testing (Romberg 1, Romberg 5, Romberg 6) et le facteur C dénote les protocoles ( Reposé et Post Travail).

Cette méthode d'analyse permet d'examiner les différences des deux groupes et la variabilité intergroupe et intragroupe, ce pour chaque variable. L'intérêt principal de notre étude étant de vérifier l'effet de la fatigue sur le rendement, une attention particulière doit être portée à l'interaction Groupes par Protocoles ( $A \times C$ ) qui nous renseigne sur la différence de réaction des groupes suite au protocole de travail.

Le tableau 4 présente le synopsis des analyses de variance appliquées aux données des indices du test d'équilibre. La communauté scientifique admet normalement les seuils de signification statistique de 1% et 5 %. Considérant que cette étude est de type exploratoire, nous considérons aussi des différences atteignant un niveau de probabilité de 7%.

D'abord nous constatons que toutes les variables affichent une variation significative ( $p < 0,01$ ) entre les trois conditions Romberg. Ces résultats significatifs indiquent des niveaux de difficulté différents entre la condition Romberg 1 (sans perturbation) et les deux autres (avec perturbations), ce pour chaque indice.

Pour l'effet principal Groupes, on retrouve des différences significatives pour les indices T ( $p < 0,07$ ), AL ( $p < 0,06$ ), VL ( $p < 0,07$ ) et SV ( $p < 0,05$ ). Pour l'effet principal Protocoles, seule la variable VF obtient une différence significative ( $p < 0,05$ ).

**Tableau 4**

Synopsis des analyses de variance des mesures de l'équilibre

Variable	Groupes (A) [F(1,15)]	Conditions (B) [F(2,30)]	Protocoles (C) [F(1,15)]	A × B [F(2,30)]	A × C [F(1,15)]	B × C [F(2,30)]	A × B × C [F(2,30)]
T	3,91 <sup>.07</sup>	315,47 <sup>.01</sup>	2,63	0,67	2,36	4,44 <sup>.02</sup>	3,30 <sup>.05</sup>
AF	3,10	265,14 <sup>.01</sup>	1,86	1,82	10,08 <sup>.01</sup>	1,43	2,04
VF	3,07	213,13 <sup>.01</sup>	4,80 <sup>.05</sup>	3,86 <sup>.05</sup>	6,39 <sup>.05</sup>	3,74 <sup>.05</sup>	3,87 <sup>.05</sup>
AL	4,33 <sup>.06</sup>	26,40 <sup>.01</sup>	0,36	0,12	1,90	1,85	0,22
VL	3,86 <sup>.07</sup>	151,04 <sup>.01</sup>	0,05	,1	2,33	1,31	0,22
V	3,43	131,56 <sup>.01</sup>	0,78	1,43	3,67 <sup>.07</sup>	2,18	1,41
E	2,78	17,21 <sup>.01</sup>	0,93	1,52	0,93	1,28	0,03
SV	4,62 <sup>.05</sup>	136,22 <sup>.01</sup>	0,05	2,09	2,09	2,92 <sup>.07</sup>	1,22

### Trajet

On ne retrouve pas d'interactions significatives entre les Groupes et les Conditions (A × B) ni entre les Groupes et les Protocoles (A × C). On note cependant une interaction Conditions × Protocoles ( $p < 0,05$ ) et une interaction Groupes × Conditions × Protocoles ( $p < 0,05$ ): la figure 1 illustre les interactions. D'une part, la performance du groupe de sujets asymptomatiques s'améliore peu ou prou pour les trois conditions Romberg. D'autre part, chez les TCC légers, à la légère amélioration notée dans les conditions Romberg 5 et 6 (avec perturbations), on doit opposer une détérioration dans la condition Romberg 1 (sans perturbation). Les sujets TCC partent au même niveau d'efficacité que les sujets sains en protocole Reposé, évoluant en sens contraire en protocole Post Travail, ce qui traduit un effet différentiel de fatigue.

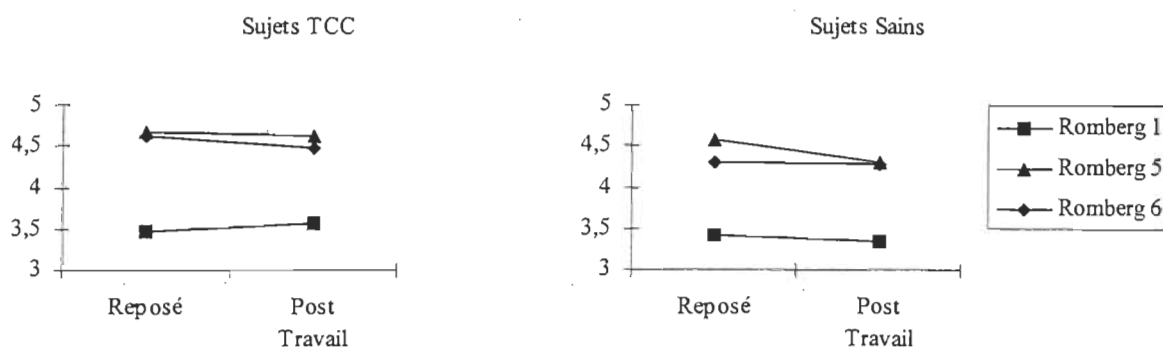


Figure 1. Variation de l'indice de Trajet du test d'équilibre selon les protocoles et les conditions, ce pour chaque groupe.

### Amplitude Frontale

L'analyse montre une interaction significative entre les Groupes et les Protocoles

( $p < 0,01$ ). Comme le montre la figure 2, les deux groupes ont des valeurs comparables au repos. Après le protocole de travail, le groupe TCC subit une détérioration importante de performance alors que le groupe Sain s'améliore quelque peu.

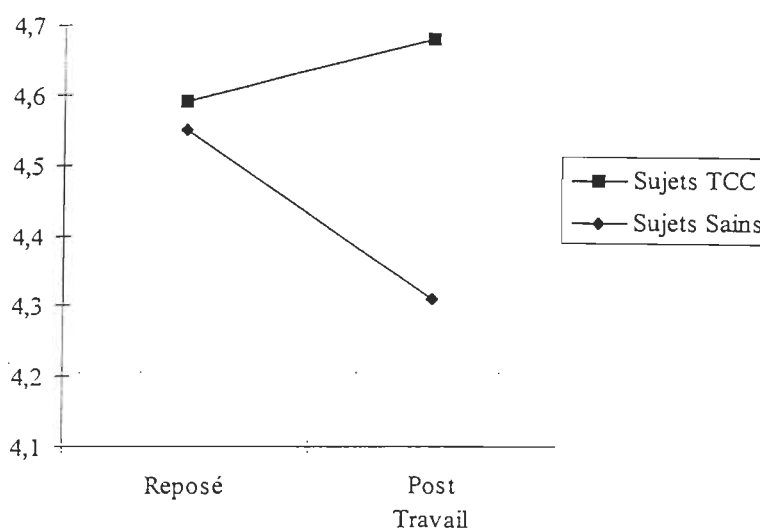


Figure 2. Variation de l'indice Amplitude Frontale du test d'équilibre selon les protocoles, en fonction des groupes.

### Variation Frontale

Plusieurs effets et interactions significatifs apparaissent pour l'indice de Variation Frontale, à commencer par une amélioration globale ( $p < 0,05$ ) du protocole Reposé au protocole Post Travail. La figure 3 illustre les interactions obtenues. L'interaction  $A \times B \times C$  résume l'ensemble: grâce à une familiarisation, les performances s'améliorent en protocole Post Travail dans toutes les conditions pour les deux groupes, tandis que la performance des TCC en condition Romberg 1 s'aggrave, sans doute par la fatigue.

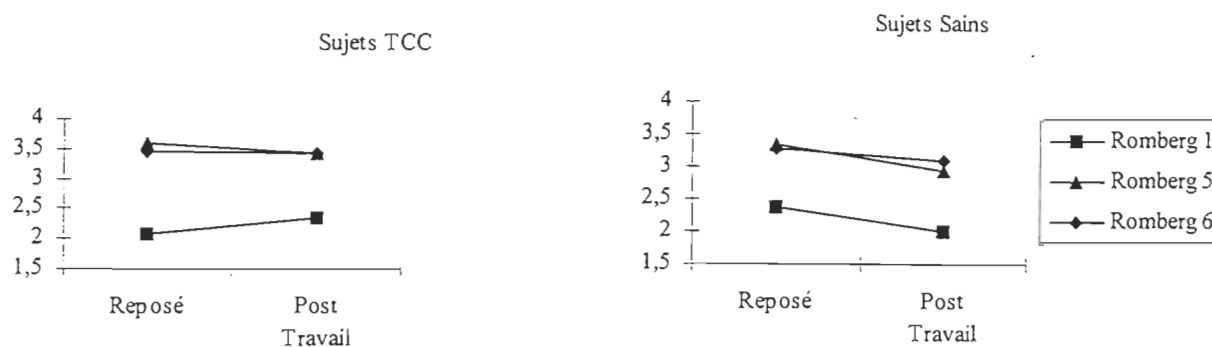


Figure 3. Variation de l'indice Variation Frontale du test d'équilibre selon les protocoles et les conditions, ce pour chaque groupe.

#### Amplitude et Variation Latérales

Les indices AL et VL montrent des écarts significatifs ( $p < 0,06$  et  $p < 0,07$  resp.), le groupe Sain ayant une performance supérieure à celle du groupe TCC. Ni effets de fatigue ni interactions ne sont observés pour ces variables.

#### Visites

L'indice Visites donne lieu à une interaction significative ( $p < 0,07$ ) entre les facteurs Groupes et Protocoles. À la figure 4, on remarque une variation comparable à celle des indices d'amplitude et de variation frontales. Le groupe TCC subit une détérioration de performance au protocole Post Travail alors que le groupe Sain pour sa part s'améliore quelque peu, indiquant qu'il subit très peu d'effet de fatigue.

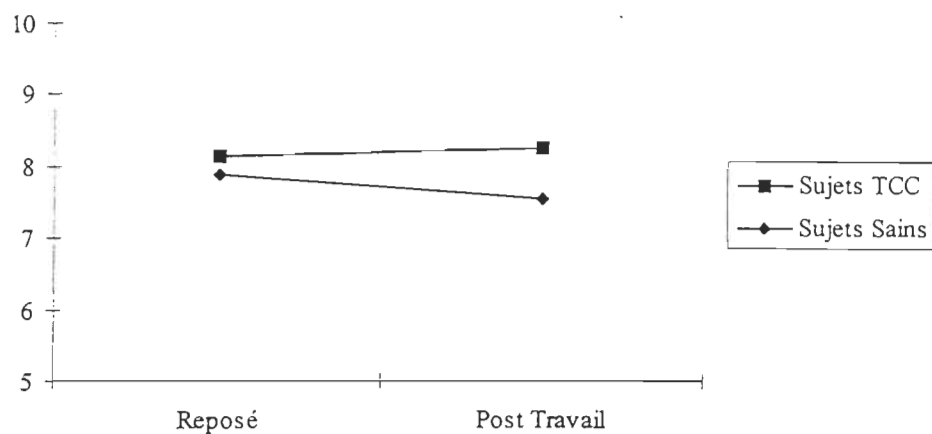


Figure 4. Variation de l'indice de Visites du test d'équilibre selon les protocoles, ce pour chaque groupe.

### Ellipse

On ne retrouve ni effets de fatigue ni interactions significatifs pour l'indice Ellipse.

### Stries Verticales

Pour cet indice, une interaction significative ( $p < 0,07$ ) est observée entre les conditions et les protocoles. La figure 5 montre que la condition Romberg 1 subit de façon plus marquée l'effet de fatigue que les conditions Romberg 5 et 6.

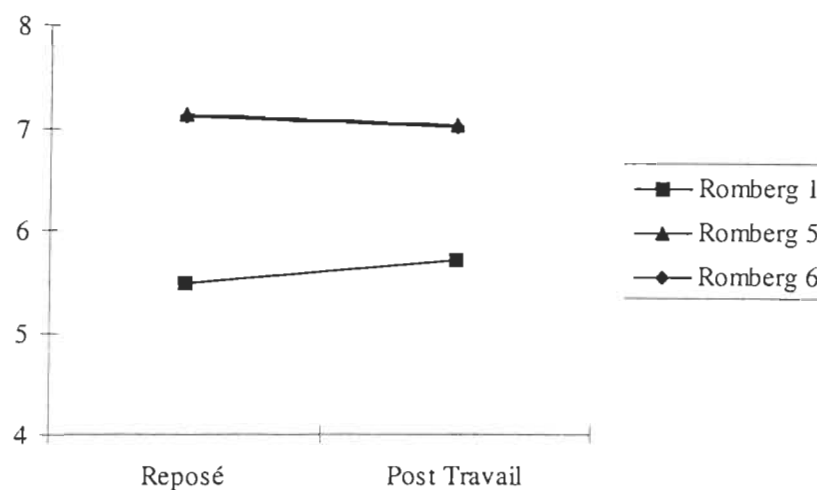


Figure 5. Variation de l'indice de Stries Verticales du test d'équilibre selon les protocoles et les conditions.

**Fidélité des indices du test d'équilibre.** Les épreuves d'équilibre sont réalisées en deux essais successifs, avec un intervalle de 1 min d'un essai à l'autre. La fidélité, estimée par la corrélation test-retest, est calculée en utilisant, pour les 19 sujets des deux groupes, les données des essais 1 versus 2 avant protocole de même que celles des essais 1 versus 2 après protocole. Chaque coefficient de corrélation est ainsi basé sur 38 paires de résultats.

Comme le montre le tableau 5, les indices qui obtiennent une fidélité acceptable sont l'amplitude frontale (AF), la variation frontale (VF), la variation latérale (VL) et les stries verticales (SV) ; les indices trajet (T) et visites (V) ressortent comme étant particulièrement fidèles.



**Tableau 5**

Coefficients de fidélité test-retest (r) entre les données des essais 1 versus 2 pour les indices du test d'équilibre

Indices	T	AF	VF	AL	VL	E	V	SV
Fidélité (r)	0,84	0,75	0,70	0,53	0,74	0,63	0,79	0,74

## 2. Analyses des données du test de force musculaire

Pour ce test, quatre indices ont été retenus pour vérifier les réactions du groupe musculaire quadriceps dans un mouvement d'extension de la cuisse. Ces indices proviennent d'un test d'effort isométrique et d'un test d'effort isocinétique. Les mesures obtenues s'expriment en Newtons/mètre. En voici la liste et la description.

Force isométrique maximale (FIM): cet indice représente le moment de force maximale obtenue à partir d'une contraction isométrique d'extension du genou à 60 degrés.

Force isocinétique maximale (FICMAX): cet indice représente le moment de force maximale obtenue lors de dix extensions du genou.

Force isocinétique moyenne (FICMOY): cet indice représente le moment de force obtenu à partir de la moyenne des moments de force maximaux de chacune des dix extensions du genou.

Force isocinétique totale (FICSOM): cet indice représente la sommation des

moments de force de la distribution des dix extensions du genou.

Analyses de variance des indices du test de force musculaire. Les mesures de force ainsi que les prochaines mesures objectives et subjectives seront traitées grâce à une analyse de variance de plan A×B. Le facteur A représente les groupes et le facteur B, les protocoles (Reposé et Post Travail).

Le tableau 6 présente le synopsis des analyses de variance des variables du test de force.

Quant aux effets principaux, les indices FICMAX et FICSOM obtiennent pour le facteur Groupes des différences significatives ( $p < 0,05$ ). Le groupe TCC a une force moyenne plus basse que le groupe Sain. Un effet est aussi observé pour l'indice FICMOY ( $p < 0,05$ ): la force musculaire en pré-test est significativement plus basse qu'en post-test, mais ceci pour les deux groupes. Aucun effet de fatigue, simple ni différentiel, n'est observé sur le plan de la force musculaire.

Tableau 6

Synopsis des analyses de variance des mesures de force

	Groupes (A) [F(1,5)]	Protocoles (B) [F(1,5)]	A × B [F(1,5)]
FIM	2,35	1,98	1,06
FICMAX	5,69 <sup>05</sup>	0,17	1,84
FICMOY	2,38	4,88 <sup>05</sup>	0,42
FICSom	6,58 <sup>05</sup>	0,06	0,63

### 3. Analyses des données du test de dépense énergétique

Pour ce test, deux indices ont été retenus pour vérifier la dépense énergétique. Ces indices proviennent de mesures de dépense énergétique au repos et à l'effort. La dépense énergétique est mesurée par calorimétrie respiratoire: trois minutes sont nécessaires pour obtenir des valeurs stables. Pour s'assurer de résultats fiables, nous avons retenu la valeur de la quatrième minute pour chacun des tests. En voici la description

Dépense énergétique au repos (DÉR): Dépense énergétique mesurée sur une période de quatre minutes en position assise.

Dépense énergétique à l'effort (DÉE): Dépense énergétique mesurée sur une période de quatre minutes lors d'efforts physiques légers (marcher, monter des escaliers, se pencher et monter dans un escabeau).

Analyses de variance des indices du test de dépense énergétique. Le tableau 7 présente le synopsis des analyses des variables du test de dépense énergétique. Un effet principal est observé pour le facteur Protocoles ( $p < 0,05$ ), la dépense énergétique au repos apparaissant plus basse en protocole Post Travail. Toutefois, plusieurs difficultés ont été rencontrées dans l'utilisation de l'équipement, ce qui permet de douter de la fiabilité du test. De plus, cinq sujets n'ont pu réaliser le test, en affaiblissant la puissance statistique.

Tableau 7

Synopsis des analyses de variance des mesures de dépense énergétique

	Groupes (A) [F(1,5)]	Protocoles (B) [F(1,5)]	A × B [F(1,15)]
DÉR	0,7	5,6 <sup>05</sup>	1,3
DÉE	1,92	0,03	0,91

### Mesures perceptivo-cognitives

Les mesures perceptivo-cognitives sont représentées par le test de Temps de réaction, le test de Stroop et le PASAT.

#### 1. Analyse des données du test de temps de réaction

Pour ce test, un seul indice a été retenu. Le temps de réaction correspond à la moyenne des temps de réaction obtenus sur une période de trois minutes.

Analyse de variance du test de temps de réaction. Le tableau 8 présente le sommaire de l'analyse des données de temps de réaction. Un effet principal est observé pour le facteur Protocoles ( $p < 0,05$ ), le temps de réaction plus lent en protocole Post Travail indiquant un effet de fatigue pour les deux groupes

Tableau 8

Analyse de variance des temps de réaction

	Groupes (A) [F(1,15)]	Protocoles (B) [F(1,15)]	A × B [F(1,15)]
TR	0,79	7,32 <sup>05</sup>	0,49

## 2. Analyses des données des variables du test de Stroop.

Ce test se compose de cinq indices. Chaque indice correspond à une tâche de lecture ou de dénomination de couleurs. La tâche consiste à nommer le plus rapidement chacune des couleurs. Voici la description de chaque indice.

Stroop lecture (SL): cet indice représente une tâche de dénomination de noms des couleurs imprimés à l'encre noire.

Stroop couleur (SC): cet indice représente une tâche de dénomination de bloc de couleurs d'encres différentes.

Stroop interférence (SI): cet indice représente une tâche de dénomination de la couleur de l'encre avec une interférence causée par le fait que le mot imprimé est un nom de couleur différent. Par exemple le mot «BLEU» est imprimé en vert. Le sujet doit nommer la couleur de l'encre et inhiber sa tendance à nommer le mot.

Stroop flexibilité (SF): cet indice est obtenu à l'aide de la tâche précédente, à laquelle on ajoute une deuxième tâche d'interférence. Il s'agit en effet de changer de directive lorsque le sujet rencontre un mot imprimé encadré. À ce moment, le sujet doit cesser de nommer la couleur de l'encre et nommer plutôt le mot imprimé.

Le sujet revient par la suite à la consigne de départ pour les autres stimuli qui ne sont pas encadrés.

Stroop (SF-SI): cet indice est le résultat de la différence SF-SI et refléterait plus purement la «flexibilité» perceptivo-cognitive du sujet.

Analyses de variance des indices du test Stroop. Le tableau 9 présente le synopsis des analyses appliquées aux variables du test de Stroop. Les facteurs Groupes et Protocoles n'ont pas d'effets principaux significatifs. On retrouve une interaction significative entre les facteurs Groupes et Protocoles pour les indices SC et SF.

En examinant la figure 6 correspondant à l'indice SC, nous constatons d'abord que le groupe TCC a une meilleure performance en protocole Reposé que le groupe Sain. En protocole Post Travail, le groupe TCC subit l'effet de fatigue en manifestant une augmentation moyenne de 3,30 s. Le groupe Sain subit pour sa part une amélioration de performance de 5,6 s, donnant un écart significatif de 8,90 s par rapport au groupe TCC.

**Tableau 9**

Synopsis des analyses de variance du test de Stroop

	Groupes (A) [F(1,15)]	Protocoles(B) [F(1,15)]	A x B [F(1,15)]
SL	0,22	0,54	0,54
SC	0,05	0,28	3,87 <sup>.06</sup>
SI	2,17	0,89	2,50
SF	3,15	0,85	5,15 <sup>.05</sup>
SF-I	0,58	0,57	3,29

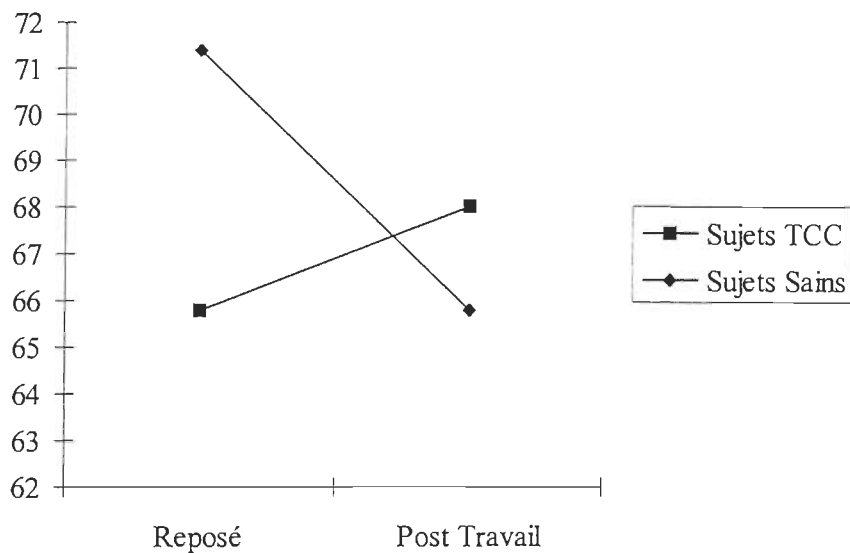


Figure 6. Performance au test de Stroop Couleur (SC) selon les protocoles, en fonction des groupes.

Quant à l'indice SF, la figure 7 montre que le groupe TCC commence en étant désavantagé (par une durée de tâche plus longue) en protocole Reposé, et ce désavantage s'accroît en protocole Post Travail, au contraire des sujets sains dont le rendement s'améliore.

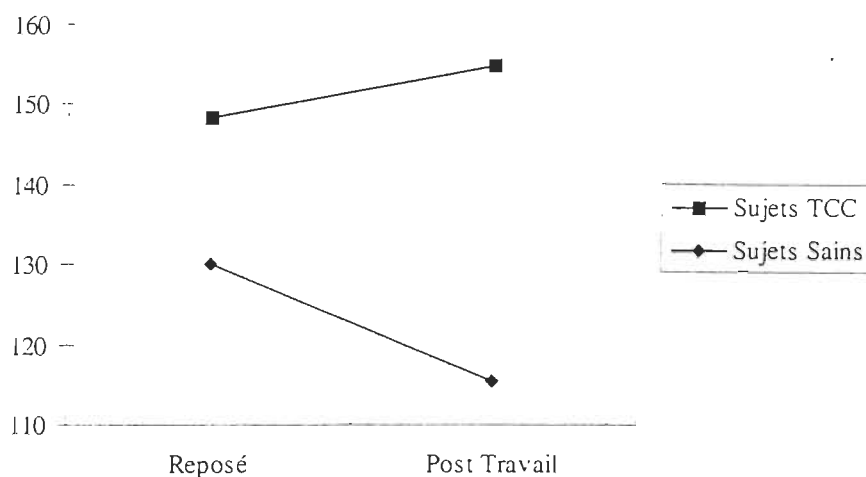


Figure 7. Performance au test de Stroop Flexibilité selon les protocoles, en fonction des groupes.

### 3. Analyses des données des variables du PASAT

Le PASAT se compose de trois indices. Chaque indice correspond à une vitesse à laquelle une série de soixante et un chiffres inférieurs à dix est présentée, sur magnétophone. La tâche consiste à donner verbalement la somme des deux derniers chiffres. Le score est le nombre de bonnes réponses, le maximum étant 60. Le premier indice correspond au total de bonnes réponses lorsque les chiffres sont présentés à une vitesse de 2,4 s par chiffre (PAS2,4), le deuxième à 2 s (PAS2) et le troisième à 1,6 s (PAS1,6).

Analyses de variance des indices du PASAT. Le tableau 10 présente le synopsis des analyses faites sur les indices du PASAT. Dans les effets principaux, seul le facteur Protocoles apparaît significatif, ce pour les trois indices : en protocole Reposé, les



performances sont globalement moins bonnes qu'en protocole Post Travail.

**Tableau 10**

Synopsis des analyses de variance du test Pasat.

	Groupes (A) [F(1,15)]	Protocoles (B) [F(1,15)]	A x B [F(1,15)]
Pas(2,4)	0,56	10,63 <sup>.05</sup>	13,65 <sup>.01</sup>
Pas(2,0)	0,11	16,06 <sup>.01</sup>	2,79
Pas(1,6)	0,69	7,96 <sup>.01</sup>	7,09 <sup>.05</sup>

On retrouve des interactions significatives Groupes x Protocoles pour les indices PAS 2,4 et Pas 1,6 à 1 % et 5 %. En examinant les figures 8 et 9, on voit que l'amélioration globale constatée dans l'effet principal des Protocoles est en fait imputable aux sujets Sains, les TCC légers ne manifestant pas de changements notables. Curieusement, le groupe sain semble être parti désavantagé en Protocole Reposé, obtenant des scores moins élevés que les sujets TCC; toutefois, l'analyse en effets simples montre que les différences n'atteignent pas un niveau significatif ( $p > 0,05$ ).

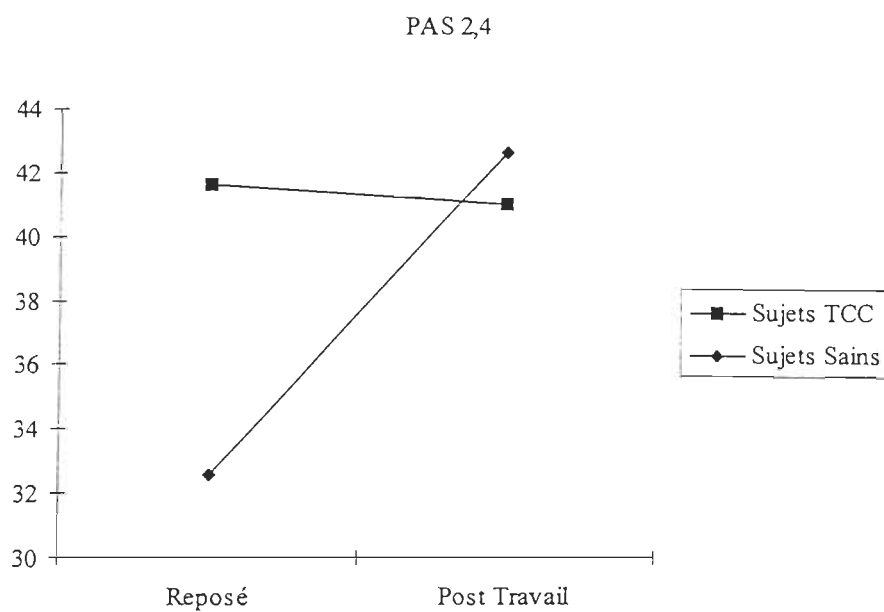


Figure 8. Performance au PASAT 2,4 selon les protocoles, en fonction des groupes

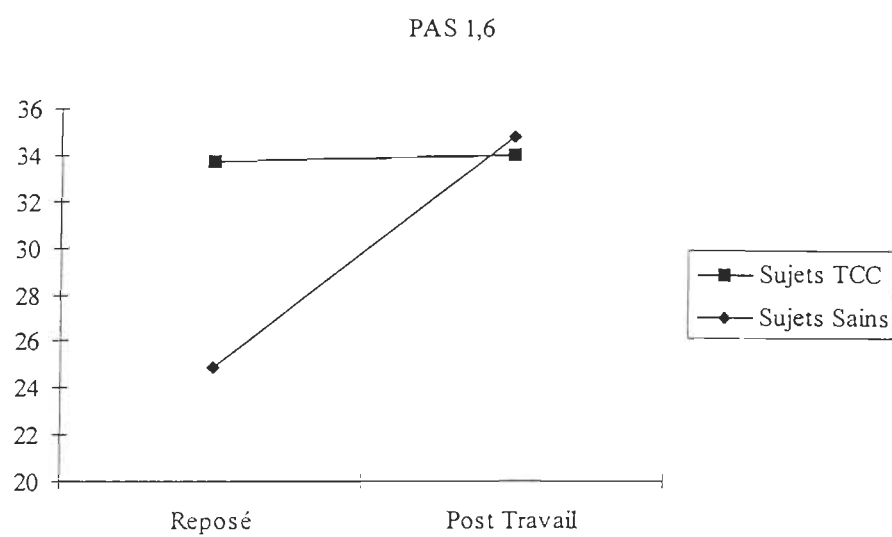


Figure 9. Performance au Pasat 1,6 selon les protocoles, en fonction des groupes.

### Analyse de la mesure subjective de fatigue

La mesure subjective correspond à la perception de la fatigue ressentie par le sujet. Une grille analogique bipolaire a été utilisée pour quantifier cette perception. Ce test se compose de deux indices. Le premier correspond aux états opposés «Plein d'Énergie» contre «Épuisé» (PÉE), et le second, «Reposé» contre «Fatigué» (RF).

Analyses de variance des indices du test de perception de la fatigue. Le tableau 11 présente le synopsis des analyses effectuées sur les variables du test de perception de la fatigue. Dans les effets principaux, on observe une différence significative entre les groupes et ce, pour les deux indices, le groupe TCC ayant d'emblée une perception de fatigue plus élevée. La même observation est notée pour le facteur Protocoles: la perception de fatigue est significativement plus élevée en protocole Post Travail.

**Tableau 11**

Synopsis des analyses de variance du test de perception de la fatigue

	Groupes (A) [F(1,15)]	Protocoles (B) [F(1,15)]	A × B [F(1,15)]
PÉE	12,46 <sup>0,01</sup>	24,04 <sup>0,01</sup>	10,60 <sup>0,01</sup>
RF	10,42 <sup>0,01</sup>	23,65 <sup>0,01</sup>	9,02 <sup>0,01</sup>

On retrouve une interaction significative Groupes × Protocoles ( $p < 0,01$ ) pour les indices PÉE et RF. Les figures 10 et 11 montrent que pour les deux indices PÉE et RF, l'écart entre les deux groupes en protocole Post Travail est plus grand qu'en protocole

Reposé. Cet écart indique que le protocole expérimental crée une perception de fatigue plus grande chez le groupe TCC.

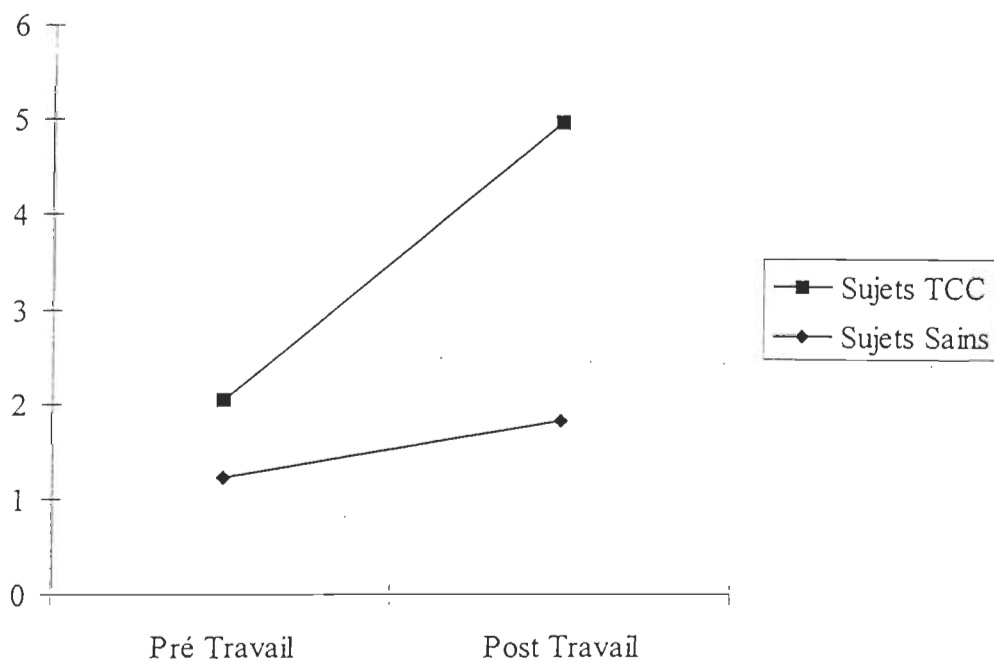


Figure 10. Résultats au test de perception de fatigue Plein Énergie-Épuisé selon les protocoles, en fonction des groupes.

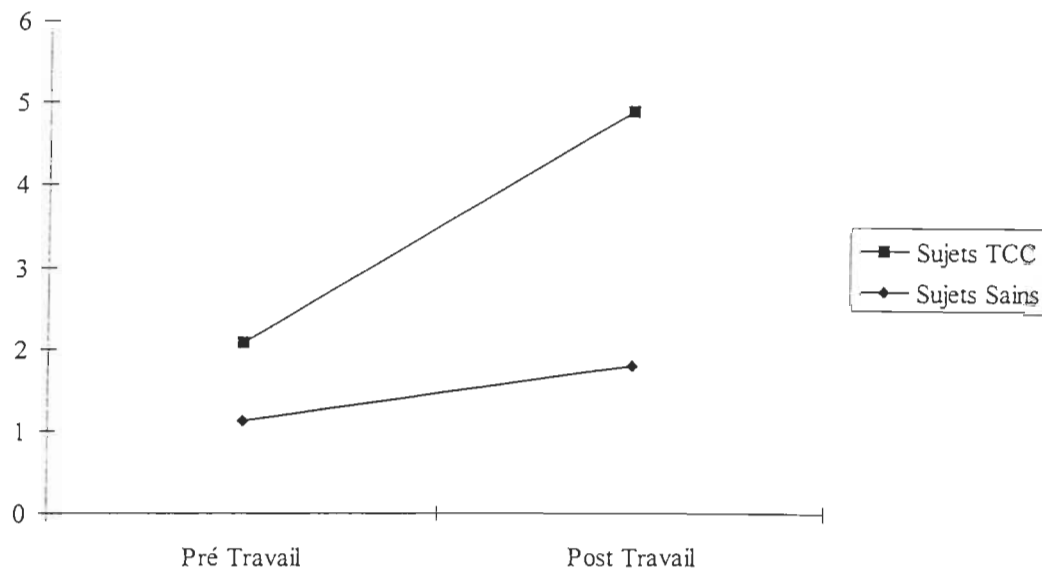


Figure 11. Résultats au test de perception de fatigue Reposé-fatigué selon les protocoles, en fonction des groupes.

### Analyses corrélationnelles

Les analyses corrélationnelles ont pour but d'évaluer s'il existe une forme particulière d'association entre les mesures objectives et les mesures subjectives de la fatigue. Pour ce faire, chacune des mesures objectives est comparée aux facteurs les plus discriminants quant à la perception de fatigue. Parmi les facteurs les plus discriminants, on retrouve les variables de la perception de fatigue Post-Pré protocole de travail (PÉÉ et RF) et les variables du Fatigue Severity Scale (T-FSS, FSS3 et FSS7). Les corrélations sont appliquées premièrement entre les différences (protocole Reposé) – (protocole Post Travail) des mesures objectives et les variables T-FSS, FSS3 et FSS7; deuxièmement,

entre les différences (protocole Reposé) – (protocole Post Travail) des mesures objectives et les différences Post–Pré des mesures subjectives PÉÉ et RF.

#### Corrélations des mesures objectives physiques et les variables de perception de fatigue.

Les corrélations entre le test d'équilibre et les variables de la perception de fatigue sont présentées au tableau 35, 36 et 37 de l'annexe B. La valeur de corrélation significative au seuil de 1 % est de  $\pm 0,56$ . On observe particulièrement de très bonnes corrélations entre les indices Amplitude et Variation Frontales (condition Romberg 1) et les variables de perception de fatigue FSS3, FSS7 et T-FSS. On observe aussi des corrélations très bonnes entre les indices Amplitude et Variation Frontales (condition Romberg 5) et les variables PÉÉ et RF.

Des corrélations qualifiées d'acceptables (selon la valeur  $\pm 0,41$  significative à 5 %) sont observées entre: (a) l'indice Trajet (condition Romberg 5) et les variables PÉÉ et FSS7; (b) l'indice Amplitude Frontale (conditions Romberg 1 et 5) et les variables FSS3 et T-FSS; (c) l'indice Visites (condition Romberg 1) et la variable T-FSS; (d) l'indice Ellipse (conditions Romberg 1 et 5) et la variable T-FSS; (e) l'indice Stries Verticales (conditions Romberg 1 et 5) et les variables T-FSS, PÉÉ et RF.

Pour les autres associations entre les mesures physiques (test de force musculaire et de la dépense énergétique) et les variables de perception de fatigue, on ne retrouve aucune corrélation atteignant le seuil acceptable.

Corrélations des mesures objectives perceptivo-cognitives et les variables de perception

de fatigue. Les corrélations entre les mesures objectives perceptivo-cognitives et les variables de perception de fatigue sont présentées respectivement aux tableaux 38, 39 et 40 de l'annexe B. D'abord les corrélations entre le test de temps de réaction et les variables de perception de fatigue n'atteignent pas le seuil de signification de 5%. Cependant on observe de très bonnes corrélations ( $p < 0,01$ ) entre: (a) les variables du test de Stroop SF et SI et les variables du test de perception de fatigue PÉÉ et RF; (b) les variables du PASAT, PAS2,4, PAS2 et PAS1,6 et les variables du test de perception de fatigue PÉÉ, RF, FSS3, FSS7 et T-FSS.

Des corrélations de niveau acceptable ( $p < 0,05$ ) sont observées entre: (a) les variables du test de Stroop SC, SI et SF et les variables du test de perception de fatigue PÉÉ, RF, FSS3, FSS3, FSS7 et T-FSS; (b) les variables du PASAT, PAS2 et PAS1,6 et les variables du test de perception de fatigue RF, FSS3 et T-FSS.

## CHAPITRE IV

### Discussion

Rappelons que cette recherche avait pour but d'étudier si, lors d'un effort de travail, la personne ayant subi un TCC léger voit sa fatigue augmenter de façon différente de celle d'une personne asymptomatique. Cette étude, de type exploratoire, vise particulièrement à élucider les concepts de fatigue reliée aux mesures objectives et de fatigabilité reliée aux mesures de perception de fatigue.

Pour tenter de répondre aux objectifs de l'étude, les réactions physiques, perceptivo-cognitives et les impressions subjectives de fatigue de sujets TCC et de sujets Sains ont été mesurées à travers deux protocoles ; d'abord dans un état de repos, puis dans un état de fatigue après avoir effectué un circuit de travail.

L'originalité de cette étude repose sur un protocole recréant des activités de la vie quotidienne réelle et sur l'utilisation de mesures qui comparent les sujets à eux-mêmes dans des états reposé et fatigué.

Les résultats obtenus tendent à confirmer que la personne TCC légère réagit différemment d'une personne asymptomatique après avoir fourni un effort physique de travail sur une période de temps prolongée. Une perception de fatigue plus grande ainsi qu'un rendement neuro-moteur et cognitif réduit sont globalement observés. De plus des



relations entre ces deux types de mesure, les mesures objectives et subjectives, sont aussi observées.

Afin d'interpréter de façon plus exhaustive ces résultats, ce chapitre abordera d'abord la composition échantillonnale et le portrait différentiel des groupes en protocole Reposé. Par la suite, nous aborderons le portrait différentiel en protocole Post Travail afin de vérifier l'effet du circuit de travail. Nous discuterons des relations existant entre les mesures objectives et subjectives, et nous compléterons par l'interprétation de la valeur instrumentale du test d'équilibre.

### **Composition échantillonnale**

De façon à atteindre une composition échantillonnale comparable, le choix des sujets s'est effectué à partir des critères établis pour chacun des groupes. Le processus de sélection s'est d'abord effectué en ciblant les sujets TCC retenus. Le processus de sélection pour le groupe a été difficile, principalement à cause des nombreux critères appliqués. Finalement neuf sujets ont été sélectionnés.

Les sujets sains ont été sélectionnés par une méthode de jumelage en fonction de l'âge et de l'occupation des sujets TCC. Le processus de sélection pour ces sujets fut aussi difficile à accomplir, car en plus de l'âge et de l'occupation, s'ajoutait la disponibilité pour collaborer à cette recherche. Comme le démontrent les résultats, les caractéristiques personnelles telles que l'âge, le poids, la taille, la composition corporelle et la capacité cardiorespiratoire étaient comparables pour les deux groupes.

D'autres résultats, par exemple ceux relatifs au test PASAT faisant appel à des

composantes cognitives, semblent indiquer que le niveau de fonctionnement cognitif des sujets TCC était plus élevé que celui des sujets asymptomatiques. Quant au test de fatigue perçue relative aux activités quotidiennes (Fatigue Severity Scale), le niveau de fatigue est significativement plus élevé chez le groupe TCC. Ce résultat rejoint les conclusions des études de Létourneau (1989), Noël (1989), Walker et coll. (1991) Brown et coll. (1994), et Mittenberg et coll. (1996) quant à la perception de fatigue plus grande chez la personne ayant subi un TCC léger.

### **Portrait différentiel intergroupe en protocole Reposé**

Le portrait différentiel intergroupe, relatif à l'état Reposé, nous renseigne sur le profil physique, neuro-moteur et perceptivo-cognitif des sujets sélectionnés ainsi que leur impression subjective de la fatigue. L'ensemble des tests qui ont permis de déterminer le profil des sujets ne montre aucune différence significative entre les groupes. Ceci suggère une certaine parité des sujets des groupes avant d'entreprendre le protocole de travail.

Aux tests de Stroop et au PASAT, nous comptons obtenir une différence significative entre les groupes car ce test est utilisé comme outil diagnostique pour déterminer le traumatisme crânien léger. Or, le profil des sujets dépend en grande partie de l'échantillonnage des candidats dans ce projet. Malgré les précautions prises pour le choix des candidats, il était impossible d'effectuer des tests physiques et intellectuels de sélection pour obtenir des sujets répondant au profil que l'on souhaitait vraiment avoir, en particulier des sujets sains ayant un niveau de fonctionnement cognitif comparable aux

sujets TCC légers. L'originalité de l'étude, qui compare les sujets à eux-mêmes après un circuit de travail, compense en quelque sorte pour cette faiblesse. De plus, même si les tests habituellement utilisés pour identifier les sujets TCC légers sur le plan diagnostique ne les discriminent pas dans la présente étude, il demeure que le diagnostic du TCC est confirmé pour tous les sujets par un examen neurologique et le jugement d'un neuropsychologue. Enfin, la capacité de ces tests à discriminer des sujets TCC léger des sujets normaux est habituellement démontrée dans des études réalisées avec un plus grand nombre de sujets que dans la présente étude: le nombre de sujets, plutôt restreint, est donc un autre facteur qui peut expliquer l'absence de différences significatives entre les sujets sains et TCC légers dans notre étude.

### **Portrait différentiel intergroupe en protocole Post Travail**

Le portrait différentiel Post Travail nous amène à l'objectif de l'étude quant à l'élucidation des aspects intéroceptifs, cognitifs, moteurs et physiques qui sont influencés par la fatigue. À travers la série de mesures, les tests d'équilibre, de Stroop, le PASAT et le test de perception de fatigue se sont avérés particulièrement sensibles à l'effet du protocole de travail en obtenant des interactions significatives Groupes par Protocoles ( $p < 0,05$ ). Rappelons que le protocole de travail avait pour but d'induire une fatigue.

**Mesure de l'équilibre.** D'abord pour le test d'équilibre, les indices Trajet et Variation Frontale s'avèrent être significativement sensibles à l'effet du protocole de travail et ce uniquement pour la condition Romberg 1 (sans perturbation). L'absence de différence

significative pour les conditions Romberg 5 et 6 (avec perturbations) s'expliquerait par un niveau de difficulté trop élevé des conditions avec perturbations, ce qui aurait pour effet de masquer les changements de contrôle postural occasionnés par la fatigue. Le Trajet est un indice qui reflète la somme des déplacements du centre de pression sur la plate-forme. Le résultat de l'indice de la Variation Frontale quant à lui vient préciser que l'effet de fatigue a pour conséquence d'augmenter l'amplitude des oscillations posturales, particulièrement dans l'axe antéro-postérieur.

Les indices Amplitude Frontale et Visites révèlent une interaction significative Groupes par Protocoles pour la moyenne des trois conditions de Romberg. Les résultats significatifs de ces deux indices confirment les résultats des indices Trajet et Variation Frontale, et appuient l'explication voulant que la fatigue se répercute globalement dans la distribution des oscillations posturales, avec une majeure dans l'axe antéro-postérieur.

L'absence de différence significative pour les autres indices (AL, VL, E et SV) s'expliquerait par les faibles oscillations posturales dans l'axe latéro-médian et par l'efficacité de mesure (ou fidélité) moins forte pour ces indices.

**Mesure de la force musculaire.** Comme il a été mentionné au chapitre précédent, aucun effet de fatigue, simple ni différentiel, n'est observé pour les indices de la force musculaire. Seul l'indice de la force isocinétique moyenne a subi un effet principal, le rendement des deux groupes s'étant significativement détérioré.

Avec un protocole d'analyse de la force musculaire différent de l'étude de Walker et coll. (1991), on aurait pu s'attendre à un lien entre la fatigue et la force musculaire.

Les résultats obtenus n'ont pu confirmer cette hypothèse et par le fait même rejoignent les conclusions de l'étude de Walker et coll. quant à l'absence de lien significatif entre la fatigue et la force musculaire.

Quant au protocole appliqué pour cette recherche, on peut dire que ce type d'effort sous-maximal n'a pas eu d'effet sur le phénomène de réduction du rendement musculaire pour les deux groupes.

**Mesure de la dépense énergétique.** Aucun effet de fatigue, simple ni différentiel, n'est observé pour les indices de la dépense énergétique. Plusieurs difficultés ont été rencontrées dans l'utilisation de l'équipement: fuite d'air du masque couvrant la bouche; temps d'apprentissage du circuit trop court, ce qui a provoqué une irrégularité des mouvements dans la tâche à réaliser; de plus, la prise de mesure était difficile car les sujets étaient en action. L'ensemble de ces difficultés permet de douter de la fiabilité du test. De plus, cinq sujets n'ont pu réaliser le test, affaiblissant ainsi la puissance statistique.

Tenant compte du fait que le rendement du groupe TCC était plus bas en protocole Post Travail et des difficultés identifiées au paragraphe précédent, il est permis de croire que la dépense énergétique à l'effort pourrait être sensible à la fatigue. La diminution du contrôle neuro-moteur aurait pour conséquence de réduire l'efficacité des mouvements et d'augmenter la dépense énergétique pour une même tâche.

Les tests perceptivo-cognitifs ont pour objectif de mesurer l'efficacité intellectuelle et dépendent de l'intégrité des fonctions attentionnelles et exécutives. Les fonctions attentionnelles sont à la base des réactions d'éveil et de vigilance alors que les fonctions exécutives agissent sur le processus de résolution de problèmes.

**Temps de réaction (TR).** Dans la mesure des TR, c'est principalement la composante tonique de l'attention qui est mobilisée. Les fonctions exécutives sollicitées pour cette tâche restent rudimentaires; l'élaboration d'un plan de réponse, la prise de décision et l'autoperception ne sont pas requises. Les résultats de ce test montrent que, pour les deux groupes, les fonctions attentionnelles sont affectées par la fatigue, ce pareillement pour les deux groupes.

**Test de Stroop.** Tout comme le test de TR, le test de Stroop sollicite les fonctions attentionnelles ainsi que, dans une proportion plus grande, les fonctions exécutives. L'effet de fatigue est premièrement observé dans la condition de dénomination des blocs de couleur (SC). Deuxièmement l'effet de fatigue se répercute particulièrement dans la condition Stroop flexibilité (SF) qui implique des stratégies de réponse plus élaborées. Ce résultat traduit la capacité réduite qu'ont les sujets TCC de résister à la distraction et de changer de plan en fonction d'une modification des demandes environnementales. Ainsi, l'inhibition des comportements de routine en faveur de nouveaux schémas d'action est particulièrement affectée par la fatigue.

Les résultats non significatifs pour les autres indices du test Stroop rendent plus complexe l'interprétation. On aurait dû s'attendre à des effets significatifs particulièrement pour les épreuves Stroop Interférence (SI) et Stroop Flexibilité-Interférence (SF-I) car c'est à ce niveau que les sujets TCC légers ont en principe une plus grande vulnérabilité. Il est important de mentionner que ces indices ont tout de même atteint un seuil de signification non négligeable, soit près de 10 %, et qu'ils ont obtenu une distribution très semblable aux autres indices, avec une baisse du rendement dans le protocole Post Travail.

**Le PASAT.** Comme au test de Stroop, le PASAT représente une tâche complexe impliquant plusieurs registres. Pour ce test, deux des trois indices obtiennent des interactions significatives Groupes par Protocoles au seuil de 5%, le troisième indice au seuil de 10%. Les résultats montrent que les sujets sains bénéficient d'un effet d'apprentissage en améliorant leur performance alors que la performance des sujets TCC demeure stable.

Ce test a la particularité de provoquer un grand effet de surprise: lorsqu'on le réalise pour la première fois, le rendement en est affecté. Dans le protocole Post Travail, la connaissance préalable du test facilite l'exécution et améliore le rendement. On peut affirmer que les sujets Sains n'ont pas subi l'effet de fatigue et ont bénéficié de l'effet d'apprentissage. Quant à la performance stable des sujets TCC, on peut supposer qu'ils ont présumément profité d'un effet d'apprentissage mais que l'effet de fatigue est venu compenser à la baisse leur rendement.

À l'intérieur des mesures perceptivo-cognitives, ce sont le test de Stroop et le PASAT qui s'avèrent être les plus sensibles à l'effet de fatigue et discriminatoires par rapport aux groupes. En comparaison au test de TR, ces deux tests ont comme particularité de solliciter à un niveau supérieur les fonctions cognitives qui sont sous le contrôle du système exécutif et responsables de la réussite des tâches complexes. Ces résultats méritent très certainement d'être considérés et faire l'objet de recherches futures, particulièrement eu égard aux fonctions cérébrales responsables du traitement des tâches complexes.

**Test de perception de fatigue.** Les deux indices utilisés pour évaluer la perception de fatigue ont obtenu une interaction significative Groupes par Protocoles. Ces résultats démontrent clairement que les sujets TCC légers ont une impression subjective de fatigue plus grande que les sujets sains. L'effet du protocole expérimental mène à une sensation diffuse d'inconfort ressentie par la conscience et qui est définie par les qualificatifs de fatigue ou d'épuisement.

L'ensemble de ces résultats démontre clairement la présence de manifestations objectives et subjectives de la fatigue. Les manifestations subjectives paraissent plus importantes avec des interactions au seuil de 1% pour les effets principaux des Groupes et des Protocoles, et pour l'interaction Groupes par Protocoles. S'ajoutant aux manifestations subjectives, les manifestations objectives se traduisent notamment par une baisse du contrôle postural et une réduction de la flexibilité du système cognitif comme la capacité à passer d'un concept à un autre ainsi que la capacité d'évaluer les résultats des



opérations effectuées.

Cette réduction de rendement associée à la fatigue s'expliquerait davantage par un phénomène lié à une baisse d'efficacité du système nerveux central qu'à un phénomène se manifestant localement au niveau du muscle. Les lésions au cerveau causées par les traumatismes et micro-traumatismes occasionneraient une plus grande fragilité et réduiraient l'efficacité des fonctions cérébrales suite à un effort prolongé.

### **Analyses Corrélationnelles**

Les manifestations objectives et subjectives constituent deux ensembles distincts de signes et de symptômes reliés à la fatigue. Il y a maintenant lieu de se questionner sur l'existence d'une forme particulière d'association entre ces manifestations.

Les analyses corrélationnelles ont permis de voir si les manifestations objectives et subjectives étaient mutuellement associées. Des corrélations, allant de très bonnes à acceptables, ont été trouvées entre certaines mesures objectives et certains indices de perception de fatigue. Parmi les corrélations les plus élevées ( $r \geq 0,70$ ), on retrouve particulièrement les tests objectifs dans lesquels les sujets TCC légers ont obtenu les plus grands effets différentiels de fatigue. Ainsi, pour le test d'équilibre, les indices Amplitude et Variation Frontales pour la condition Romberg 1 sont hautement corrélés avec la question 7 du FSS et le résultat total du FSS. Pour le test de Stroop, la variable SF est hautement corrélée avec les indices de fatigue perçue «Plein d'énergie- Épuisé» (PÉÉ) et «Reposé-Fatigué» (RF). Pour le PASAT, les variables PAS2,4, PAS2 et PAS1,6 sont hautement corrélées avec les indices de fatigue perçue PÉÉ et RF.

Les analyses corrélationnelles appliquées pour cette recherche se situent davantage à un stade exploratoire. Les relations établies à ce niveau de recherche devraient maintenant conduire à la vérification de la nature de ces relations. Une telle recherche permettrait de vérifier dans quelle mesure l'apparition d'une baisse du rendement s'accompagne d'une plus grande perception de fatigue. Cependant, il nous est possible actuellement d'amorcer des explications de ce phénomène.

### **Fidélité des indices du test d'équilibre**

Nous avons utilisé les mesures du test d'équilibre pour en vérifier la fidélité instrumentale. Les résultats des corrélations démontrent que plusieurs indices se retrouvent à l'intérieur de l'étendue acceptable de 0,7 à 0,9. Ce sont les indices Trajet, Amplitude et Variation Frontales, Variation Latérale et Visites qui ont démontré le plus de constance dans les mesures. De plus ces indices se sont avérés les plus sensibles à l'effet de fatigue, ce qui a permis de soutenir la puissance statistique des résultats découlant du protocole expérimental.

### **Forces et faiblesses de l'étude**

Au départ, ce projet nous apparaissait audacieux à cause du choix du sujet de recherche et de l'approche utilisée. La fatigue représente une problématique difficile à cerner à cause de son caractère en partie subjectif et diffus. Avec l'approche qui consistait à objectiver ce symptôme, le défi s'avérait de taille. Les observations cliniques faites par nous durant les sept dernières années auprès de la clientèle TCC ainsi que les applications déjà

réalisées dans le domaine de l'ergonomie nous ont quand même poussé à nous y aventurer. Il est important de rappeler que ce projet était exploratoire et avait pour but de mieux comprendre le phénomène de la fatigue chez la personne TCC.

Une des forces de l'étude repose d'abord sur l'utilisation d'un protocole qui comparait les sujets à eux-mêmes dans des états de repos et de fatigue. En procédant de cette façon, nous voulions isoler le phénomène de la fatigue afin d'en mesurer expérimentalement les effets.

Les résultats obtenus permettront les applications cliniques. Ils permettront d'orienter les observations cliniques sur les paramètres à considérer dans l'analyse de la fatigue. De plus, par la simplicité du protocole de mesure, il sera possible d'en reproduire les parties avérées les plus valables et d'en tirer d'autres informations. D'autre part, nous avons sous-estimé l'impact qu'aurait l'effet d'apprentissage des tests. Les sujets Sains semblent en avoir bénéficié pour certaines mesures, tout comme les sujets TCC, bien que cet effet soit apparu moins important pour ces derniers. Cet effet d'apprentissage, non contrôlé dans notre démarche d'étude, pourrait avoir voilé l'effet réel de fatigue. De plus quant au choix des tests, il aurait été intéressant d'inclure un test de vigilance (attention prolongée) mais compte tenu de la durée du protocole, il fut impossible de le considérer.

## CHAPITRE V

### Conclusion

Les symptômes de la fatigue sont régulièrement mentionnés par les personnes TCC légères (Wayne et coll., 1986, Létourneau 1989, Brown et coll. 1994, et Mittenberg et coll. 1994). Les études longitudinales post-accident de Olver et coll. (1996) et Di Stefano (1996) rapportent que la fatigue persiste chez un nombre important de patients. D'autre part, nos observations cliniques nous démontrent que la personne ayant subi un TCC manifeste subjectivement la fatigue et que le rendement physique et cognitif semble réduit en présence de fatigue. La présente étude avait pour but d'élucider les manifestations objectives et subjectives associées à la fatigue chez la personne TCC.

Les résultats obtenus démontrent la présence de manifestations objectives et subjectives pour les sujets TCC légers suite à une période de travail physique prolongée. Parmi les mesures objectives qui ont été sensibles à l'effet de fatigue, on retrouve le test d'oscillations posturales, le test de Stroop et le Pasat. Ces résultats, découlant de l'effet de fatigue, se traduisent par une baisse du contrôle postural et une réduction de la flexibilité cognitive, comme la difficulté à passer d'un concept à un autre ainsi que la difficulté d'évaluer les résultats des opérations effectuées. De plus l'étude démontre de façon significative la présence de manifestations subjectives associées à la fatigue et confirme les résultats des études de Wayne et coll. (1986), Létourneau (1989), Brown et coll. (1994), et Mittenberg et coll. (1994).

L'analyse corrélacionnelle a permis de découvrir l'existence de relations entre certaines manifestations objectives et la perception subjective, particulièrement pour les manifestations objectives qui sont sensibles à la fatigue. Les relations établies à ce niveau descriptif de recherche devraient maintenant conduire à la vérification de la nature de ces relations et mener à des explications du phénomène de la fatigue chez le TCC léger.

L'ensemble de ces résultats permettra d'orienter nos observations cliniques et choisir les mesures appropriées pour départager les plaintes et les difficultés réelles des clients sur le plan de leur aptitude au travail et sur d'autres plans. Ils permettront d'identifier des moyens palliatifs pour aider les clients qui vivent cette problématique.

Les résultats non significatifs obtenus aux tests de force, de dépense énergétique et sur certaines variables des tests perceptivo-cognitifs fournissent des éléments de réponse quant à la compréhension du phénomène de la fatigue chez la personne ayant subi un TCC léger. Il faut aussi mentionner que certaines mesures ne se sont pas avérées significatives par rapport à ce protocole mais qu'en améliorant certaines méthodes de mesure, les résultats pourraient le devenir.

Comme il était prévu au départ, ce projet se voulait exploratoire; en bout de ligne, il nous fournit plusieurs éléments de réponses. Les résultats obtenus pourront servir de base à la génération d'hypothèses et, espérons-le, stimuler les chercheurs à poursuivre l'étude de ce phénomène intrigant.

## RÉFÉRENCES

- Bracy, O. (1987). Visual Reaction Multiple Stimuli. Psychological Software Services.
- Brown, S.J. Fann, J. et Grant, I. (1996) Postconcussional disorder: Time to acknowledge a common source of neurobehavioral morbidity. *Journal Of Neuropsychiatry And Neurosciences*. 6, 15-22.
- Becker, E. et Bar-or O. (1978) Pulmonary functions and responses to exercise of patient following cranio cerebral injury. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 10, 47-50.
- Dault, M. (1998) Rééducation motrice chez des sujets ayant un traumatisme cranio-cérébral. *Mémoire de Maîtrise en sciences de l'activité physique*, UQTR.
- Dault, M et Dugas, C. (1997) Évaluation de l'équilibre de personnes ayant subi un traumatisme crânio-cérébral. *Conférence présentée dans le cadre du stage au Baccalauréat en Sciences Activité Physique*. Mai 1997. UQTR.
- Dawis, R. (1987) Minnesota Spatial Relations Test. American Guidance Service. *Publishers building, Circle Pines Minnesota*. Department of Psychology, University of Minnesota.
- Desoille, H., Scherrer, J., Truhaut, R. (1987) *Précis de Médecine du Travail*. Paris, Masson.
- Di Stefano, G., Radanov B., (1995) Course of attention and memory after common whiplash: a two-years prospective study with age, education and gender pair-matched patients. *Acta Neurologica Scandinavica*, 91, 346-352.
- Granjean, E. et Wotzka, G. (1987) Correlations between subjective and physiological criteria of fatigue. *Précis de Médecine du Travail*. Paris, Masson .
- Golden, C.J. (1978) *Diagnosis and Rehabilitation in Clinical Neuropsychology*. Springfield (Illinois): Charles C. Thomas.
- Gronwall, D.M., et Sampson, H. (1974) *The Psychological Effects of Concussion*. Auckland, N.Z.: Auckland University Press.

- Hunter, M., Tomberlin, J., Kirkikis C. (1990) Progressive exercise testing in closed head injured subjects: Comparison of exercise apparatus in assessment of physical conditioning program. *Physical Therapy*, 70, 363-371
- Jankowski, L.W. et Sullivan, J. (1990) Aerobic and neuromuscular training: effect on the capacity, efficiency, and fatigability of patient with traumatic brain injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 71, 500-504.
- Kohen, R., Himmelfarb, M., Tzur, S. (1996) An initial evaluation of work fatigue and circadian changes as assessed by multiplate posturography. *Perceptual and Motor Skills*, 82, 547-557.
- Krupp, L.B., Larocca, NG., Muir-Nash J., Steinberg, AD. (1989) The fatigue severity scale: Applications to patients with multiple sclerosis and lupus erythematosus. *Archives of Neurology*. 46, 1121-1123.
- Létourneau, P.Y. (1989). *Le traumatisme crânio-cérébral (Collection pour mieux comprendre et aider)*. Ministère de la santé et des services sociaux. Bibliothèque nationale du Québec.
- Mittenberg, W. et Tremont, G. (1996) Cognitive-Behavioral Prevention of Postconcussion Syndrome. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 11, 139-145.
- Monark, J.B. (1989) Reaction time after head injury: fatigue, divided and focused attention, and consistency of performance. *Journal of Neurology and Psychiatry*, 52, 742-8.
- Noël, M., Côté, G., Nobecourt, P. (1989) *Portrait de 60 personnes ayant subi un traumatisme crânien*. Bibliothèque nationale du Québec.
- Oddy, M. et Humphrey, M. (1978) Subjective impairment and social recovery after closed head injury. *Journal of Neurology and Psychiatry*, 41, 611-616.
- Olver, J.H., Ponsford, J.L., Curran, CA. (1996) Outcome following traumatic brain injury: A comparison between 2 and 5 years after injury. *Brain Injury*, 10, 841-848.
- Parker, R.S. (1990) *Traumatic Brain Injury and Neuropsychological Impairment*. New-York, NY: Springer-Verlag.

- Richerson, R.L., Richerson, E.E. (1981) Energy expenditure in simulated tasks: Comparison between subjects with brain injury and able-bodied persons. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 62, 212-215.
- Stroop, J.R. (1935) Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18.
- VALPAR INTERNATIONAL CORPORATION. (1993) *Work Capacities Evaluation*. Manuel d'utilisation, VALPAR 8 et 9.
- Wayne, M.A. et Austin, R.T. (1986) Understanding posttraumatic Symptoms after minor head injury. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 1, 1-12.
- Walker, G.C., Cardenas, D.D., Gurthrie, MR. (1991). Fatigue and depression in brain-injured patient correlated with quadriceps strength and endurance. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 72, 469-472.



ANNEXE A

TABLEAUX DES MOYENNES ET ÉCARTS-TYPES  
POUR LES MESURES OBJECTIVES ET SUBJECTIVES

Tableau 11  
Moyennes de l'indice Trajet (T) d'un protocole à l'autre  
pour chaque groupe et chaque condition Romberg

(CRx : condition Romberg x)

Groupes	Conditions	Reposé	Post Travail
TCC	CR1	3,459	3,585
	CR5	4,667	4,630
	CR6	4,590	4,492
SAIN	CR1	3,420	3,355
	CR5	4,575	4,297
	CR6	4,313	4,281

Tableau 12  
Moyennes de l'indice Amplitude Frontale (AF) d'un protocole à l'autre  
pour chaque groupe et chaque condition Romberg

(CRx : condition Romberg x)

Groupes	Conditions	Reposé	Post Travail
TCC	CR1	3,745	3,964
	CR5	5,034	5,054
	CR6	4,981	5,029
SAIN	CR1	3,913	3,622
	CR5	4,944	4,596
	CR6	4,789	4,709

Tableau 13  
Moyennes de l'indice Variation Frontale (VF) d'un protocole à l'autre  
pour chaque groupe et chaque condition Romberg

(CRx : condition Romberg x)

Groupes	Conditions	Reposé	Post Travail
TCC	CR1	2,084	2,361
	CR5	3,608	3,438
	CR6	3,451	3,410
SAIN	CR1	2,364	2,017
	CR5	3,346	2,953
	CR6	3,275	3,085

Tableau 14  
Moyennes de l'indice Amplitude Latérale (AL) d'un protocole à l'autre  
pour chaque groupe et chaque condition Romberg

(CRx : condition Romberg x)

Groupes	Conditions	Reposé	Post Travail
TCC	CR1	3,570	3,824
	CR5	4,640	4,650
	CR6	4,615	4,610
SAIN	CR1	3,201	3,214
	CR5	4,482	4,332
	CR6	4,391	4,298

Tableau 15  
Moyennes de l'indice Variation Latérale (VL) d'un protocole à l'autre  
pour chaque groupe et chaque condition Romberg

(CRx : condition Romberg x)

Groupes	Conditions	Reposé	Post Travail
TCC	CR1	1,783	1,972
	CR5	3,062	3,071
	CR6	3,062	3,071
SAIN	CR1	3,082	3,037
	CR5	2,854	2,706
	CR6	2,825	2,751

Tableau 16  
Moyennes de l'indice Visites (V) d'un protocole à l'autre  
pour chaque groupe et chaque condition Romberg

(CRx : condition Romberg x)

Groupes	Conditions	Reposé	Post Travail
TCC	CR1	6,387	6,743
	CR5	9,019	9,059
	CR6	9,002	8,979
SAIN	CR1	6,195	5,925
	CR5	8,911	8,339
	CR6	8,554	8,403

Tableau 17  
Moyennes de l'indice Ellipse (E) d'un protocole à l'autre  
pour chaque groupe et chaque condition Romberg

(CRx : condition Romberg x)

Groupes	Conditions	Reposé	Post Travail
TCC	CR1	24,900	45,766
	CR5	282,982	256,328
	CR6	297,836	303,269
SAIN	CR1	25,849	13,390
	CR5	207,455	130,088
	CR6	168,659	135,914

Tableau 18  
Moyennes de l'indice Stries verticales (SV) d'un protocole à l'autre  
pour chaque groupe et chaque condition Romberg

(CRx : condition Romberg x)

Groupes	Conditions	Reposé	Post Travail
TCC	CR1	5,659	6,151
	CR5	7,234	7,175
	CR6	7,257	7,151
SAIN	CR1	5,292	5,294
	CR5	7,056	6,909
	CR6	6,971	6,865

Tableau 19  
Moyennes et écarts-types de la FIM

Groupes	n	Reposé	Post Travail
TCC	9	253,77±55,20	236,33±67,40
Sain	10	279,80±38,12	277,10±34,63

Tableau 20  
Moyennes et écarts-types de la FICMAX

Groupes	n	Reposé	Post Travail
TCC	9	168,11±31,05	165,00±30,99
Sain	10	192,50±18,57	198,30±27,42

Tableau 21  
Moyennes et écarts-types de la FICMOY

Groupes	n	Reposé	Post Travail
TCC	9	155,11±31,07	162,11±34,67
Sain	10	175,30±16,56	179,10±22,35

Tableau 22  
Moyennes et écarts-types de la FISOM

Groupes	n	Reposé	Post Travail
TCC	9	1224,67±185,15	1210,78±224,10
Sain	10	1409,7±139,06	1435,70±175,10

Tableau 23  
Moyennes et écarts-types de la DÉR

Groupes	n	Reposé	Post Travail
TCC	8	0,35±0,06	0,33±0,08
Sain	6	0,35±0,05	0,33±0,05

Tableau 24  
Moyennes et écarts-types de la DÉ

Groupes	n	Reposé	Post Travail
TCC	8	1,34±0,37	1,51±0,35
Sain	6	1,65±0,33	1,54±0,2

Tableau 25  
Moyennes et écarts-types du TR

Groupes	n	Reposé	Post Travail
TCC	9	0,53±0,12	0,63±0,23
Sain	10	0,50±0,07	0,56 ±0,13

Tableau 26  
Moyennes et écarts-types de la SC

Groupes	n	Reposé	Post Travail
TCC	9	65,78±11,86	69,00±15,11
Sain	10	71,40±15,36	65,80±7,98

Tableau 27  
Moyennes et écarts-types de la SL

Groupes	n	Reposé	Post Travail
TCC	9	50,89±5,60	49,55±8,79
Sain	10	52,67±7,70	48,70±6,83

Tableau 28  
Moyennes et écarts-types de la SI

Groupes	n	Reposé	Post Travail
TCC	9	125,55±43,73	119,11±38,97
Sain	10	104,40±21,17	94,70±17,40

Tableau 29  
Moyennes et écarts-types de la SF

Groupes	n	Reposé	Post Travail
TCC	9	148,44±44,16	154,67±50,49
Sain	10	130,10±24,87	115,40±21,77

Tableau 30  
Moyennes et écarts-types de PAS2,4

Groupes	n	Reposé	Post Travail
TCC	9	41,62±12,39	41,00±12,92
Sain	10	32,60±9,55	42,60±8,99



Tableau 31  
Moyennes et écarts-types de PAS2

Groupes	n	Reposé	Post Travail
TCC	9	34,75±14,40	37,88±13,82
Sain	10	30,90±7,43	38,50±7,81

Tableau 32  
Moyennes et écarts-types de PAS1,6

Groupes	n	Reposé	Post Travail
TCC	9	33,70±12,27	34,05±14,88
Sain	10	24,90±6,64	34,80±8,57

Tableau 33  
Moyennes et écarts-types de PÉÉ

Groupes	n	Reposé	Post Travail
TCC	9	2,03±1,37	4,95±2,16
Sain	10	1,22±0,98	1,81±1,07

Tableau 34  
Moyennes et écarts-types de FR

Groupes	n	Reposé	Post Travail
TCC	9	2,06±1,62	4,90±2,25
Sain	10	1,13±1,18	1,8±1,04

ANNEXE B

TABLEAUX DES CORRÉLATIONS ENTRE LES VARIABLES  
DES MESURES OBJECTIVES ET LES VARIABLES  
DES MESURES SUBJECTIVES

Tableau 35  
Corrélations entre les indices du test d'équilibre  
et les variables des tests de perception de fatigue

(CR = Condition Romberg)

Indices	PÉE	RF	FSS3	FSS7	T-FSS
T-CR1	0,34	0,31	0,31	0,28	0,42
T-CR5	0,48	0,20	0,30	0,20	0,48
T-CR6	-0,02	0,06	0,28	0,34	0,25
AF-CR1	0,33	0,40	0,45	0,60	0,67
AF-CR5	0,31	0,31	0,50	0,29	0,46
AF-CR6	0,3	0,16	0,33	0,26	0,28
VF CR1	0,35	0,44	0,57	0,67	0,72
VF-CR5	0,10	0,12	0,12	0,08	0,52
VF-CR6	-0,08	0,01	0,08	0,09	0,1
AL CR1	0,20	0,32	0,28	0,25	0,38
AL-CR5	0,66	0,55	0,30	-0,02	0,24
AL-CR6	0,06	-0,03	-0,09	-0,02	0,02
VL CR1	0,14	0,28	0,35	0,31	0,41
VL-CR5	0,63	0,52	0,20	0,02	0,30
VL-CR6	-0,47	-0,62	-0,32	0,01	-0,09
V CR1	0,24	0,34	0,34	0,28	0,44
V-CR5	0,27	0,38	0,37	0,23	0,55
V-CR6	0,07	0,09	-0,01	-0,01	-0,05
E CR1	0,25	0,33	0,37	0,33	0,45
E-CR5	0,22	0,24	0,32	0,24	0,57

Tableau 35 (suite)

Indices	PÉE	RF	FSS3	FSS7	T-FSS
E-CR6	0,12	0,18	0,12	0,09	0,09
SV-CR1	-0,01	0,15	0,25	0,36	0,51
SV-CR5	0,50	0,43	0,20	-0,07	0,08
SV-CR6	-0,32	-0,42	-0,47	-0,14	-0,14

Tableau 36  
Corrélations entre les variables de perception de fatigue  
et les variables du test de force musculaire

Variabes	PÉE	RF	FSS3	FSS7	FSS $\Sigma$
FIM	0,16	0,18	0,3	0,24	0,3
FICMAX	0,09	0,08	0,35	0,26	0,39
FICMOY	-0,27	-0,3	-0,22	-0,04	-0,04
FICSOM	0,16	0,24	0,23	0,3	0,27

Tableau 37  
Corrélations entre les variables de perception de fatigue  
et des variables de la dépense énergétique

Variabes	PÉE	RF	FSS3	FSS7	FSS $\Sigma$
DÉR	0,26	0,36	0,03	0,14	-0,06
DÉE	-0,27	-0,34	-0,3	-0,13	-0,13

Tableau 38  
Corrélations entre les variable de perception de fatigue  
et la variable du test de temps de réaction

Variable	PÉEÉ	RF	FSS3	FSS7	FSSΣ
TR	-0,01	0,18	0,20	0,03	0,20

Tableau 39  
Corrélations entre les variables de perception de fatigue  
et les variables du test Stroop

Variabes	PÉEÉ	RF	FSS3	FSS7	FSSΣ
SL	-0,06	0,1	0,15	-0,03	0,20
SC	0,39	0,38	0,52	0,53	0,51
SI	0,59	0,49	0,24	0,17	0,39
SF	0,57	0,68	0,44	0,44	0,37
SF-I	0,09	0,28	0,24	0,30	0,07

Tableau 40  
Corrélations entre les variables de perception de fatigue  
et les variables du PASAT

Variabes	PÉEÉ	RF	FSS3	FSS7	FSSΣ
PAS2,4	0,59	0,65	0,56	0,63	0,53
PAS2	0,68	0,69	0,43	0,31	0,61
PAS1,6	0,56	0,43	0,33	0,29	0,25

ANNEXE C

QUESTIONNAIRES DE PERCEPTION DE LA FATIGUE

Placez un "X" dans une des 7 cases disponibles selon votre accord ou désaccord avec chaque énoncé. 1 indique que vous êtes fortement en désaccord et 7 indique que vous êtes fortement en accord.

1. Ma motivation est plus basse lorsque je suis fatigué

Fortement en désaccord | | | | | | | Fortement en accord

2. L'exercice me cause de la fatigue

Fortement en désaccord | | | | | | | Fortement en accord

3. Je suis facilement fatigué

Fortement en désaccord | | | | | | | Fortement en accord

4. La fatigue a une influence sur mon fonctionnement physique

Fortement en désaccord | | | | | | | Fortement en accord

5. La fatigue me cause fréquemment des problèmes

Fortement en désaccord | | | | | | | Fortement en accord

6. Ma fatigue m'empêche de fonctionner de façon soutenue

Fortement en désaccord | | | | | | | Fortement en accord

7. La fatigue influence ma capacité d'exécuter certaines tâches et responsabilités

Fortement en désaccord | | | | | | | Fortement en accord

8. La fatigue a une influence sur mon travail, ma vie familiale ou sociale

Fortement en désaccord | | | | | | | Fortement en accord

Placez un "X" sur chacune des lignes dans l'état auquel vous êtes.

Épuisé \_\_\_\_\_ Plein d'énergie

Fatigué \_\_\_\_\_ Reposé