
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
MYLÈNE DAULT

RÉÉDUCATION MOTRICE CHEZ DES SUJETS AYANT UN
TRAUMATISME CRÂNIO-CÉRÉBRAL

JUILLET 1998

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

Les personnes ayant un traumatisme crânio-cérébral (TCC) sévère présentent, dans 33 % des cas, des troubles d'équilibre et de coordination (Wober, Oder, Kolleger, Prayer, Baumgartner, Wober-Bingöl, Wimberger, Binder et Deecke, 1993). Ces déficits affectent considérablement la majorité des activités de la vie quotidienne. Suite à l'événement traumatique, les personnes sont fréquemment référées à un centre de réadaptation. Le principal objectif de la réadaptation est de permettre à la personne de retrouver le plus tôt possible un niveau d'autonomie sociale, scolaire ou professionnelle comparable à celui avant l'accident.

Plusieurs études démontrent que la plupart des gens ayant un TCC demeurent avec des séquelles au niveau du contrôle moteur, même après avoir suivi un programme de réadaptation (Noël, Côté, Nobecourt, 1989). Cela suggère que le type de programme d'entraînement prescrit n'était pas aussi efficace qu'on le voulait. De plus, les résultats d'une étude de cas (Berrol, 1990) avec un sujet ayant un TCC démontrent que l'entraînement avec des exercices de danse et de rythmique favorise la rééducation motrice. Donc, nous croyons que l'intégration d'un entraînement de danse aérobique au programme de réadaptation déjà prescrit pourrait avoir plusieurs effets positifs au niveau du contrôle moteur. Spécifiquement, l'objectif de ce projet de recherche était d'évaluer l'efficacité d'un entraînement en danse aérobique, au niveau de la coordination et de l'équilibre, chez des sujets ayant un TCC.

Les sujets du groupe expérimental ont participé, à raison de deux fois par semaine, à un cours de danse aérobique adaptée à leurs besoins. Ce cours visait à développer

principalement la coordination et l'équilibre. Un groupe contrôle TCC participait uniquement au programme prescrit par les éducateurs physiques du centre, qui était axé sur un entraînement musculaire. Un troisième groupe de sujets contrôles sains participait uniquement à la préévaluation et à la postévaluation concernant l'équilibre.

L'évaluation de l'équilibre et de la coordination avait lieu au début et à la fin de l'expérimentation. Nous avons mesuré les déplacements du centre de pression avec une plate-forme de force lors de six conditions expérimentales du *Clinical Test for Sensory Interaction in Balance* (Shumway-Cook et Horak, 1986). Le test de coordination consistait à exécuter un mouvement rythmique nécessitant de la coordination multi-membres (*Jumping Jack*). Les déplacements des membres étaient enregistrés avec un système vidéo à haute vitesse pour faire une analyse cinématique des membres supérieurs et inférieurs simultanément.

Les résultats laissent voir une amélioration plus importante de l'équilibre des sujets du groupe expérimental par rapport au groupe contrôle TCC. Le même phénomène se produit lorsqu'on examine l'analyse cinématique du mouvement de *Jumping Jack*; le groupe expérimental s'améliore, tandis que le groupe contrôle TCC demeure stable. Cela signifie que les exercices rythmiques prescrits permettent une plus grande amélioration au niveau de l'équilibre et de la coordination que les exercices musculaires habituellement utilisés dans la réadaptation.

REMERCIEMENTS

J'aimerais remercier le professeur Claude Dugas pour son aide soutenue, sa patience, sa compréhension et, surtout, ses encouragements. C'est un peu grâce à sa confiance en moi que je poursuivrai mes études doctorales. Je voudrais remercier également MM. Louis Laurencelle, Claude Brouillette et Pierre Black pour leur soutien tout au long de l'étude.

Mes remerciements s'adressent aussi à l'Association des traumatisés crâniocérébraux de la Mauricie, ainsi qu'au personnel du Pavillon Marc-Quessy du Centre de réadaptation l'InterVal et, bien sûr, à toutes les personnes qui ont participé à l'étude.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
RÉSUMÉ	ii
REMERCIEMENTS	iv
LISTE DES TABLEAUX	vii
LISTE DES FIGURES	viii
CHAPITRE	
I. INTRODUCTION ET PROBLÉMATIQUE	1
Description d'un traumatisme crânio-cérébral	1
Contrôle postural	2
Coordination motrice	5
Réadaptation post-traumatique	7
Problématique	10
Hypothèse	13
II. MÉTHODE	14
Sélection des sujets	14
Entraînement spécifique	18
Évaluation des fonctions motrices	19
III. RÉSULTATS	26
Participation et évolution des séances d'entraînement	26
Analyse cinématique du mouvement de coordination	30

	Page
Analyse de l'équilibre	43
IV. DISCUSSION	58
Analyse cinématique du mouvement de coordination	61
Analyse de l'équilibre	62
Forces et faiblesses de l'étude	63
V. CONCLUSION	64
RÉFÉRENCES	66
ANNEXE	70

LISTE DES TABLEAUX

Tableaux	Page
1. Données médicales de chacun des sujets	16
2. Assiduité des sujets du groupe expérimental	26
3. Progression de l'entraînement dans le groupe expérimental	29
4. Décalage des vitesses maximales en m/s du poignet droit par rapport au au poignet gauche	30
5. Décalage temporel dans l'atteinte des vitesses maximales en millisecondes (ms) du poignet droit par rapport au poignet gauche	33

LISTE DES FIGURES

Figures	Page
1. Illustration de la condition 1 et 6 du CTSIB	22
2. Représentation graphique de la surface du déplacement du centre de pression lors d'un essai de 20 secondes chez un sujet sain	23
3. Schéma du mouvement de <i>Jumping Jack</i> et de la position de la caméra vidéo	25
4. Représentation graphique des moyennes des décalages temporels dans l'atteinte des vitesses maximales en ms du poignet droit par rapport au poignet gauche pour les deux groupes TCC	34
5. Patron de mouvement du sujet 9 en préentraînement	37
6. Patron de mouvement du sujet 9 en postentraînement	38
7. Patron de mouvement d'un sujet sain	39
8. Patron de mouvement du sujet 1 en préentraînement	41
9. Patron de mouvement du sujet 1 en postentraînement	42
10. Représentation graphique de l'interaction groupe par condition pour la variable aire	44
11. Représentation graphique des moyennes des aires des oscillations posturales pour chacun des groupes	46
12. Représentation graphique de l'interaction groupe par condition pour la variable amplitude antéro-postérieure maximale	48

Figures	Page
13. Représentation graphique des moyennes des amplitudes antéro-postérieures des oscillations posturales pour chacun des groupes	49
14. Représentation graphique de la surface de déplacement du centre de pression du sujet 9 lors de la condition 1, essai 1 en préentraînement (a) et en postentraînement (b)	51
15. Représentation graphique de la surface de déplacement du centre de pression du sujet 9 lors de la condition 6, essai 1 en préentraînement (a) et en postentraînement (b)	52
16. Représentation graphique de la surface de déplacement du centre de pression du sujet 2 lors de la condition 1, essai 1 en préentraînement (a) et en postentraînement (b)	54
17. Représentation graphique de la surface de déplacement du centre de pression du sujet 2 lors de la condition 6, essai 1 en préentraînement (a) et en postentraînement (b)	55
18. Représentation graphique de la surface de déplacement du centre de pression du sujet 4 lors de la condition 1, essai 1 en préentraînement (a) et en postentraînement (b)	56
19. Représentation graphique de la surface de déplacement du centre de pression du sujet 4 lors de la condition 6, essai 1 en préentraînement (a) et en postentraînement (b)	57

CHAPITRE I

Introduction et problématique

Description d'un traumatisme crânio-cérébral

Le cerveau est l'organe le plus complexe et le plus important du corps humain. C'est grâce à son bon fonctionnement que l'être humain réagit aux nombreux changements qui surviennent dans l'environnement. Le cerveau apparaît bien protégé par la structure osseuse qui l'entoure, les méninges et le liquide céphalo-rachidien. Toutefois, suite à un traumatisme, on constate la grande vulnérabilité de cet organe. La moindre perturbation de son équilibre physiologique amène des conséquences évidentes dans la vie de tous les jours. Un traumatisme crânien peut être défini comme une rupture de l'équilibre psychosomatique d'une personne (Arné, dans Barat et Mazaux, 1986).

Un traumatisme crânien survient suite à un contact brusque entre le tissu cérébral et la boîte crânienne ou suite à une fracture ouverte (Leahy, 1994). Ce traumatisme peut être classifié comme étant léger, modéré ou sévère. Il se produit par l'entremise de différents mécanismes, soit par impact direct de la tête ou soit par une accélération/décélération linéaire ou rotatoire.

Les accidents de la circulation routière représentent la cause principale des traumatismes crânio-cérébraux (60-70 % des cas) et sont souvent liés à un abus d'alcool et au non-respect des règles de sécurité routière (Sichez et Taillot, dans Bergego et

Azouri, 1995). Les traumatismes crânio-cérébraux (TCC) surviennent plus fréquemment chez les hommes et touchent particulièrement ceux âgés entre 15 et 24 ans (Leahy, 1994).

Le traumatisme peut modifier les fonctions nerveuses supérieures de façon plus ou moins sévère. Les séquelles causées par le TCC affectent plusieurs dimensions de l'être humain. La personne se sent incomprise par sa famille, son employeur et son entourage. Elle se questionne constamment à savoir si elle est la seule dans cette situation. Plusieurs sentiments d'impuissance en découlent : perte du goût de vivre, difficulté à se concentrer pour une longue période et tendance à l'isolement. La personne ayant un TCC peut aussi avoir de la difficulté à coordonner ses mouvements volontaires. De plus, la présence de patrons de mouvements involontaires, une anomalie du tonus et des difficultés dans certaines activités motrices, comme la locomotion, sont aussi remarquées. Chez la majorité des personnes ayant subi un TCC, la capacité physique de travail est diminuée, c'est-à-dire que la personne se fatigue beaucoup plus rapidement qu'avant son accident (Létourneau, 1995).

Contrôle postural

Le contrôle de l'équilibre statique et dynamique représente une capacité neuro-motrice très importante et joue un rôle fondamental dans la majorité de nos gestes quotidiens. Le maintien de l'équilibre est possible grâce à l'interaction de trois systèmes, soit le système vestibulaire, localisé dans l'oreille interne, la proprioception et la vision. Perrin et Lestienne (1994) définissent l'équilibre comme étant « une fonction sensori-motrice qui assure en permanence la stabilité dynamique de la posture ».

Le maintien de la posture constitue une activité fondamentale nécessaire à l'exécution de tout mouvement. L'humain peut se maintenir en position érigée et se mouvoir grâce à la bonne gestion de l'information provenant du milieu environnant par les systèmes impliqués dans l'équilibre. Après avoir subi un traumatisme crânio-cérébral, l'harmonie entre les systèmes est altérée. Dorénavant, la personne se retrouve fréquemment en situation de déséquilibre (Perrin et Lestienne, 1994). Ainsi, il semble plus évident que même les traumatismes légers amènent des déficits cognitif, affectif et sensori-moteur et ce, même plusieurs années après l'accident (Geurts, Ribbers, Knoop et Limbeek, 1996).

Suite à un traumatisme crânio-cérébral sévère, les personnes démontrent, dans 33 % des cas, des troubles reliés à l'équilibre, à la coordination et au contrôle postural (Wober, Oder, Kollegger, Prayer, Baumgartner, Wober-Bingöl, Wimberger, Binder et Deecke, 1993). Dans l'étude de Wober et al. (1993) ainsi que dans celle de Ingersoll et Armstrong (1992), les auteurs évaluaient l'amplitude des oscillations posturales suite à un TCC plus ou moins sévère. Les sujets devaient se tenir debout sur une plate-forme de force durant une période variant entre 20 et 30 secondes. Les déplacements du centre de pression, sous les pieds des sujets, permettent de déterminer l'amplitude et la fréquence des oscillations. Ces études démontrent que l'amplitude des oscillations antéro-postérieures augmente avec la sévérité du TCC, sans changement significatif dans le nombre d'oscillations.

Shumway-Cook et Olmscheid (1990) notent qu'il existe deux modèles dans la littérature scientifique en réadaptation pour expliquer les problèmes d'équilibre et de posture. Un modèle basé sur l'organisation hiérarchique des réflexes et un modèle des

systèmes. Ce dernier est utilisé comme cadre conceptuel par Shumway-Cook et Olmscheid (1990) et sera également considéré comme base théorique dans la présente étude.

Selon le modèle des systèmes, les difficultés posturales proviendraient d'un déficit dans l'une des composantes du système postural. Ce modèle présente le contrôle postural comme le résultat d'une interaction entre plusieurs systèmes (comme l'interaction entre le système musculosquelettique et les sens). Les conséquences d'une lésion dans l'une des composantes engendreraient des troubles d'équilibre connus chez les personnes ayant un TCC. En fonction de la sévérité de la lésion et du niveau de stimulation post-traumatique, les troubles d'équilibre seraient plus ou moins apparents.

La personne ayant subi un TCC a de la difficulté à sélectionner l'information la plus pertinente et à inhiber celle qui est contradictoire. Par exemple, si vous êtes debout dans un train et que le train à côté de vous avance, l'information visuelle produit une illusion de mouvement de votre train par rapport à l'autre. Toutefois, l'information vestibulaire et somatosensorielle confirme que vous ne bougez pas. Donc, pour résoudre ce conflit intersensoriel, le système nerveux central (SNC) inhibe l'information visuelle pour minimiser le déséquilibre généré par celle-ci. Cependant, chez un sujet TCC qui dépend de la vision pour compenser les lésions cérébrales survenues suite à un accident, une réponse inappropriée de déséquilibre est engendrée (Shumway-Cook et Horak, 1986; Wober et al., 1993; Ingersoll et Armstrong, 1992).

Les études démontrent aussi que les personnes ayant un TCC présentent des troubles dans l'organisation spatio-temporelle des réponses musculaires suite à une

perturbation. Les muscles posturaux ne sont pas activés au bon moment et les latences d'activation sont beaucoup plus longues (Shumway-Cook et Olmscheid, 1990).

Globalement, les troubles d'équilibre sont dus à plusieurs facteurs. Toutefois, Wober et al. (1993) soutiennent que les déficits remarqués concernant le contrôle postural proviennent majoritairement des altérations du fonctionnement des voies neuronales de la vision, du système vestibulaire et de la proprioception.

Coordination motrice

La coordination motrice se définit comme étant la capacité d'exécuter un mouvement de façon fluide et contrôlée. Les mouvements coordonnés sont caractérisés par une vitesse, une amplitude et une direction prédéterminées (Schmitz, 1994).

Swinnen, Downskia, Verchueren, Serrien et Daelman (1995) précisent que la coordination peut être considérée comme une synchronisation entre les membres selon un cycle défini. C'est-à-dire que la contraction musculaire doit être produite selon un ordre et un rythme déterminés. La coordination survient lorsque deux ou plusieurs des paramètres cinématiques se produisent ensemble, de façon simultanée ou successive, afin d'accomplir une même action ou de servir un même but (Kelso, 1995; Athènes et Wing, 1989).

La coordination motrice est gérée par plusieurs structures du système nerveux central. Le cervelet, les noyaux gris centraux (NGC) et le cortex prémoteur ne sont que quelques structures impliquées dans sa gestion. La personne ayant un TCC peut présenter des lésions à une ou plusieurs de ces structures et démontrer des troubles de la coordination (Leahy, 1994).

Les mouvements incoordonnés causés par un TCC perturbent la motricité. Les problèmes se situent principalement au niveau du rythme et de la coordination naturelle des actions (Ashley et Krych, 1995). Cela occasionne de grandes difficultés dans l'accomplissement des activités quotidiennes. Les personnes ayant subi un TCC éprouvent alors des problèmes à boutonner leurs vêtements, s'habiller, lacer leurs souliers, marcher, etc. Il devient nécessaire de réduire la sévérité de ces troubles moteurs pour permettre à la personne de vaquer à ses occupations quotidiennes de manière indépendante. Vanier (1993) soutient que « seulement 35 % des personnes ayant un TCC grave reprennent le travail au cours des deux premières années suivant l'accident et plusieurs subissent un déclassement professionnel ». Cette difficulté de réintégration professionnelle est directement liée aux déficits mentionnés préalablement. Il devient alors important d'offrir des programmes de réadaptation spécifiques aux troubles moteurs rencontrés suite à un TCC. Noël, Côté et Nobecourt (1989), dans une étude conduite au Centre François-Charron, ont démontré que des symptômes cérébelleux plus ou moins graves demeurent chez 14 personnes sur 60. Ces symptômes se manifestent par de la dysmétrie, des tremblements ou des problèmes d'équilibre et ce, même 4 à 6 ans après leur traumatisme. De plus, tous les sujets, sauf 5, soutiennent avoir des déficits neuromoteurs plus ou moins marqués les empêchant de fonctionner aussi efficacement qu'avant leur accident. Les déficits les plus fréquemment mentionnés sont des parésies ou hémiplésies aux membres, des pertes d'équilibre, des troubles de la vision, une force musculaire diminuée et une plus grande fatigabilité.

Dans le même ordre d'idées, une étude menée par Geurts et al. (1996) a démontré qu'il y a présence de troubles de coordination et d'équilibre même si la personne diagnostiquée avec un TCC léger ne présentait aucune atteinte neurologique. De plus, ces troubles persistent aussi longtemps que 6 mois suivant le traumatisme.

Réadaptation post-traumatique

Très peu de recherches ont porté sur la réadaptation des troubles d'équilibre et de coordination chez les personnes ayant un TCC. Horak, Henry et Shumway-Cook (1997) suggèrent certaines approches thérapeutiques visant à améliorer les réponses posturales. Le type de thérapie employé dépend beaucoup de l'origine du trouble d'équilibre. Ils proposent, par exemple, une thérapie par stimulation sensorielle des muscles posturaux avec des vibrations et des étirements. Cette approche permettrait d'augmenter l'excitabilité des motoneurones et ainsi réduire la latence dans l'activation des muscles appropriés suite à une perturbation. L'électrostimulation et le biofeedback sont également utilisés comme approche thérapeutique pour améliorer le recrutement et l'activation des muscles posturaux. Si les troubles d'équilibre résultent d'un trouble sensoriel, il devient important de proposer des stratégies pour stimuler des mécanismes de compensation. Par exemple, si l'individu a une lésion à l'appareil vestibulaire, les auteurs suggèrent de réduire l'information proprioceptive en le plaçant pieds nus sur différentes surfaces de support ou sur différents plans inclinés, afin de stimuler plus particulièrement l'information vestibulaire.

Certains auteurs ont également examiné les différents types d'entraînements visant à réduire les troubles d'équilibre chez les personnes âgées, afin de diminuer la

prévalence des chutes. Dans l'étude de Hu et Woollacott (1994), l'entraînement consistait à altérer l'information sensorielle impliquée dans le maintien de l'équilibre. Les sujets devaient maintenir une position debout sur une plate-forme pendant que les informations sensorielles (visuelles, proprioceptives ou vestibulaires) étaient systématiquement manipulées afin de stimuler les réponses posturales. À la fin de cette étude, les sujets avaient amélioré considérablement leur habileté à se maintenir debout sur différentes surfaces et leur temps de réaction suite à une perturbation était réduit.

Fiatarone et Evans (1993) indiquent que les problèmes d'équilibre présents chez les personnes âgées sont principalement dus à une faiblesse musculaire. On suggère alors des exercices de renforcement musculaire afin de pallier ce problème. Une étude menée par Buchner, Cress, de Lateur, Esselman, Margherita, Price et Wagner (1997) a comparé l'effet de trois types d'entraînement en endurance sur l'équilibre et le risque de chute chez les personnes âgées. Les entraînements comparés étaient la bicyclette stationnaire, la marche et des mouvements d'aérobique (similaire à un cours de danse aérobique). Les sujets participaient à un entraînement à raison d'une heure, trois fois par semaine. Les résultats démontrent que la marche amène la plus grande amélioration dans les paramètres suivants : capacité cardio-vasculaire (VO₂ max), force des jambes et vitesse de marche. Toutefois, les mouvements d'aérobique présentent la plus grande amélioration au niveau de l'équilibre, soit 18 % comparativement à 7 % et 3 % pour la marche et la bicyclette respectivement. Cependant, il est important de noter que seulement 1 des 5 tests d'équilibre utilisés présente des améliorations significatives. Le test qui démontrait les résultats significatifs consistait en la mesure de la distance

marchée sur une poutre étroite de 6 mètres. Les tests utilisés n'étaient peut-être pas assez sensibles et, de plus, les sujets de cette étude présentaient des troubles d'équilibre léger au début de l'entraînement.

Gill-Body, Popat, Parker et Krebs (1997) ont utilisé un programme de réadaptation individualisé étalé sur une période de 6 mois, visant la stimulation des systèmes sensoriels impliqués dans le contrôle postural pour deux personnes ayant des troubles cérébelleux. Suite à cet entraînement, l'amplitude des oscillations antéro-postérieures des patientes, mesurée sur plate-forme de force, avait diminué de 70 % en situation de semi-tandem (i.e. position talon-orteil) /yeux ouverts.

Dans le cas des traumatismes crâniens, Berrol et Katz (1985) proposent une thérapie par la danse afin d'aider ces personnes à reprendre une autonomie dans les activités quotidiennes. La danse permettrait de stimuler les composantes physiques et psychomotrices de l'individu, mais également les aspects cognitifs et émotionnels. Berrol (1990) suggère que la danse sollicite différents concepts comme le temps, l'espace, la force ainsi que la fluidité des mouvements. On soutient que le système sensoriel est très important dans la restructuration et la réorganisation du système nerveux central suite à un traumatisme. La danse permet de stimuler plusieurs récepteurs sensoriels, comme les récepteurs kinesthésique, tactile, vestibulaire, auditif et visuel, ce qui permet d'aider à la réorganisation corticale. Ce type de thérapie a été mis sur pied au *Recovery Center* de Berkeley, en Californie, en 1982. Les résidents du centre participent à la thérapie une heure par semaine. Le groupe comprend quatre à huit participants âgés entre 20 et 60 ans. Cette thérapie a pour but d'augmenter et d'améliorer

les habiletés sociales et fonctionnelles, ainsi que de maximiser l'indépendance et la qualité de vie des gens ayant subi un TCC (Berrol et Katz, 1985).

Berrol (1990) a voulu connaître, par l'entremise d'une étude de cas, l'impact de la danse comme thérapie chez une personne ayant subi un TCC. Le sujet présenté démontrait plusieurs troubles physiques importants, quatre ans après un TCC. Parmi les déficits physiques, on retrouvait de nombreux problèmes d'équilibre et de posture. De plus, le sujet avait une apraxie et était incapable de coordonner une séquence de mouvements simples. Suite à une thérapie par la danse d'une durée de 4 à 5 mois, le sujet a progressé énormément. Les résultats de cette étude de cas laissent voir des améliorations relatives à la coordination, à l'équilibre, à la proprioception et à l'amplitude de mouvements. Cela démontre donc que la danse peut avoir un impact positif à plusieurs niveaux. Deux ans après cette étude, le sujet vit de façon indépendante sans être trop incommodé par son traumatisme. La thérapie par la danse ajoute aux programmes traditionnels de réadaptation de nouvelles possibilités qui permettent d'augmenter le potentiel thérapeutique de la réadaptation. (Berrol, 1990).

Problématique

L'ensemble des résultats laisse voir la présence de troubles d'équilibre et de la coordination très apparents suite à un TCC. De plus, ces troubles semblent persister au-delà de la période de réadaptation conventionnelle. La persistance des difficultés motrices semble provenir, d'une part, des méthodes utilisées dans la réadaptation, lesquels ne sont peut-être pas aussi efficaces qu'on le voudrait et, d'autre part, du

manque d'emphasis sur des exercices mettant en jeu l'équilibre et la coordination dans le programme de réadaptation.

Le rôle de l'éducateur physique dans la réadaptation est d'évaluer les capacités physiques et les habitudes de vie reliées à la santé, et de stimuler le potentiel physique pour améliorer l'autonomie fonctionnelle et les possibilités d'une réinsertion sociale et professionnelle (Létourneau, 1995).

La seule étude répertoriée traitant spécifiquement de la réadaptation de l'équilibre chez des personnes ayant un TCC suggère la danse comme thérapie. Toutefois, cette étude présente uniquement des résultats basés sur des évaluations de nature qualitatives. D'autre part, l'ensemble des études traitant des troubles d'équilibre chez les personnes âgées suggère principalement des entraînements musculaires. Cependant, les troubles d'équilibre constatés chez des sujets TCC proviennent principalement d'un trouble d'intégration sensori-motrice (Wober et al., 1993) et non d'une atrophie musculaire telle que démontrée chez les personnes âgées.

La danse aérobique (DA) pourrait donc permettre de diminuer les difficultés motrices produites par un TCC. La DA est « une routine chorégraphique de plusieurs mouvements enchaînés avec un rythme imposé par la musique (Hopkins, Murrah, Hoeger et Rhodes, 1990).

La majorité des études démontrent que la pratique de la DA permet des augmentations du VO_2 max de 10 % à 41 % (Williford, Scharff-Olson et Blessing, 1989). Les effets d'un entraînement en DA sont comparables à un entraînement de

jogging en ce qui concerne le cardio-vasculaire et les dépenses caloriques (Williford et al., 1989).

De plus, Hopkins et al. (1990) ont démontré l'impact de la DA chez les femmes âgées. Un groupe expérimental a participé à un entraînement d'une durée de 12 semaines et un groupe contrôle a uniquement participé au pré et post-test. On y a remarqué une amélioration de 13 % de l'endurance cardio-vasculaire, une augmentation de 19 % de la flexibilité, une amélioration de 62 % de l'endurance musculaire ainsi qu'une augmentation significative de la durée en état d'équilibre statique. Cependant, aucune amélioration n'a été démontrée relativement à la coordination. Toutefois, l'épreuve utilisée pour évaluer la coordination était spécifique à la coordination manuelle. Dans le cas de la danse aérobique, il y a principalement une sollicitation de la coordination multi-membres.

Reese et Lavery (1991) proposent qu'un entraînement sur *Slide* permettrait de développer la proprioception. Ce type d'entraînement consiste en un mouvement latéral exécuté sur une surface glissante. Au début de l'exercice les pieds sont réunis à une extrémité du *Slide*. Les genoux sont fléchis à 45°, le tronc légèrement incliné vers l'avant. Les abdominaux sont contractés et les épaules redressées (Hagan, 1992). Une force latérale est appliquée sur le butoir par le pied extérieur et le pied intérieur guide le mouvement. Trois phases distinctes caractérisent le mouvement, soit la phase de poussée, la phase de glissement et la phase d'absorption. Grâce à la surface glissante, les sujets doivent constamment prendre conscience de leur posture, car un léger déséquilibre peut engendrer une chute. Ce type d'entraînement pourrait être bénéfique

dans la réadaptation des problèmes d'équilibre, car les mécanismes impliqués dans le contrôle de l'équilibre sont continuellement stimulés.

L'entraînement sur *Step* semble aussi être une méthode d'entraînement intéressante. Les études démontrent que c'est un excellent moyen pour améliorer la condition physique (Scharff-Olson, Williford, Blessing et Greathouse, 1991; Stanforth, Stanforth et Velasquez, 1993). Ce type d'entraînement consiste à monter et descendre d'un banc en exécutant différents mouvements enchaînés en suivant la cadence d'une musique rythmée. L'intensité de l'entraînement dépend de la vitesse d'exécution des mouvements et de la hauteur du banc (Scharff-Olson et al., 1991). De plus, l'entraînement sur *Step* nécessite une bonne coordination multi-membres. Il est donc permis de prétendre que ce type d'entraînement pourrait être bénéfique chez des gens présentant des troubles de coordination.

Hypothèse

La danse semble une avenue prometteuse pour le domaine de la réadaptation physique et pourrait s'avérer un élément déterminant de la réadaptation motrice. Donc, l'hypothèse de cette étude est à l'effet qu'un entraînement conjugué de *Step*, de *Slide* et de danse aérobique adaptée à la clientèle est plus efficace qu'un entraînement strictement musculaire. Cet entraînement permettra de réduire les troubles d'équilibre et de coordination qui surviennent suite à un traumatisme crânio-cérébral, pour ainsi améliorer les possibilités motrices des sujets.

CHAPITRE II

Méthode

Sélection des sujets

Les sujets proviennent du Centre de réadaptation l'InterVal de Trois-Rivières (CRI). Les éducateurs du CRI, ainsi que le psycho-éducateur de l'Association des Traumatisés Crâniens de la Mauricie, réalisèrent la première phase de sélection des sujets. Les critères de sélection étaient les suivants : capacité à marcher sans aide orthopédique ou autre, aucun problème orthopédique pouvant être aggravé par ce type d'entraînement, disponibilité, assiduité et motivation pendant le processus de réadaptation. À la fin de la première phase de la sélection, 11 sujets ont été retenus.

Ensuite, une rencontre individuelle a permis de présenter le but de l'étude et d'expliquer en quoi consistait les séances d'entraînement. Dix sujets ont accepté de participer et ont signé un formulaire de consentement. Un sujet a abandonné suite à la préévaluation, pour des raisons personnelles, et un autre a été exclu parce qu'il a manqué 14 des 24 séances. Donc, huit sujets ont participé à l'étude sur une base volontaire.

Description des sujets. L'âge des sujets varie entre 18 et 53 ans ($\bar{X} = 29,9 \pm 11,26$). L'échantillon se compose majoritairement d'hommes (75 %), ce qui est très représentatif de la population TCC (Sichez et Taillot, dans Bergego et Azouri, 1995). Afin de mieux connaître la sévérité de leur traumatisme et pour s'assurer qu'il n'y avait aucune contre-indication face à la pratique d'activité physique, nous avons consulté le

dossier médical des sujets. Le Tableau 1 présente une synthèse des informations pertinentes du dossier médical de chaque sujet.

Les sujets TCC sont assignés au groupe expérimental ou contrôle par les éducateurs physiques du centre de réadaptation. Les sujets 3, 6, 10 forment le groupe contrôle TCC et participent au programme d'éducation physique habituellement prescrit dans leur réadaptation motrice à raison de deux fois par semaine. Les éducateurs physiques du centre de réadaptation ont rempli un cahier de bord afin de noter les entraînements des sujets du groupe contrôle TCC. Les sujets 1, 2, 4, 7, 9 forment le groupe expérimental et participent à deux séances de trente minutes de danse aérobique adaptée. Dans ce groupe expérimental, trois sujets ont terminé leur réadaptation depuis environ 7 ans et deux poursuivent leur programme de réadaptation. De plus, un groupe de 10 sujets contrôles sains participe à cette étude. Les sujets contrôles sains sont jumelés en terme d'âge et de sexe aux sujets TCC. Le groupe contrôle a participé à deux séances d'évaluation de l'équilibre et n'a suivi aucun entraînement entre les deux évaluations.

Tableau 1
Données médicales de chacun des sujets

<u>Sujets</u>	<u>Date de l'accident</u>	<u>Période Post-Traumatique</u>	<u>Synthèse du Bilan Médical</u>
TCC1 Sexe: M 35 ans	1988-10	8 ans et 8 mois	TCC sévère; microfoyers de contusion cérébrale au lobe frontal gauche; ralentissement psychomoteur; crâniotomie fronto-temporale gauche (automne 1989); lobectomie temporale gauche.
TCC2 Sexe: F 27 ans	1990-06	7 ans	TCC sévère; trachéotomie; amnésie rétrograde ~ 12 h; amnésie post-trauma 2 ½ mois.
TCC3 Sexe: M 27 ans	1996-12	7 mois	TCC léger; Glasgow 14/15; amnésie post-traumatique de moins de 24 h; fracture du crâne (frontal gauche sans enfoncement); fracture comminutive rotule gauche; fracture du calcanéum droit et métacarpien droit.
TCC4 Sexe: M 25 ans	1988-08	8 ans et 10 mois	Polytraumatisme; TCC sévère; limitation articulaire membre supérieur droit; foyer hémorragique intracérébral en frontal gauche; fracture dans les os de la voûte du crâne; diminution de l'acuité auditive droite; fracture de la clavicule droite; hémiplégie gauche.

<u>Sujets</u>	<u>Date de l'accident</u>	<u>Période Post-Traumatique</u>	<u>Synthèse du Bilan Médical</u>
TCC6 Sexe: M 20 ans	1996-05	1 ans et 1 mois	TCC sévère; Glasgow 6/15; coma (2 mois); lacération occipitale gauche (5 cm); contusion pulmonaire bilatérale aux sommets (plus marquée du côté gauche); tassement vertébral traumatique L1 et L4; amnésie post-traumatique (3 mois); atteinte région ventricule gauche latérale; diminution de la coordination de façon importante membres supérieurs et inférieurs.
TCC7 Sexe: M 18 ans	1997-01	6 mois	TCC sévère; Glasgow 4/15; trachéotomie (1 mois); oedème cérébral important; apathie; fracture de l'olécrane gauche; luxation tête radiale gauche; fracture radiale et humérale droite.
TCC9 Sexe: F 54 ans	1996-08	10 mois	TCC sévère; commotion cérébrale sévère; coma (11 jours); amnésie post-traumatique (1 mois post-accident); hématome occipital droit; contusion frontale gauche; contusion cérébrale avec une parésie du 5 ^e nerf crânien; convulsion en période aiguë; léger oedème dans les 2 hémisphères; très grande fatigabilité; ne peut sauter, courir et se pencher; ne peut pivoter rapidement à cause d'un déséquilibre important.
TCC10 Sexe: M 31 ans	1995-05	2 ans et 1 mois	TCC sévère; hématome sous-dural gauche (craniotomie); Glasgow 4/15; coma (1 mois); hémiplégié droite; arthrose du coude gauche qui l'empêche d'étendre son bras; dérive de la marche à droite plus marquée et spasticité du bras droit

Entraînement spécifique

Les séances d'entraînement ont pour objectif général d'améliorer la coordination et l'équilibre afin d'accélérer le processus de retour au travail et de faciliter les activités de la vie quotidienne (AVQ). Dans le cadre de cet entraînement, l'appellation « danse aérobique adaptée » signifie que le cours habituel se déroule plus lentement que les cours de danse aérobique, c'est-à-dire que la musique n'est pas toujours présente, que les mêmes mouvements sont répétés plus souvent et que le niveau de difficulté est déterminé en fonction des capacités des sujets. Les sujets 7 et 9 étaient vus individuellement étant donné qu'ils étaient encore dans le processus de réadaptation et qu'ils avaient, par conséquent, un horaire très chargé. Les sujets 1 et 4 de même que les sujets 2 et 5 s'entraînaient en paire. Toutefois, le sujet 5 n'a pas complété pas toutes les séances à cause d'un manque de motivation. Les sujets 1 et 4 étaient jumelés ensemble car ils habitent tous deux à l'extérieur de la région de Trois-Rivières et qu'ils se déplaçaient ensemble pour participer aux séances.

Déroulement des séances. Les séquences des activités ont été les mêmes pour tous les sujets. Elles débutaient avec une période d'échauffement d'environ 5 minutes. Pour les semaines 1 à 4, les sujets commençaient l'échauffement en position assise. Ils devaient taper des pieds au sol en même temps que les bras exécutaient un mouvement. Ensuite, ils faisaient des rotations des épaules et des chevilles. Puis, des étirements des quadriceps et des mollets étaient exécutés à la fin de la période d'échauffement. Avant de débiter la partie principale de la séance, les sujets devaient se maintenir en équilibre sur le bout des pieds et sur les talons. Le temps de maintien en équilibre pour chaque

position était noté à chaque séance et les résultats étaient présentés au sujet comme source de motivation et de feedback sur leur progression. La partie principale de l'entraînement comportait trois sections. La première consistait à exécuter une routine de danse aérobique, la deuxième a pris place sur le *Step* et, la troisième, sur le *Slide*. La partie principale avait une durée totale de 20 minutes, dont 5 minutes pour la danse aérobique, 8 minutes pour le *Step* et 7 minutes pour le *Slide*.

Progression des entraînements. La progression s'est faite en termes de vitesse d'exécution (sans ou avec musique), de complexité des mouvements (avec ou sans mouvement de bras) et de difficulté cardio-vasculaire (hauteur du *Step* et largeur du *Slide*). La progression des sujets pour les 6 premières semaines est présentée à l'annexe A.

En moyenne, les sujets ont participé à 17 séances sur 24, ce qui équivaut à 500 minutes d'entraînement. À la fin des 12 semaines, tous les sujets étaient en mesure d'enchaîner 8 mouvements de *Step*, 7 mouvements de *Slide* et 4 mouvements de workout sans l'aide de l'enseignant. Un cahier de bord a été rempli par le professeur afin de recueillir des données concernant le déroulement de chaque séance. Cela a permis d'établir le profil de chaque sujet et de mesurer leur progression. Une description des mouvements est fournie à l'annexe A.

Évaluation des fonctions motrices

Avant de débiter l'entraînement, tous les sujets ont participé à un test d'équilibre et de coordination. La même évaluation est reprise à la fin de l'étude pour quantifier les changements.

Évaluation de l'équilibre. Le *Clinical Test for Sensory Interaction in Balance* (CTSIB) sur plate-forme de force a été utilisé pour mesurer l'équilibre (Shumway-Cook et Horak, 1986). Le sujet était soumis à 6 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 étaient utilisées (Perrin et Lestienne, 1994; Ingersoll et Armstrong, 1992; Newton, 1989; Shumway-Cook et Horak, 1986). Cela permet d'évaluer le rôle des afférences visuelles, somatosensorielles et vestibulaires dans le contrôle de l'équilibre. Le sujet devaient maintenir une position stationnaire debout, sur une plate-forme de force, pendant 2 essais de 20 secondes, pour 6 conditions différentes. Les deux essais ont été effectuées un à la suite de l'autre. La Figure 1 illustre les conditions 1 et 6. La condition 1 représente une condition de base ou contrôle, sans aucune modification de l'information sensorielle. Dans cette condition, le sujet gardait les yeux ouverts et fixait son regard sur un point d'un diamètre de 1 cm placé à 4,5 m de lui. Dans la deuxième condition, la vision était supprimée avec des lunettes de natation opaques. Dans la troisième condition, le sujet portait un casque de conflit visuel. Ce casque vise à modifier les points de référence visuels, généralement utilisés dans la posture. Pour ce faire, nous avons adapté une visière de polyéthylène à un casque fait de plastique résistant. Sur cette visière, située à 6 cm des yeux du sujet, nous avons collé un tissu avec des rayures verticales noires et blanches. Le tissu rayé a 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 son équilibre. Un tissu blanc avait été placé, à l'aide de bandelettes de velcro,

sous le casque pour empêcher de voir sous la visière. Une lettre X d'une hauteur de 2,5 cm avait été placée au centre du tissu rayé comme point de fixation pour minimiser les étourdissements chez le sujet. Pour les conditions 4, 5 et 6, les sujets étaient placés sur un coussin semi-rigide d'une épaisseur de 15 cm, dans le but d'altérer la proprioception, et les trois mêmes conditions visuelles sont reprises. Une permutation des conditions a été appliquée afin de réduire les effets dus à une séquence particulière.

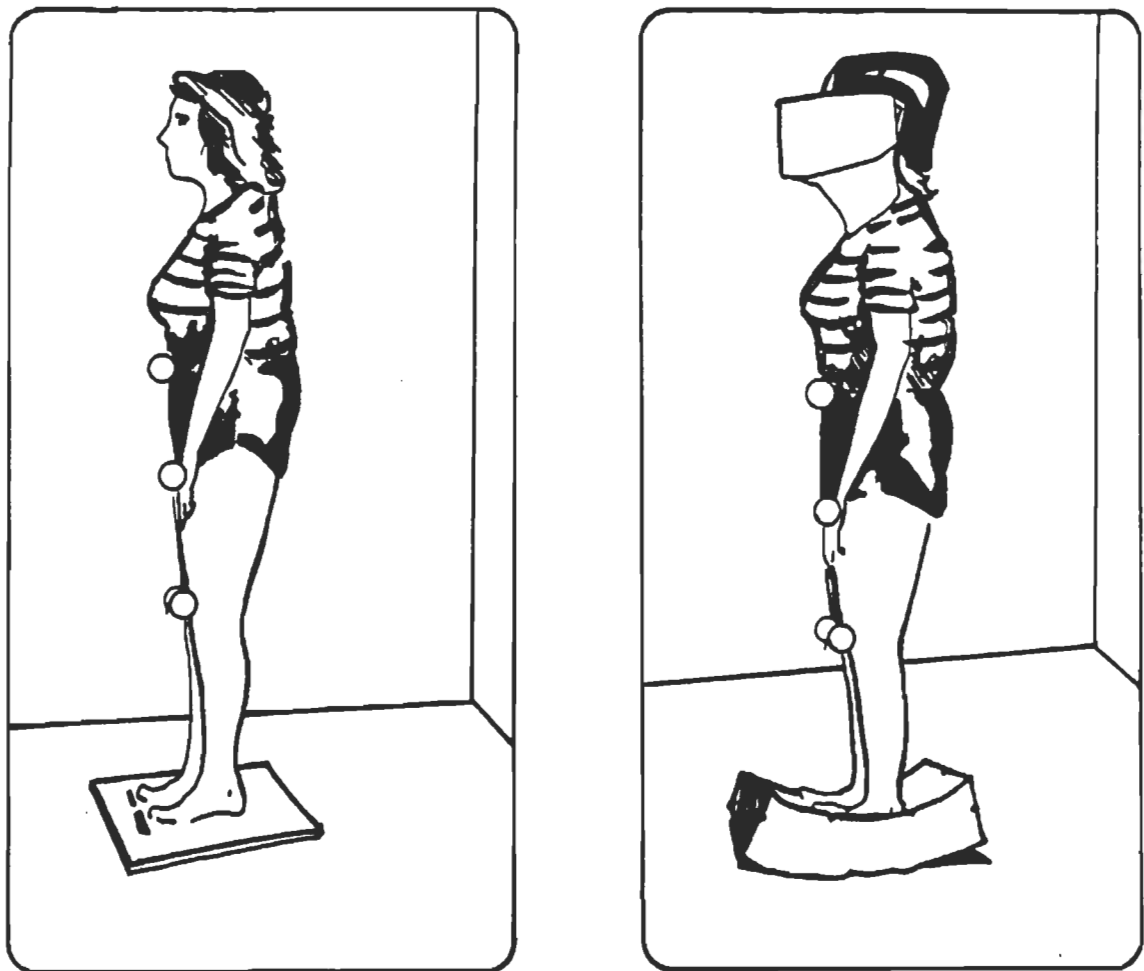


Figure 1. Illustration des conditions 1 et 6 du CTSIB. Pour la description des conditions, voir le texte.

Une plate-forme de force A.M.T.I. (*modèle SGA6-4*) mesure les forces appliquées au sol pour une période déterminée. Les jauges de contrainte intégrées dans la plate-forme mesurent tous les déplacements du centre de pression. Par la suite, les données sont transmises à un système d'acquisition (*Peak Performance*). Les données sont échantillonnées à une fréquence de 100 hz. Les variables dépendantes sont l'amplitude maximale des oscillations antéro-postérieures et les aires de déplacement. Nous avons choisi de nous attarder uniquement aux amplitudes maximales antéro-

postérieures, étant donné que c'est dans cet axe que les sujets TCC se distinguent des sujets sains (Wober et al., 1990). La Figure 1 illustre le déplacement du centre de pression dans l'axe antéro-postérieur et l'axe médio-latéral. Une table traçante permet de déterminer la surface de cette forme en cm². Un programme développé en Basic a permis de quantifier l'aire de la surface tracée. Pour valider cette méthode, nous avons comparé les données obtenues grâce au logiciel *Canvas 2.1*. Cette analyse donne une corrélation de 0,9499 ($p < 0,01$).

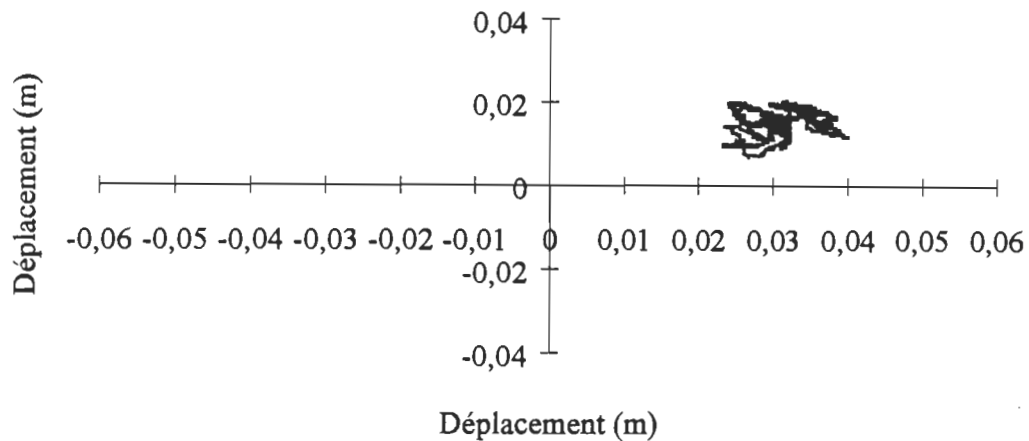


Figure 2. Représentation graphique de la surface du déplacement du centre de pression lors d'un essai d'une durée de 20 secondes chez un sujet sain (échelle = 1,02: 1,77).

Évaluation de la coordination. Afin de mesurer la coordination, les sujets ont exécuté une épreuve de *Jumping Jack*. Le mouvement du *Jumping Jack* consiste à faire une abduction/adduction des membres inférieurs et supérieurs, en position érigée, de manière simultanée. Nous avons modifié le test étant donné que certains sujets étaient

incapable de sauter. Les sujets ont exécutés les *Jumping Jack* couchés au sol afin d'uniformiser le test. Ils étaient en décubitus dorsal sur trois *Slides* afin de minimiser la friction durant le mouvement. Ils devaient exécuter huit *Jumping Jack* modifié (voir Figure 3). Seuls les cycles 3, 4, 5, 6 et 7 ont été analysés. Les deux premiers mouvements permettaient la mise en rythme et le dernier assurait une vitesse constante dans l'exécution du mouvement. Pour mesurer le déplacement de chaque segment, les sujets étaient filmés avec une caméra vidéo à haute vitesse (*Peak Performance*) à une fréquence d'échantillonnage de 60 hz. Pour ce faire, nous avons placé des marqueurs aux poignets, à l'ombilic et aux genoux du sujet. Une caméra (Peak Hs-120) a été disposée au plafond afin de filmer le sujet dans un plan sagittal. Les données numérisées ont été filtrées avec un filtre Butterworth et la fréquence de coupure des filtres était optimisée grâce au logiciel Peak 5 (entre 5 et 6 Hz). Les variables dépendantes sont: le décalage temporel dans l'atteinte de la vitesse maximale du côté droit par rapport au côté gauche et le décalage des vitesses maximales du côté droit par rapport au côté gauche. Ces décalages, en termes de vitesse ou de temps, sont calculés en prenant la différence absolue entre la vitesse maximale gauche et droite ou la différence entre les temps d'atteinte de la vitesse maximale droite et gauche pour chaque cycle et moyenné pour les 5 cycles. La vitesse verticale a été utilisé pour les poignets et la vitesse horizontale a été utilisé pour les genoux étant donné que le mouvement se faisait majoritairement dans cet axe. Le même calcul est répété pour les genoux. Si le décalage postentraînement est plus petit que le décalage préentraînement, il y a une amélioration de la performance. Donc, lorsque cette différence est positive, il y a

amélioration, alors que si la différence est négative, il y a détérioration de la performance.

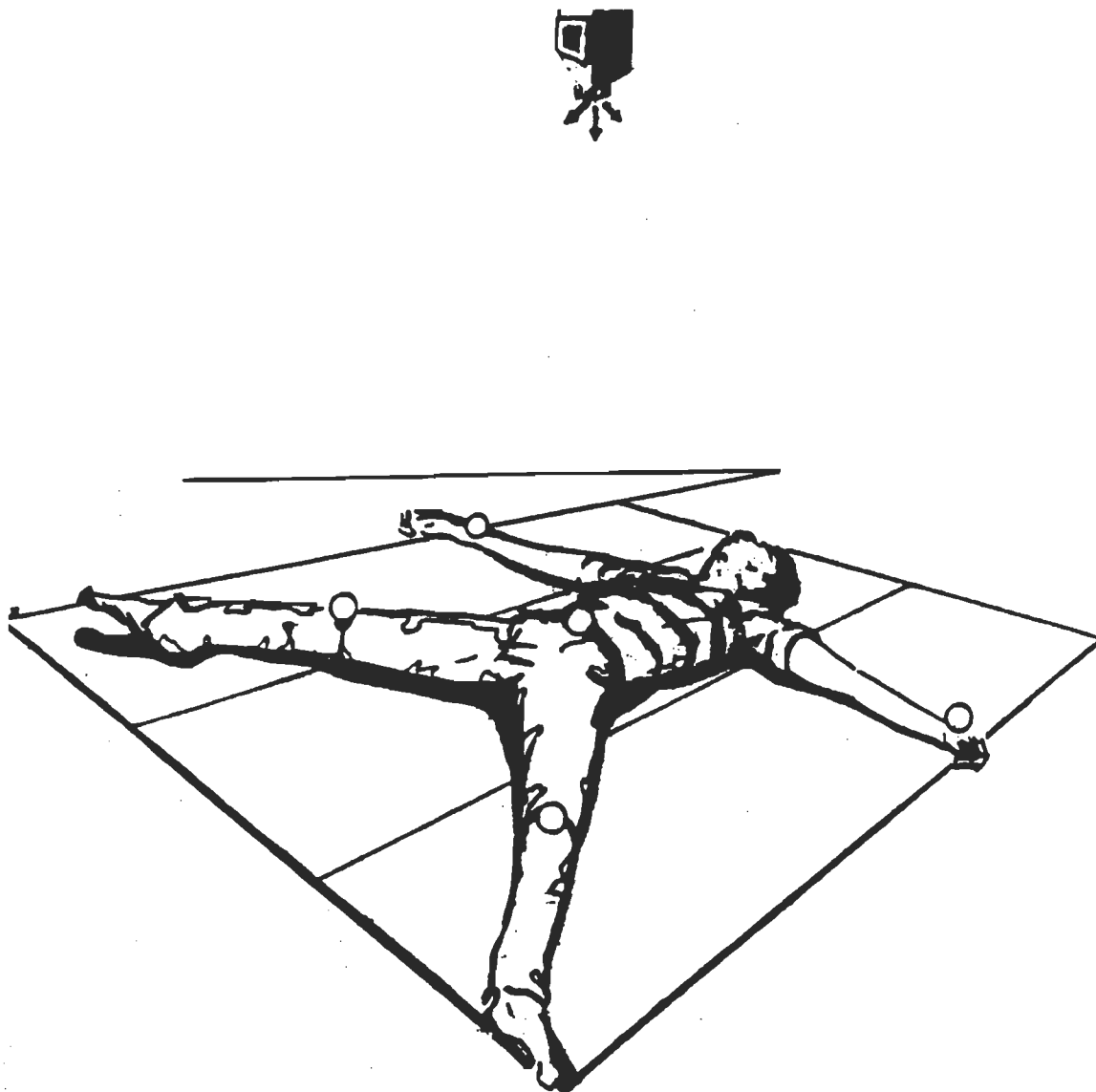


Figure 3. Schéma du mouvement de *Jumping Jack* et de la position de la caméra vidéo. Le sujet est couché sur trois *Slides* pour faciliter l'exécution du mouvement.

CHAPITRE III

Résultats

Participation et évolution des séances d'entraînement

Le Tableau 2 présente l'assiduité des sujets du groupe expérimental aux séances d'entraînement. En examinant ce Tableau, nous constatons que les sujets 4 et 9 obtiennent le plus haut taux d'assiduité. Toutefois, ces sujets ne progressaient pas plus rapidement dans le programme d'entraînement (voir Tableau 3). Le sujet 7 a dû terminer l'entraînement 2 semaines plus tôt à cause d'un retour aux études, ce qui explique le taux d'assiduité plus faible. Le sujet 2 démontre un taux d'assiduité plus faible, car elle n'était pas très motivée et s'absentait fréquemment.

Tableau 2

Assiduité des sujets du groupe expérimental

Sujets	Assiduité	
	nombre de séances	minutes
1	17	510
2	15	450
4	18	540
7	15	450
9	18	540

La progression de chacun des sujets du groupe expérimental se trouve au Tableau 3. Les exercices sont répartis en niveau, soit du moins complexe au plus complexe (A à D). Les chiffres à l'intérieur des cases indiquent la semaine où le mouvement s'ajoutait à la routine. Lorsque le mouvement est ajouté, il est à son état le plus simple, avec une exécution lente et sans mouvement de bras. Avec la pratique, la vitesse d'exécution augmente et les mouvements de bras sont ajoutés. La description de chacun des mouvements est fournie à l'annexe A. Globalement, la progression des mouvements de workout s'est faite assez rapidement. À la fin de la deuxième semaine, la majorité des sujets, à l'exception du sujet 9, étaient en mesure d'exécuter les 4 mouvements de workout. Le sujet 9 ne progressa pas aussi rapidement, car elle éprouvait une grande fatigue. De plus, on devait s'arrêter au cours de chaque séance pour prendre plusieurs pauses. Le sujet 2 progressa très rapidement en *Step*, grâce à son expérience préalable avec ces mouvements. À la huitième semaine, l'ensemble des sujets avaient pris connaissance de la totalité des mouvements. Une fois de plus, le sujet 9 a pris plus de temps à apprendre les mouvements. Lorsque les sujets étaient capables d'exécuter tous les mouvements, les semaines subséquentes visaient au perfectionnement de la technique d'exécution, c'est-à-dire que les mouvements étaient enchaînés de plus en plus rapidement et qu'un rythme d'exécution était imposé. Le *Slide* fut intégré à l'entraînement seulement à partir de la deuxième semaine, car l'instructeur préférait mieux connaître les troubles d'équilibre des sujets avant de leur permettre de se déplacer sur une surface glissante. Le sujet 7 était une exception, puisqu'il débuta le *Slide* à la

deuxième séance de la première semaine. En effet, il ne démontrait aucun trouble d'équilibre marqué et maîtrisait déjà les mouvements présentés lors de la première séance.

Tableau 3

Progression de l'entraînement dans le groupe expérimental

Sujets	Workout				Step									Slide							
	A	B	C	D	A	B	C	D	E	F	G	H	I	A	B	C	D	E	F	G	H
1	1*	1	1	2	1	1	3	2	3	6	5	6	8	2	3	3	3	5	6	7	8
2	1	1	1	2	1	1	1	1	2	2	4	5	7	2	2	3	3	5	6	8	9
4	1	1	1	2	1	1	3	2	3	6	5	6	8	2	3	3	3	5	6	7	8
7	1	1	1	2	1	1	1	1	2	4	4	5	8	1	1	2	2	4	6	7	8
9	1	1	1	4	1	1	2	2	4	4	4	6	10	2	3	3	3	5	8	9	10

Légende:

Workout

A : Step touch
 B : élévation genoux
 C : chassé
 D : allonge arrière

Step

A : pas de base
 B : le V
 C : pas tourné
 D : par-dessus
 E : genou
 F : abduction
 G : chevauchement
 H : 3 genoux
 I : monte-allonge

Slide:

A : Slide
 B : ski de fond
 C : pointe avant
 D : pointe arrière
 E : genou
 F : fente
 G : épée
 H : inversé

* Pour la signification des données, voir le texte.

Analyse cinématique du mouvement de coordination

L'analyse cinématique de la performance dans la tâche de coordination, avant et après l'entraînement, permet de mettre en lumière des différences individuelles marquées dans l'exécution des mouvements. Le Tableau 4 présente le décalage des vitesses maximales du poignet droit par rapport au poignet gauche.

Tableau 4

Décalage des vitesses maximales en m/s du poignet droit par rapport au poignet gauche

Groupes	Sujets	Pré	Post	Pré-post
Expérimental	1	0,2209 ±0,076	0,0628 ±0,050	0,1581 ±0,026
	2	0,1023 ±0,063	0,1253 ±0,099	-0,0023 ±0,037*
	4	0,1275 ±0,118	0,0758 ±0,074	0,0520 ±0,045
	7	0,3049 ±0,139	0,0834 ±0,055	0,222 ±0,084
	9	0,1229 ±0,088	0,202 ±0,062	-0,079 ±0,026*
Contrôle TCC	3	0,1807 ±0,075	0,1396 ±0,069	0,0411 ±0,006
	6	0,0500 ±-0,077	0,1272 ±0,090	-0,0770 ±0,048*
	10	0,1384 ±0,163	0,2513 ±0,164	0,113 ±0,002

* les valeurs négatives signifient que les sujets n'ont pas eu d'amélioration mais plutôt une détérioration de leur performance.

Le Wilcoxon Signed-Rank fut utilisé pour quantifier les effets de l'entraînement en workout, *Step* et *Slide* sur le mouvement de *Jumping Jack* dans chacun des groupes. Nous avons choisi cette analyse non- paramétrique, parce que le nombre de sujets dans chacun des groupes est restreint et la variabilité très importante. Le groupe expérimental démontre

un effet de l'entraînement ($T = 339$; $z = -2,72$; $p < 0,01$). Toutefois, ce n'était pas le cas pour les sujets contrôles ($T = 172$; $z = -1,24$; $p < N. S.$).

Pour comparer les sujets, nous avons calculé des pourcentages d'amélioration. Le pourcentage d'amélioration est calculé en prenant la différence de la valeur en pré moins la valeur en postentraînement divisé par la valeur en pré-entraînement. Le tout est ensuite multiplié par 100. Les données du Tableau 4 laissent voir que les sujets 1, 4 et 7 diminuent le décalage des vitesses maximales. Cela correspondait à des améliorations de 71,6, 40,8 et 72,8 % respectivement. Par contre, pour le sujet 2, il n'y avait pas d'amélioration. Le manque d'assiduité et les expériences passées du sujet avec ce type d'exercices peuvent expliquer le manque d'impact de la stimulation. Finalement, dans le groupe expérimental, le sujet 9 présente une détérioration dans le décalage des vitesses. Cette détérioration peut s'expliquer par le fait que ce sujet exécutait le mouvement 3 fois plus rapidement après l'entraînement. Vous constaterez que c'est uniquement dans l'analyse du décalage des vitesses que le sujet 9 ne s'améliore pas. Dans le groupe contrôle, les sujets 3 et 10 présentaient des améliorations de 22,74 et 81,88 % respectivement. L'amélioration du sujet 10 était particulièrement marquée, même s'il n'a pas participé au programme d'entraînement en danse aérobique. Les difficultés de ce sujet étaient attribuables à une hémiplégie sévère du côté droit. Il est donc permis de croire que l'entraînement musculaire correspondait à la prescription d'exercices idéale pour ce sujet et permettrait une modification dans le synchronisme entre ses membres. Le sujet 6 présente une augmentation du décalage. Cette détérioration du mouvement peut s'expliquer par le fait

que ce sujet avait des troubles très sévères de l'équilibre en préentraînement et un entraînement musculaire ne convenait pas du tout à ses besoins

Le Tableau 5 présente le décalage temporel dans l'atteinte des vitesses maximales du poignet droit par rapport au poignet gauche. Ce calcul du décalage nous donne un indice de l'amélioration du synchronisme dans l'exécution du mouvement de *Jumping Jack*.

Globalement, nous pouvons constater que le groupe expérimental démontre une amélioration de $45,8 \% \pm 20,4$, tandis que le groupe contrôle TCC démontre une amélioration globale de $9,4 \% \pm 24,0$. Ces pourcentages globaux ont été calculés en prenant la moyenne des pourcentages d'amélioration de chaque sujet dans chacun des groupes. Les pourcentages d'amélioration pour les sujets du groupe expérimentales sont, dans l'ordre, $63,2 \%$, $-30,8 \%$, $87,0 \%$, $43,3 \%$, et $66,3 \%$. Seul le sujet 2 ne présente aucune amélioration. Les sujets du groupe contrôle démontrent des améliorations de $51,9 \%$, $7,6 \%$ et $-31,3 \%$. Ces résultats démontrent que l'entraînement en danse aérobique permet aux sujets expérimentaux de s'améliorer de façon plus importante. Cette amélioration signifie qu'ils atteignent les vitesses maximales de chaque poignet au même moment, ce qui reflète des mouvements bilatéraux mieux synchronisés.

Tableau 5
 Décalage temporel dans l'atteinte des vitesses maximales en millisecondes (ms)
 du poignet droit par rapport au poignet gauche

Groupes	Sujets	Pré	Post	Pré-post
Expérimental	1	62,7 ±76,0	23,1 ±35,0	39,6 ±42,0
	2	42,9 ±38,0	56,1 ±47,0	-13,2 ±9,0
	4	198,0 ±155,0	25,7 ±28,0	172,3 ±128,0
	7	99,0 ±76,0	56,1 ±31,0	42,9 ±45,0
	9	264,0 ±289,0	89,0 ±114,0	174,9 ±175,0
Contrôle TCC	3	89,1 ±84,0	42,9 ±44,0	46,2 ±40,0
	6	128,7 ±131,0	118,8 ±68,0	9,9 ±63,0
	10	52,8 ±72,0	69,3 ±59,0	-16,5 ±13,0

* les valeurs négatives signifient que les sujets n'ont pas eu d'amélioration mais plutôt une détérioration de leur mouvement

La Figure 4 démontre que les sujets du groupe expérimental réduisent le décalage temporel par rapport aux sujets du groupe contrôle. La différence moyenne pré-post pour le groupe expérimental est de 83,32 ms et de 13,2 ms pour le groupe contrôle. L'effet de l'entraînement est significatif pour le groupe expérimental ($T = 197,5$; $z = -3,2$; $p < 0,01$), mais ce n'est pas le cas pour le groupe contrôle ($T = 155$; $z = -0,5$; $p < 0,6$).

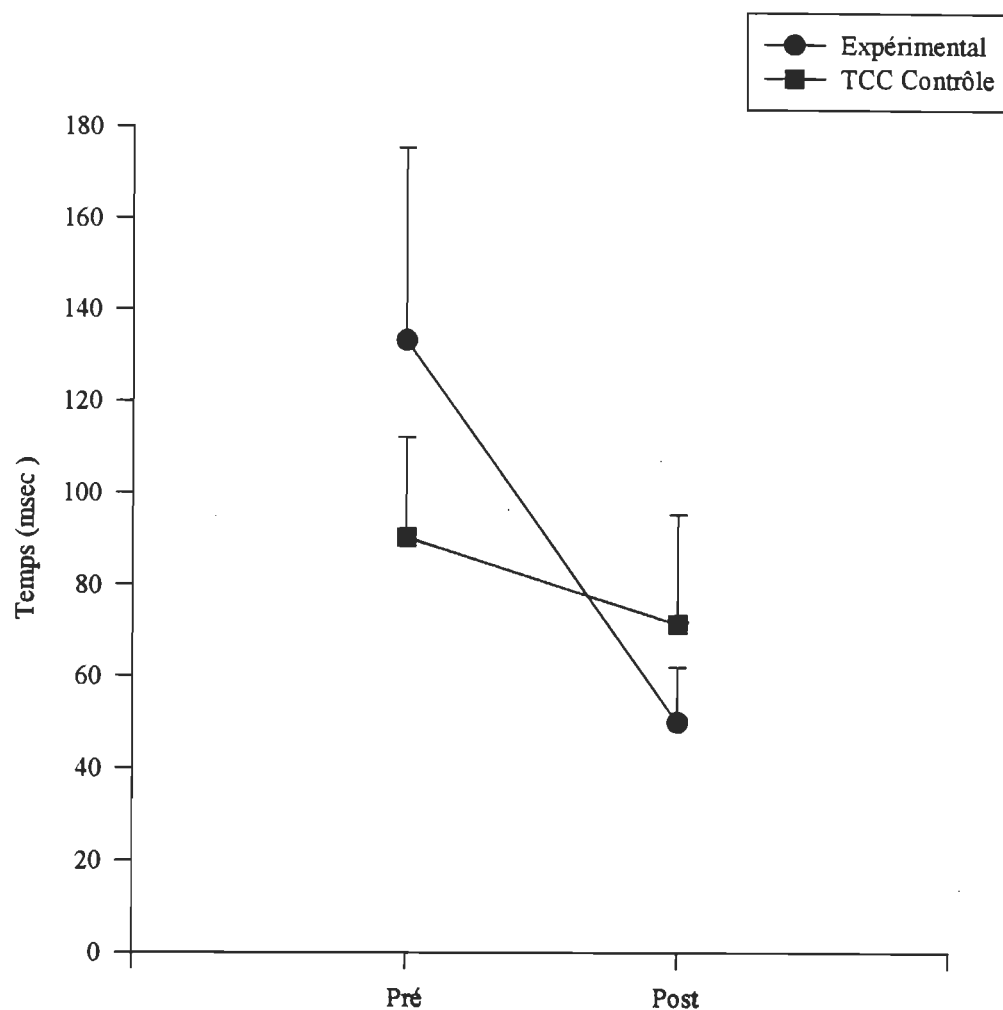


Figure 4. Représentation graphique des moyennes des décalages temporels dans l'atteinte des vitesses maximales en ms du poignet droit par rapport au poignet gauche pour les deux groupes TCC.

Une analyse de Wilcoxon Signed-Rank nous permet aussi de connaître les effets de l'entraînement sur le décalage des vitesses maximales et sur le décalage temporel dans

l'atteinte des vitesses maximales au niveau des genoux. Des résultats similaires à ceux des poignets sont observés pour le décalage temporel. Le groupe expérimental démontre une différence significative avant et après l'entraînement ($T = 166,5$; $z = -3,8$; $p < 0,0001$). Cette amélioration indique que les sujets atteignent les vitesses maximales du genou gauche et du genou droit de façon plus synchronisée qu'avant l'entraînement. Cependant, le groupe contrôle ne présente aucune différence significative ($T = 140,5$, $z = -1,2$, $p < N. S.$). Quant au niveau du décalage entre les vitesses maximales pour les genoux, aucun des groupes ne présentait des améliorations significatives.

La Figure 5 illustre les patrons de mouvement des jambes et des bras du sujet 9 en préentraînement. Ce sujet avait subi un traumatisme moins d'un an avant le début de l'entraînement. Il se montrait toujours très motivé et avait un haut taux d'assiduité. De plus, il présentait un déficit très marqué du point de vue de la coordination. Si l'on examine la Figure 5, nous constatons la grande variabilité des mouvements d'ouverture et de fermeture des bras et des jambes. Pour les deux premiers cycles du mouvement du poignet gauche, le sujet exécutait le mouvement rapidement avec des vitesses maximales de 0,53 m/s et 0,51 m/s, comparativement à une vitesse maximale moyenne de 0,37 m/s pour les trois cycles suivants. La même situation se produit pour le poignet droit sauf que ces mouvements sont plus lents ($\bar{X} = 0,27 \text{ m/s} \pm 0,07$). De plus, l'atteinte des vitesses maximales pour les poignets et les genoux était asynchrone. Le sujet exécutait le mouvement de bras puis le mouvement des jambes ou l'inverse. La Figure 6 illustre les patrons de mouvement du sujet 9 au postentraînement. L'exécution du mouvement des

bras et des jambes est beaucoup plus symétrique et les vitesses maximales pour chaque cycle sont beaucoup plus stables et similaires. La moyenne des vitesses maximales pour le poignet gauche est de $0,79 \text{ m/s} \pm 0,09$ et de $0,59 \text{ m/s} \pm 0,04$ pour le poignet droit. Les écarts types diminuent, ce qui indique une moins grande variabilité entre les cycles et les vitesses augmentent. De plus, le mouvement est plus fluide et moins saccadé. La durée totale des 5 cycles est de 12,4 s en postentraînement comparativement à 42,4 s en préentraînement. Le sujet contrôle mieux son mouvement et l'exécute beaucoup plus rapidement dans le postentraînement. Aussi, le patron d'exécution du mouvement en postentraînement ressemble de plus en plus au patron d'un sujet sain (voir Figure 7). L'entraînement semble donc avoir eu un impact très positif pour ce sujet, en termes de coordination multi-membres.

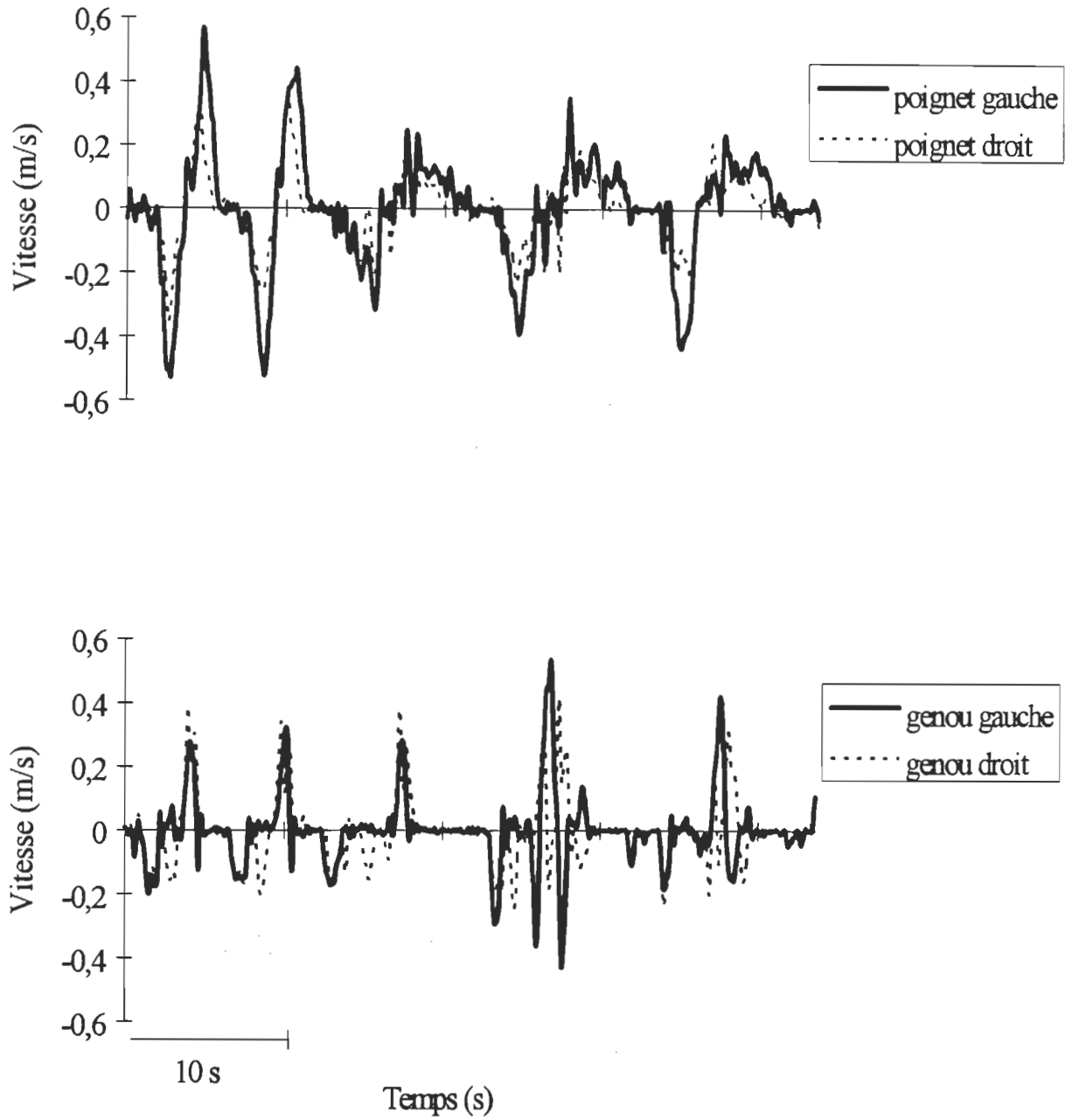


Figure 5. Patron de mouvement du sujet 9 en préentraînement.

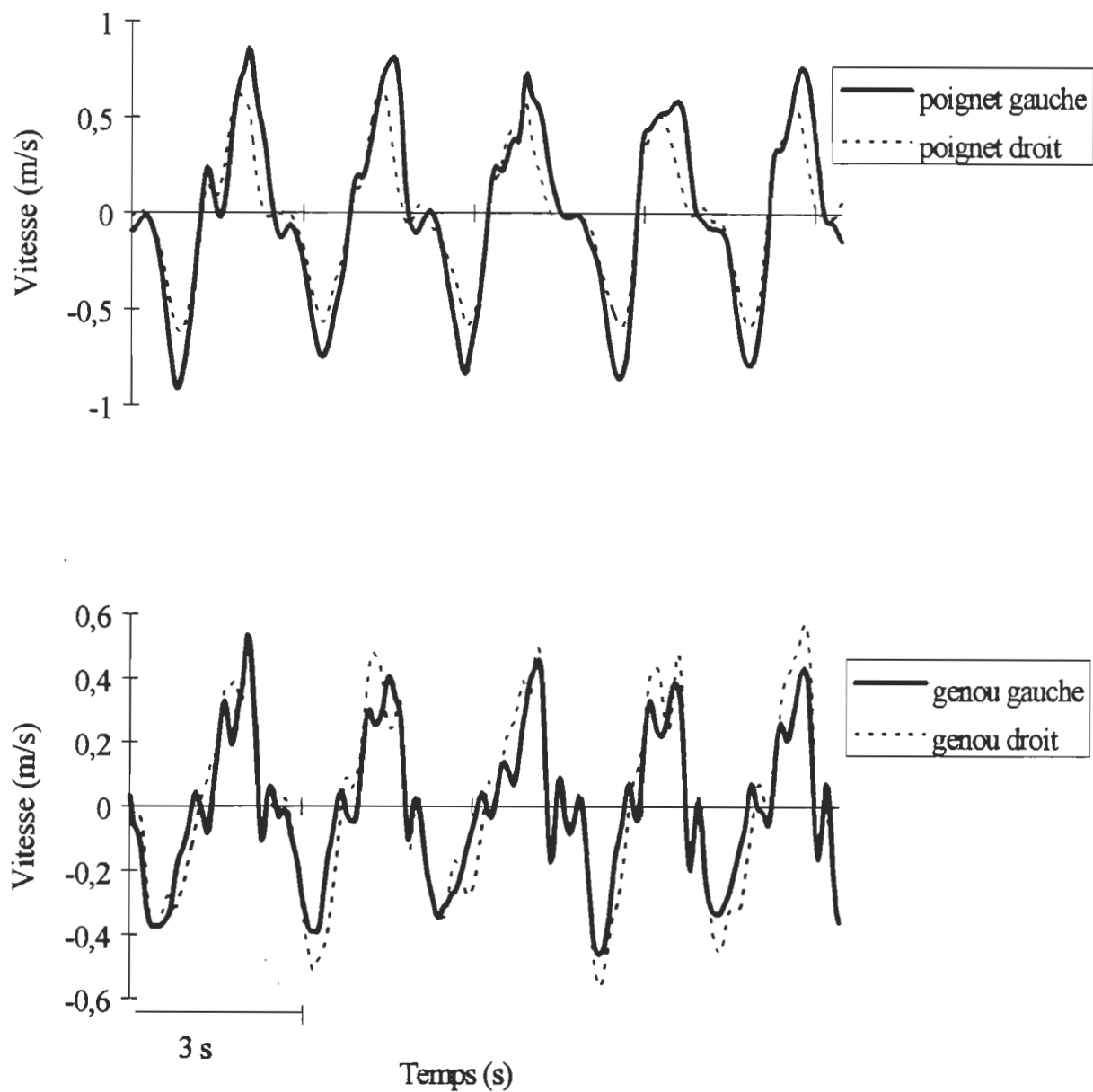


Figure 6. Patron de mouvement du sujet 9 en postentraînement. Noter que l'échelle de temps est différente de celle de la Figure 5.

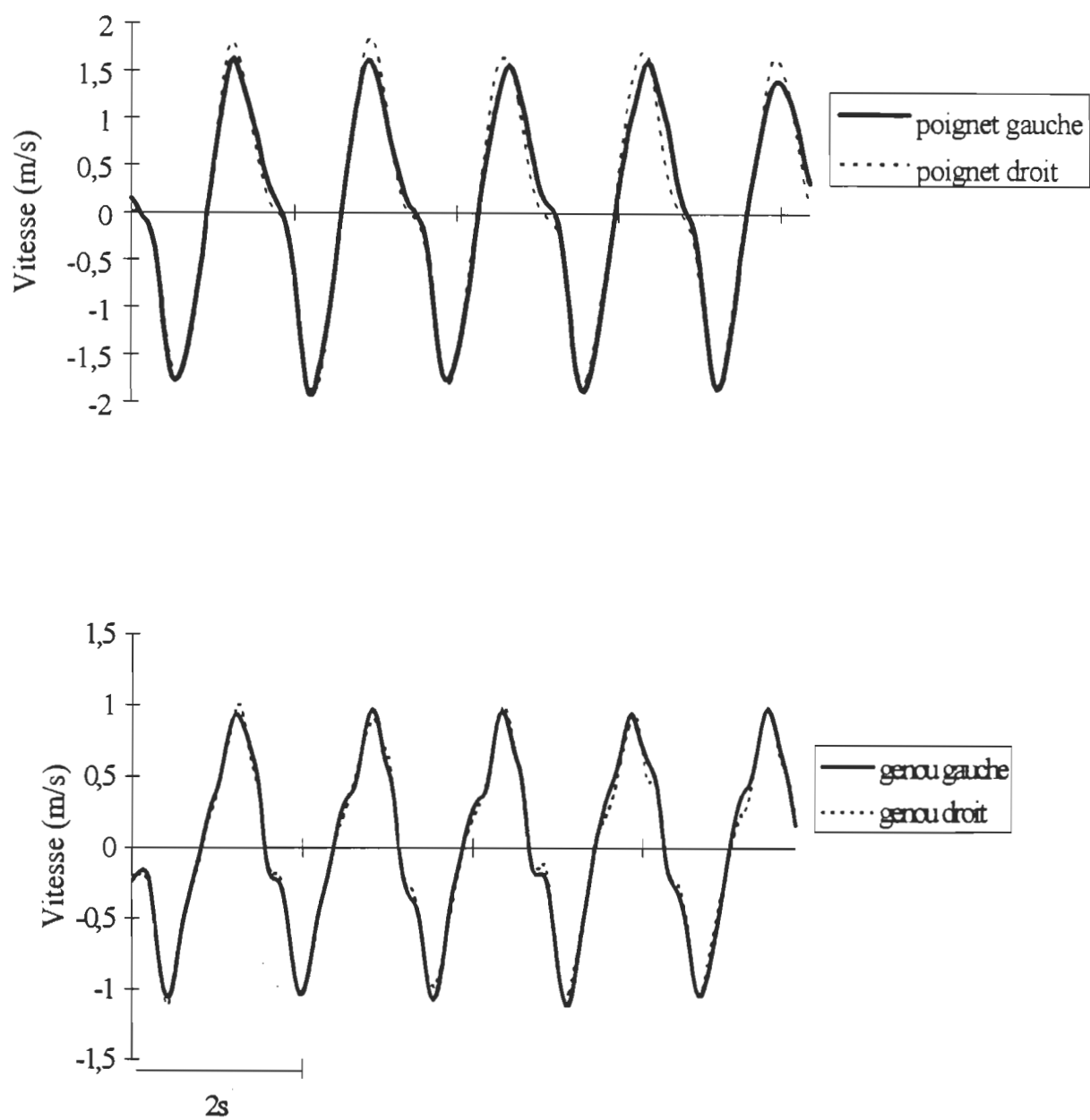


Figure 7. Patron de mouvement d'un sujet sain. Noter que l'échelle de temps est différente de celle de la Figure 3.

La Figure 8 présente les données cinématiques préentraînement du mouvement de coordination pour le sujet 1. Ce sujet avait subi un traumatisme plus de 8 ans avant le début de l'entraînement. Il se montrait très motivé et avait une bonne assiduité. De plus, il ne présentait pas de trouble de coordination très marqué. Nous constatons au préentraînement que le sujet démontrait un décalage temporel de 62,7 ms dans l'atteinte des vitesses maximales pour les poignets. De façon global, les mouvements des poignets étaient assez fluides et synchronisés. Par contre, pour les jambes, les patrons de vélocité présentaient plusieurs sommets par cycle, ce qui reflètent des hésitations et des corrections. Ceci provenait probablement de la spasticité des membres inférieurs. La Figure 9 illustre le patron en postentraînement pour le même sujet. Le mouvement des poignets sont mieux synchronisés et présentent des décalages temporels gauche versus droit moins marqués, avec une réduction de 39,6 ms par rapport au prétest. Toutefois, le sujet 1 ne présente pas d'aussi grands changements que le sujet 9 étant donné que son accident avait eu lieu plusieurs années auparavant et qu'il ne présentait pas, au départ, de trouble de coordination marqué. Aucun changement n'est remarqué en ce qui attrait aux jambes, ce qui est possiblement dû aux troubles de spasticité.

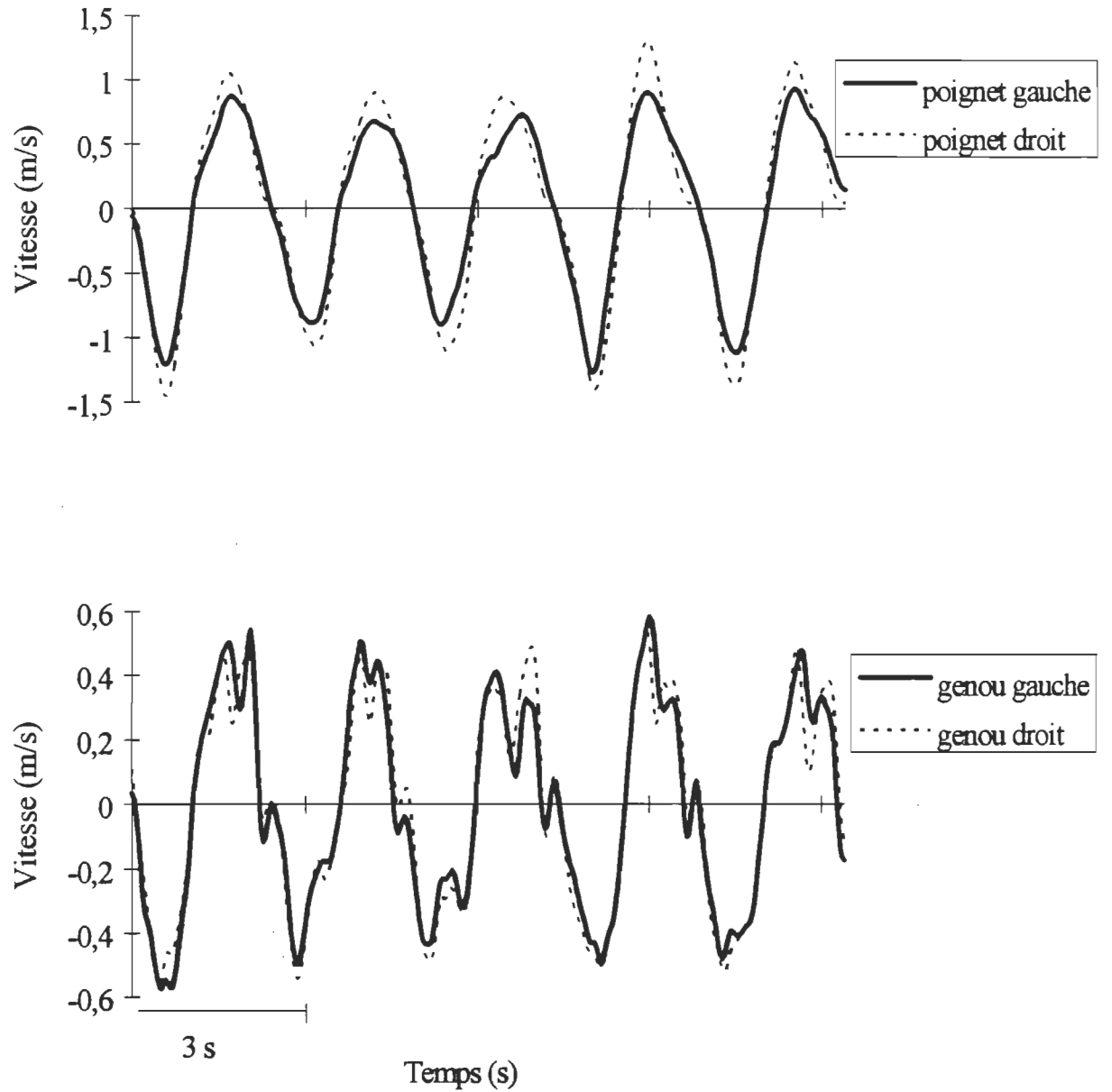


Figure 8. Patron de mouvement du sujet 1 en préentraînement. Noter que l'échelle de temps est différente de celle de la Figure 6.

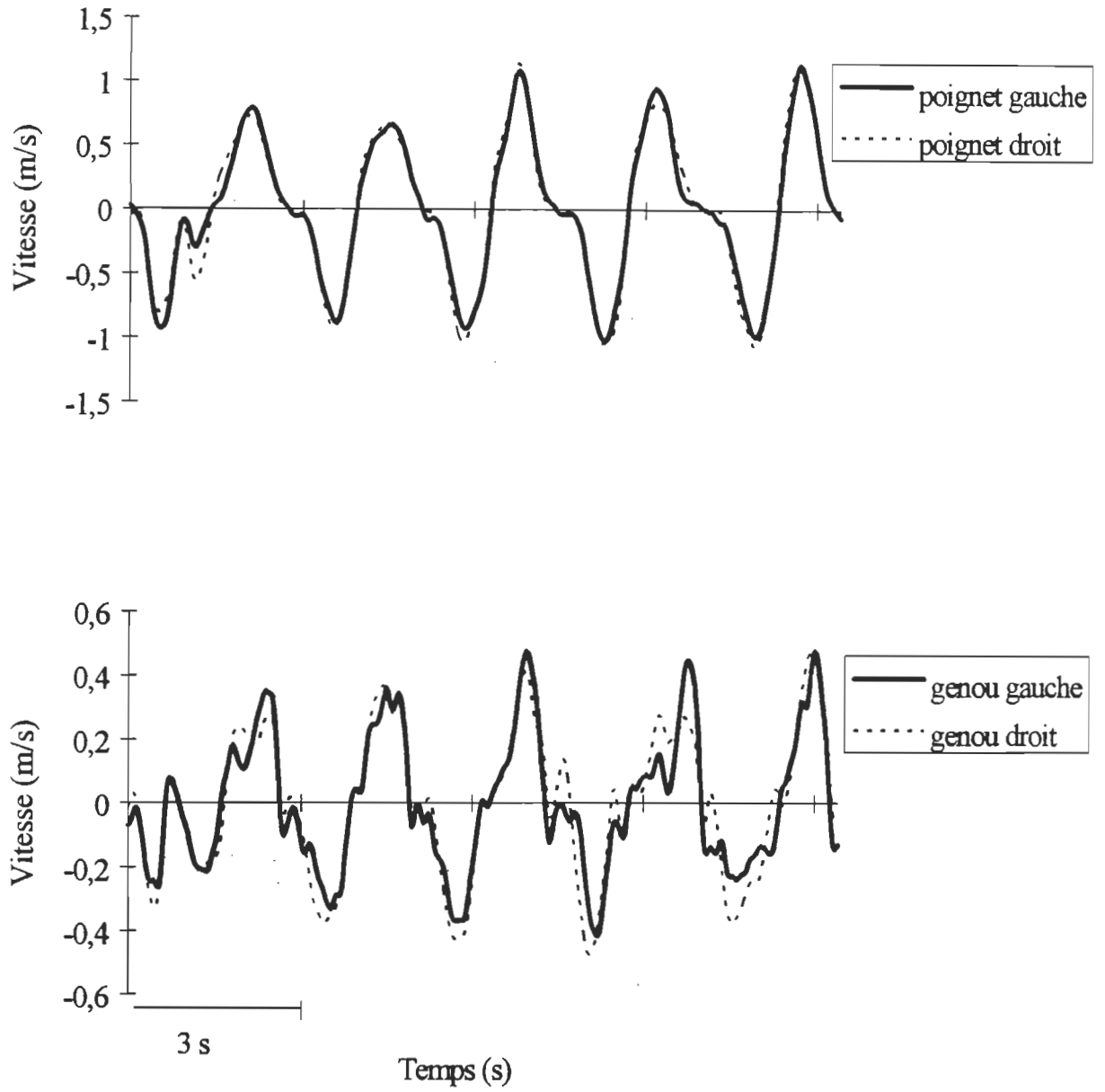


Figure 9. Patron de mouvement du sujet 1 en postentraînement.

Analyse de l'équilibre

L'ensemble des variables étudiées pour l'équilibre ont été analysées grâce à une analyse de variance (ANOVA) de type $A \times B \times C$ avec mesures répétées sur les deux derniers facteurs. La variable A représente les 3 groupes (A1 : groupe expérimental, A2 : groupe TCC contrôle, A3 : groupe contrôle). La variable B exprime chacune des conditions expérimentales du CTSIB et la variable C représente les données pré et post entraînement.

Aire. L'ANOVA démontre une interaction significative groupe par condition ($F(10,75) = 2,49; p < 0,05$). Cette interaction signifie que les groupes ne répondent pas de la même manière aux modifications de la vision et de la proprioception, tel qu'illustré à la Figure 10. Une analyse des effets simples indique que les groupes obtiennent des résultats significativement différents aux conditions 4, 5 et 6. En effet, le facteur *groupe* indique que le groupe expérimental est significativement différent des groupes contrôles ($F(2,15) = 7,25; p < 0,01$). Cela indique que le groupe expérimental est plus affecté par la modification de l'information proprioceptive que les autres groupes. Le groupe expérimental présente des aires beaucoup plus grandes que les autres groupes pour l'ensemble des conditions ($\bar{X} = 10,70 \text{ cm}^2$ versus $4,47 \text{ cm}^2$ et $2,02 \text{ cm}^2$ pour les groupes TCC contrôle et contrôle). De plus, l'analyse démontre des différences significatives pour le facteur condition ($F(5,75) = 15,28; p < 0,001$). L'analyse Post hoc avec la technique Newman-Keuls (NK) indique que les conditions 5 et 6 sont significativement différentes des conditions 1 à 4. Toutefois, l'interaction condition par pré-post entraînement n'est pas significative ($F(5,75) = 0,99; p < \text{N.S.}$).

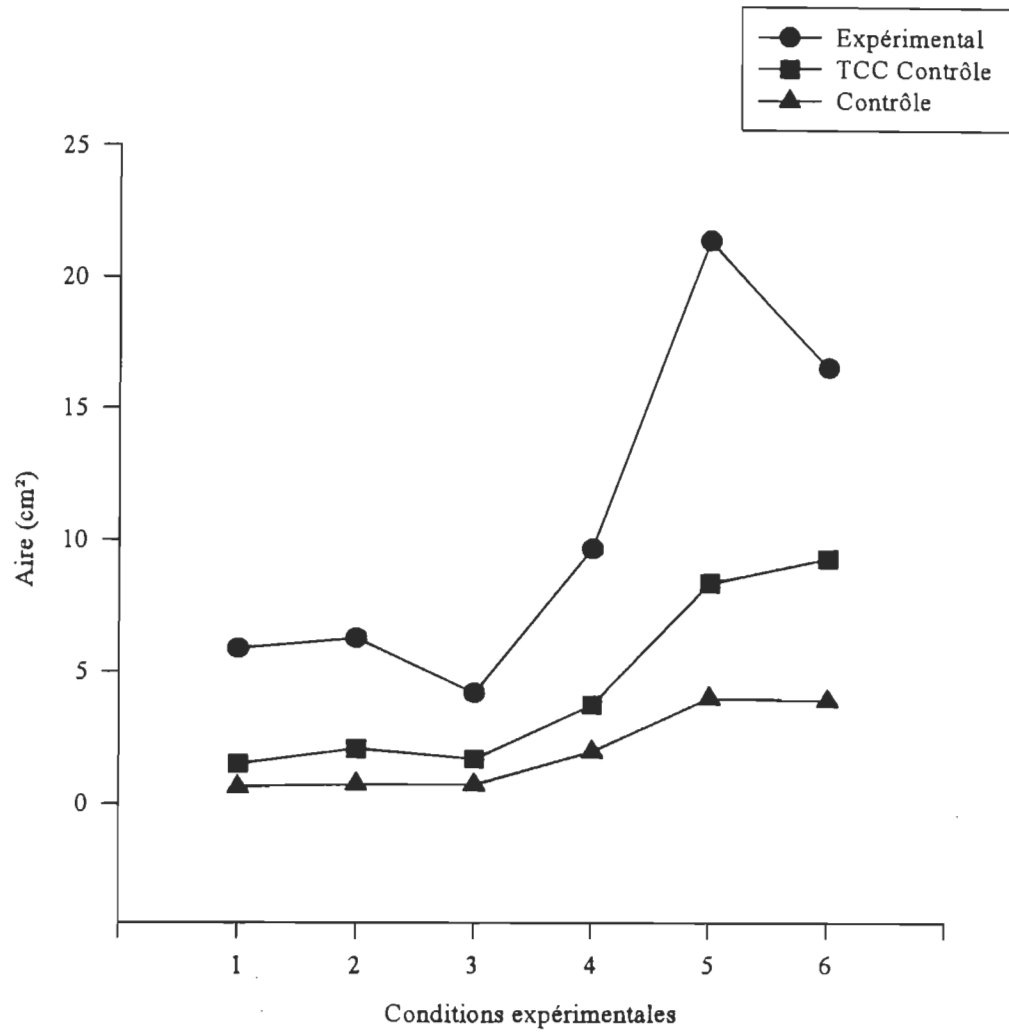


Figure 10. Représentation graphique de l'interaction groupe par condition pour la variable aire.

L'intérêt principal de notre étude est de vérifier l'efficacité d'un entraînement en danse aérobique comparativement à un entraînement musculaire. Toutefois, l'interaction groupe par pré-post entraînement ne s'est pas révélée significative ($F(2,15) = 1,63$; $p <$

N.S.). Par contre, l'examen de la Figure 11 démontre une tendance intéressante pour l'effet de l'entraînement pour le groupe expérimental. La surface d'oscillation diminue de 5,6 cm² par rapport aux données avant l'entraînement et ce, pour l'ensemble des conditions. Dans les groupes TCC contrôle et contrôle les diminutions sont de 0,6 cm² et 0,4 cm² respectivement. Cela indique que, même avec un entraînement musculaire, le groupe TCC contrôle ne s'améliore guère plus que le groupe contrôle qui n'a suivi aucun entraînement. Considérant le petit nombre de sujets et l'importante variabilité intersujet dans le groupe expérimental, l'absence de significativité pourrait provenir d'un manque de puissance statistique.

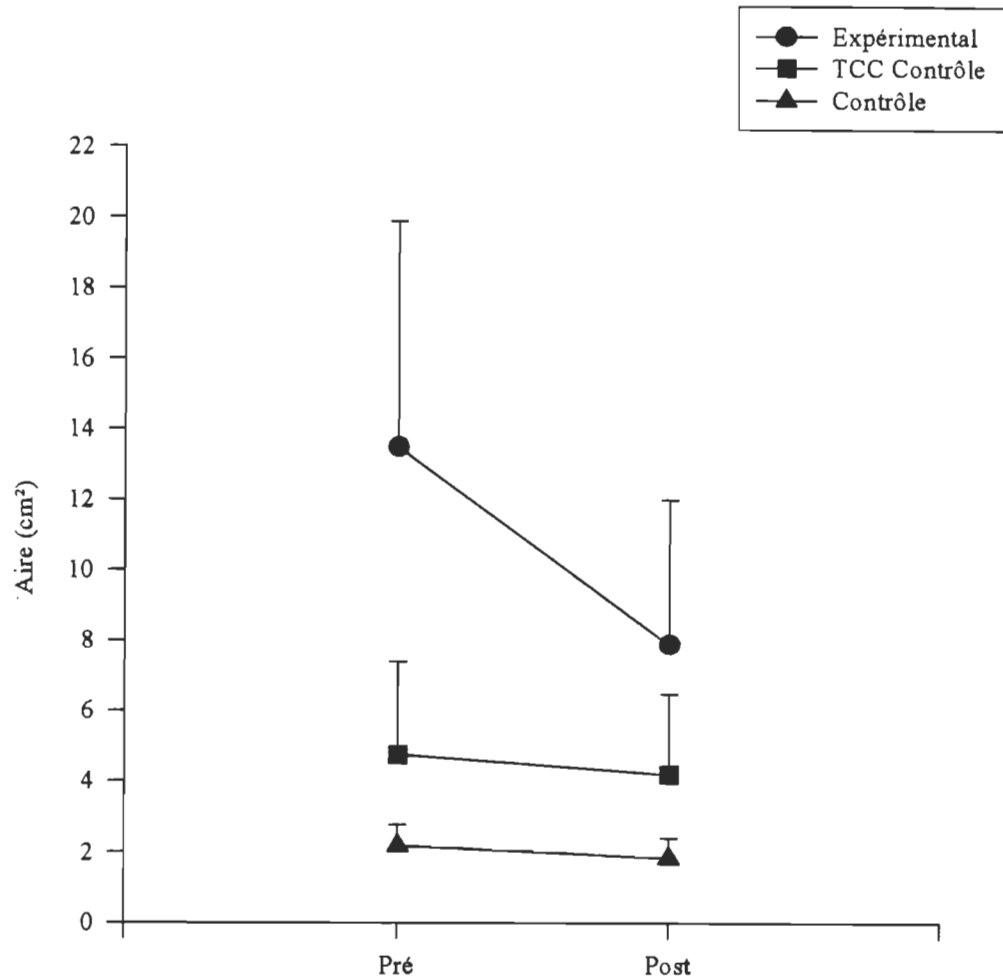


Figure 11. Représentation graphique des moyennes des aires des oscillations posturales pour chacun des groupes.

Amplitude antéro-postérieure. Les résultats de l'amplitude antéro-postérieure maximale viennent confirmer les résultats de l'aire (voir Figure 12). En effet, les résultats de l'ANOVA sur les amplitudes antéro-postérieures maximales démontrent des effets significatifs pour les facteurs groupe ($F(2,15)=11,351$ $p < 0,001$) et condition

($F(5,75)=38,59$; $p < 0,001$). Une fois de plus, le groupe expérimental se distingue des autres groupes. L'analyse Post hoc avec la technique NK indique que les conditions 4, 5 et 6 sont significativement différentes des conditions 1 à 3. Ceci démontre qu'une altération de l'information proprioceptive impliquée dans le contrôle postural provoque une augmentation des amplitudes antéro-postérieures.

Comme pour l'aire, l'interaction groupe par pré-post entraînement n'est pas significative ($F(2,15) = 1,151$; $p < N.S.$). Cependant, en examinant la Figure 13, nous constatons que le groupe expérimental démontre une diminution de 1,27 cm de l'amplitude en postentraînement, comparativement à de légères augmentations de 0,14 cm et 0,025 cm pour les groupes TCC contrôle et contrôle. Une fois de plus, cette absence d'effet significatif est possiblement dû au faible nombre de sujets et à une grande variabilité intersujet.

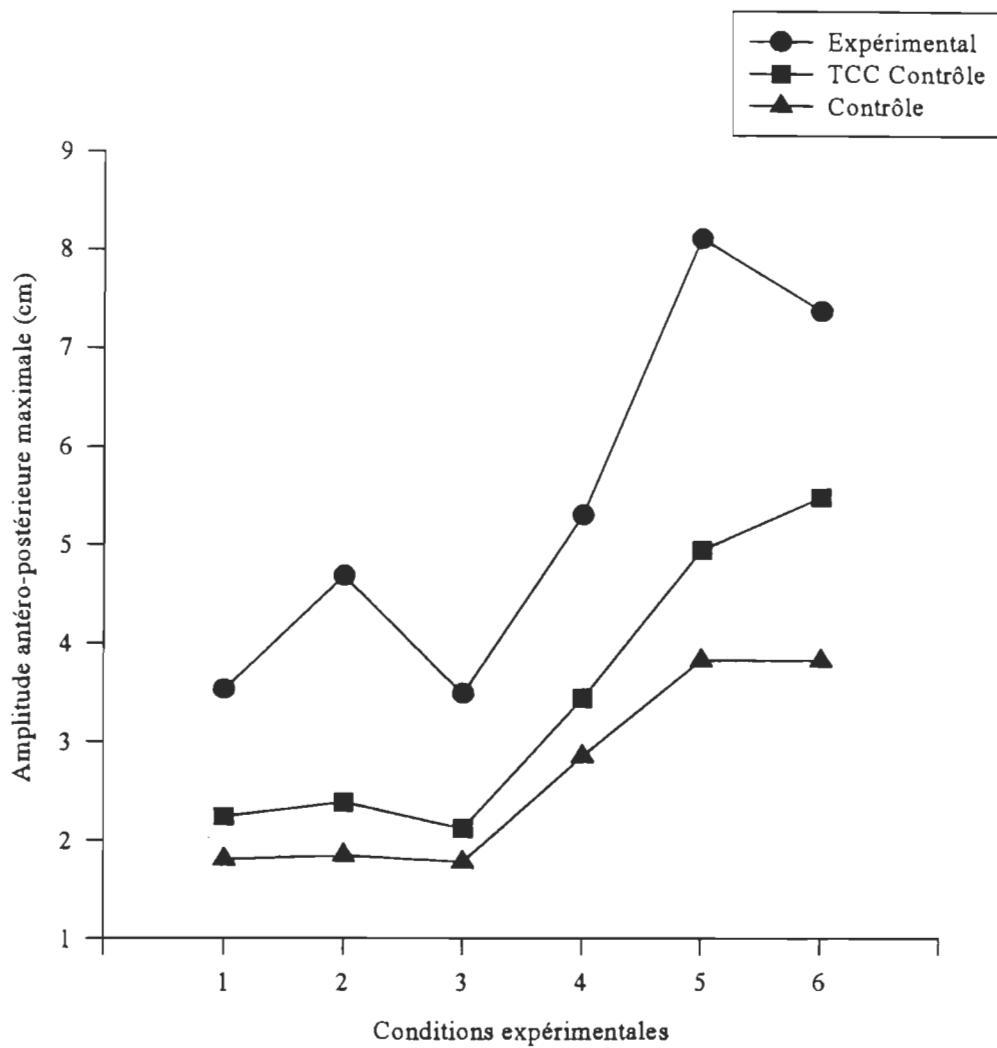


Figure 12. Représentation graphique de l'interaction groupe par condition pour la variable amplitude antéro-postérieure maximale.

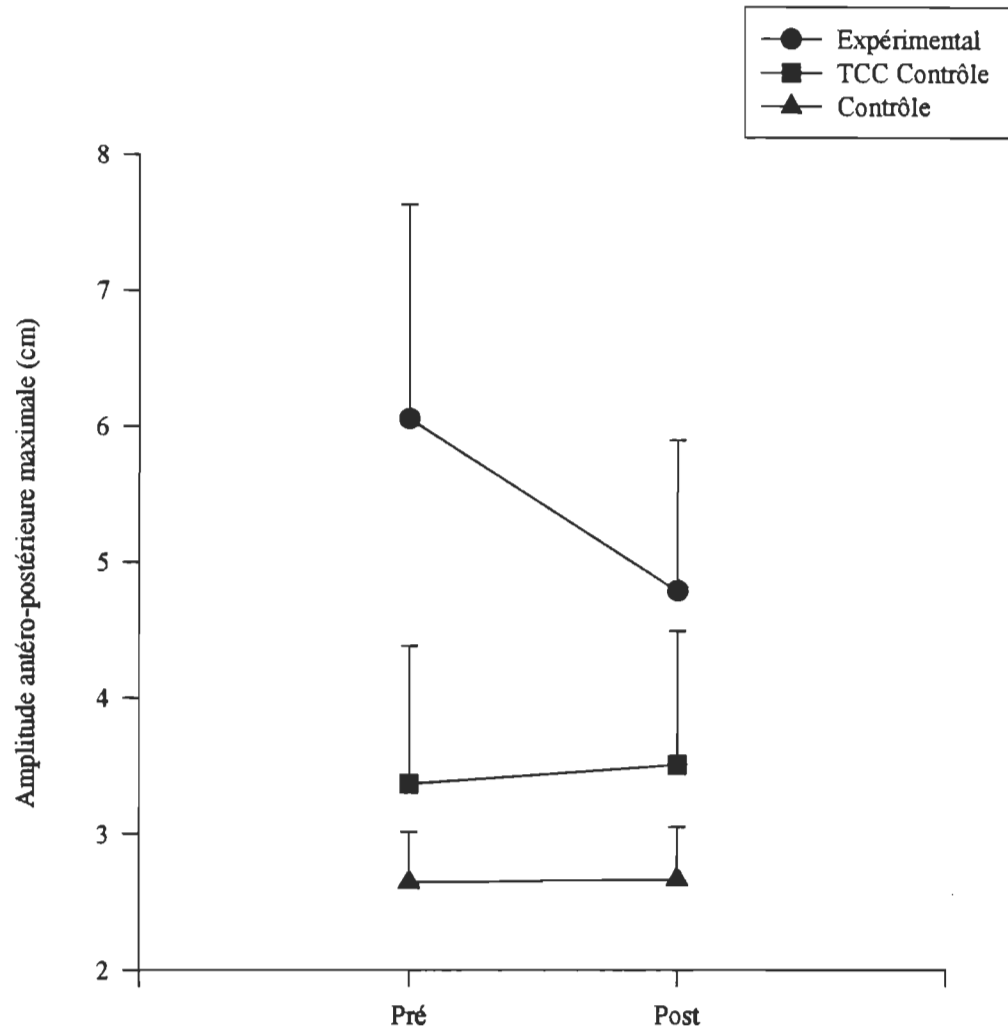


Figure 13. Représentation graphique des moyennes des amplitudes antéro-postérieures maximales des oscillations posturales pour chacun des groupes.

Analyse descriptive. Comme nous l'avons mentionné plus tôt, le groupe expérimental démontre une variabilité intersujet importante. Certains sujets ont obtenu des améliorations de l'ordre de 80 % et d'autres, de 20 %. Afin de mieux illustrer ces différences, voici des surfaces d'oscillation obtenues pour quelques sujets. La Figure 14 illustre la surface d'oscillation du sujet 9 pour la condition 1 pré et post entraînement. L'examen de la Figure 14 nous démontre qu'il y a eu une diminution marquée de la surface d'oscillation et de l'amplitude antéro-postérieure pour le sujet 9 dans le condition 1. L'aire diminue de 44,2 cm² pour atteindre une valeur s'approchant de celle des sujets contrôles sains ($\bar{X} = 0,6 \pm 0,2$ cm²). L'amplitude antéro-postérieure maximale diminue aussi de façon importante, soit une différence de 7,2 cm entre avant et après l'entraînement.

La Figure 15 démontre les surfaces d'oscillation du sujet 9 avant et après l'entraînement pour la condition 6. Nous constatons une fois de plus une amélioration. En effet, des diminutions de 12,3 cm² pour l'aire et de 5,9 cm pour l'amplitude AP maximale sont remarquées pour la condition 6. Cela indique que l'entraînement permet au sujet 9 d'améliorer son contrôle de l'équilibre. De plus, le sujet 9 était incapable de faire les 2 essais dans chacune des conditions en préentraînement, car il devenait trop étourdi et tombait. Aussi, il se fatiguait très rapidement. Cependant, en postentraînement, il a exécuté les 2 essais sans avoir ni perte d'équilibre ni fatigue excessive.

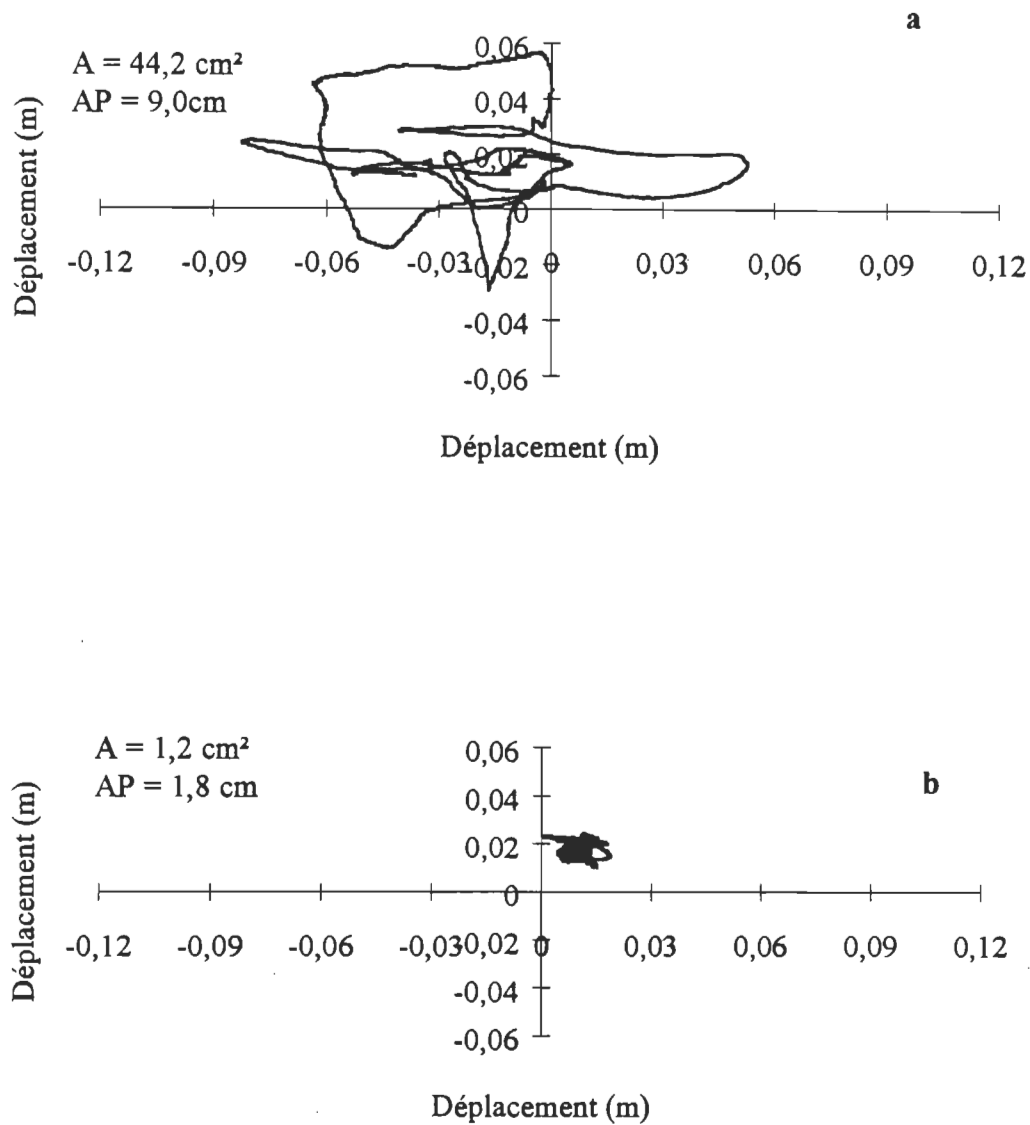


Figure 14. Représentation graphique de la surface de déplacement du centre de pression du sujet 9 lors de la condition 1, essai 1 en préentraînement (a) et en postentraînement (b) (A = aire; AP = amplitude antéro-postérieure maximale).

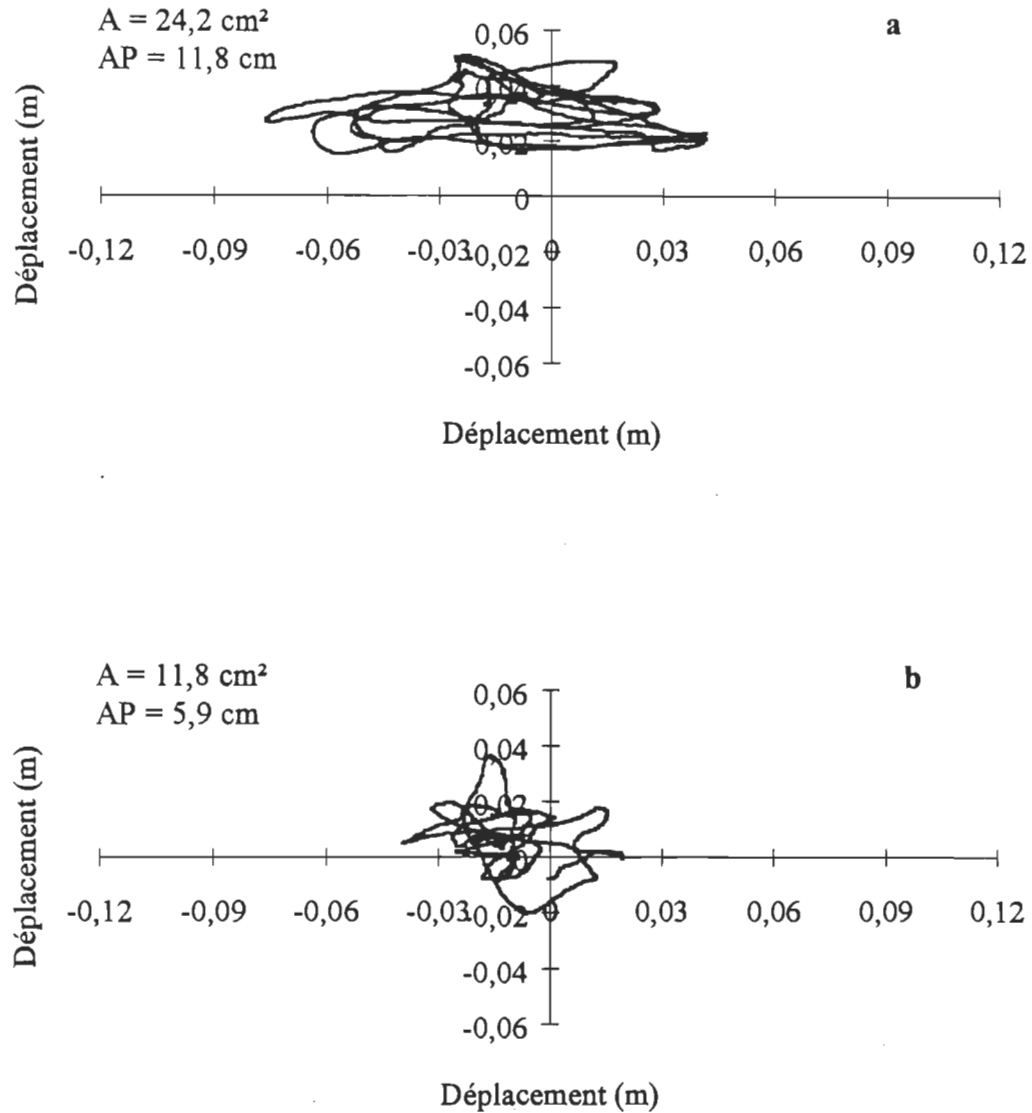


Figure 15. Représentation graphique de la surface de déplacement du centre de pression du sujet 9 lors de la condition 6, essai 1 en préentraînement (a) et en postentraînement (b) (A= aire; AP = amplitude antéro-postérieure maximale).

La Figure 16 illustre les surfaces d'oscillation du sujet 2 dans la condition 1. Nous constatons qu'il y a peu de différence entre avant et après l'entraînement. Ceci est probablement dû au fait que le sujet avait déjà fait ce type d'entraînement préalablement à l'étude et qu'il ne présentait aucun trouble d'équilibre très apparent. Le sujet démontre des résultats semblables à ceux obtenus par les sujets contrôles sains pour la condition 1. De plus, le sujet 2 avait subi le traumatisme 7 ans avant le début de l'entraînement, comparativement à 10 mois pour le sujet 9.

La Figure 17 illustre les surfaces d'oscillation du sujet 2 pour la condition 6. Le sujet ne présente pas d'amélioration. Il démontre des oscillations légèrement plus importantes que la moyenne des sujets du groupe contrôle sain, qui sont de $3,96 \pm 1,95$ cm² pour l'aire et $3,83 \pm 1,09$ cm pour l'amplitude antéro-postérieure maximale. Aussi, il est important de noter que le sujet 2 a participé à 3 séances de moins que le sujet 9 et qu'il était moins motivé.

Les Figures 18 et 19 illustrent les données du sujet 4. Ce dernier démontre une amélioration à la condition 1, mais pas à la condition 6. En effet, le sujet s'améliore de $3,4$ cm² pour l'aire et de $2,2$ cm pour l'amplitude antéro-postérieure maximale pour la condition 1. Ces résultats démontrent que le sujet semble avoir une amélioration de l'équilibre lorsque toutes les informations sensorielles sont présentes. Lorsqu'il y a modification de l'information proprioceptive ou visuelle, le sujet demeure avec des troubles d'équilibre apparents. Le sujet 4 a subi son traumatisme 7 ans avant le début de son entraînement et une hémiplégie gauche résulte de cet accident, ce qui pourrait expliquer le manque d'impact de l'entraînement.

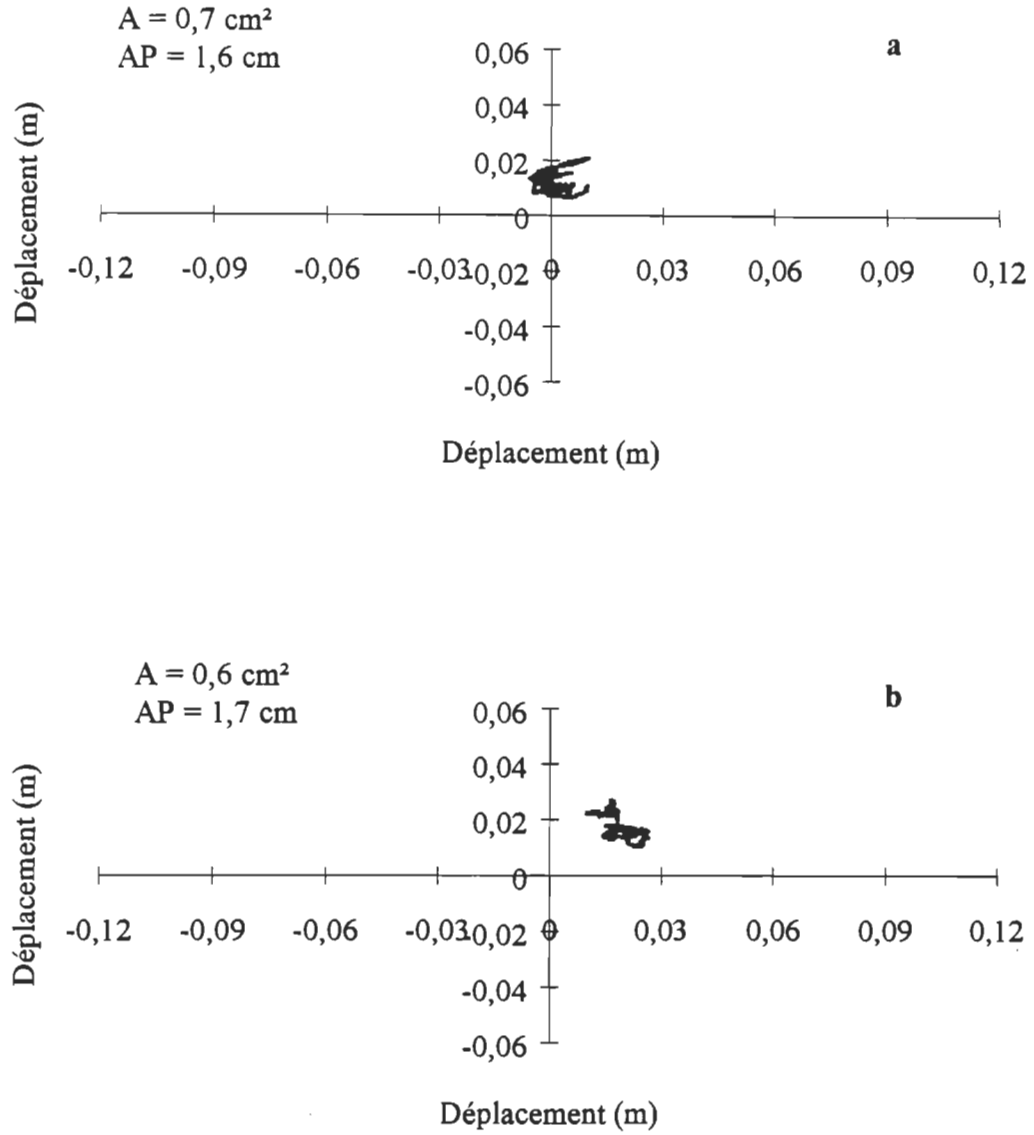


Figure 16. Représentation graphique de la surface de déplacement du centre de pression du sujet 2 lors de la condition 1, essai 1 en préentraînement (a) et en postentraînement (b) (A = aire; AP = amplitude antéro-postérieure maximale).

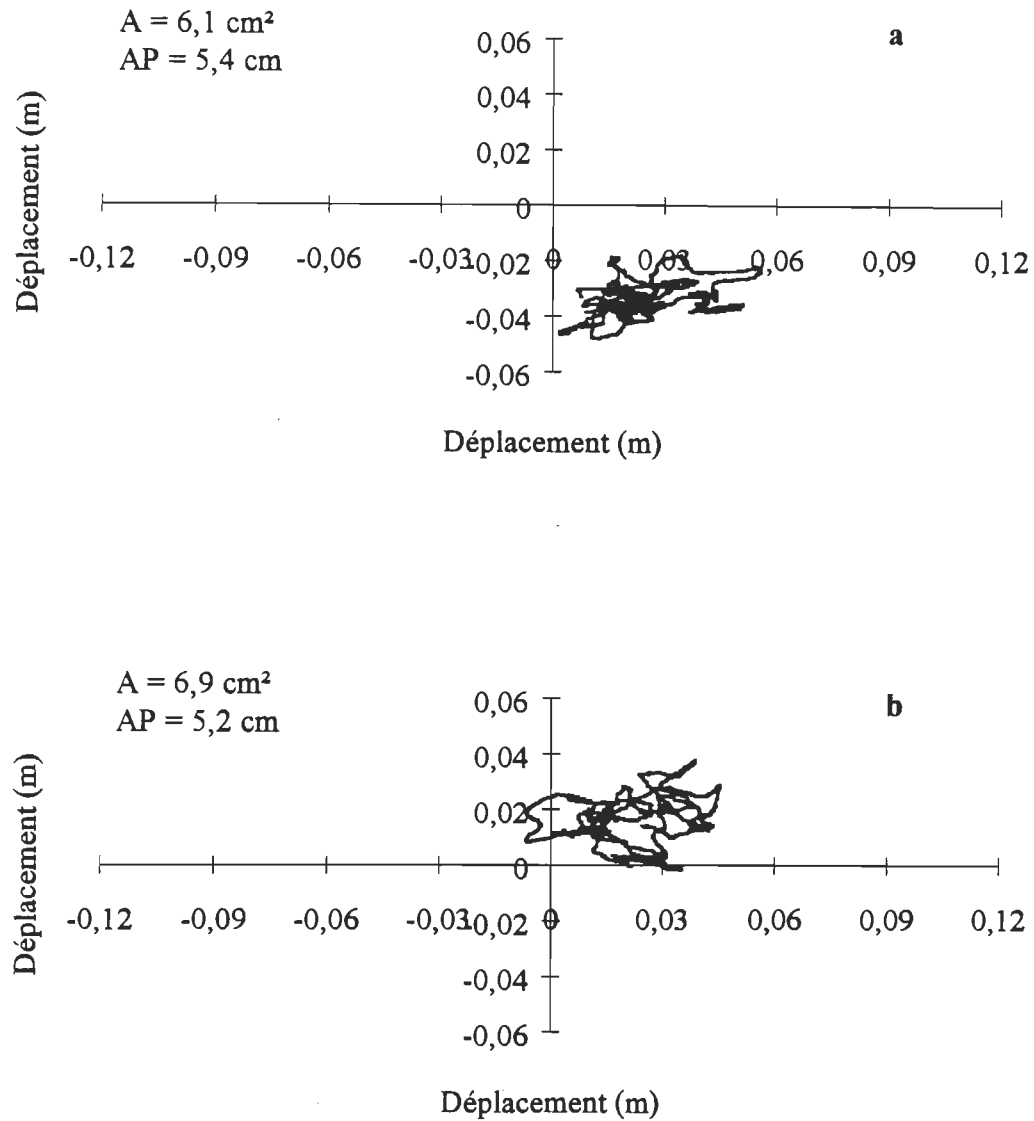


Figure 17. Représentation graphique de la surface de déplacement du centre de pression du sujet 2 lors de la condition 6, essai 2 en préentraînement (a) et en postentraînement (b) (A= aire; AP = amplitude antéro-postérieure maximale).

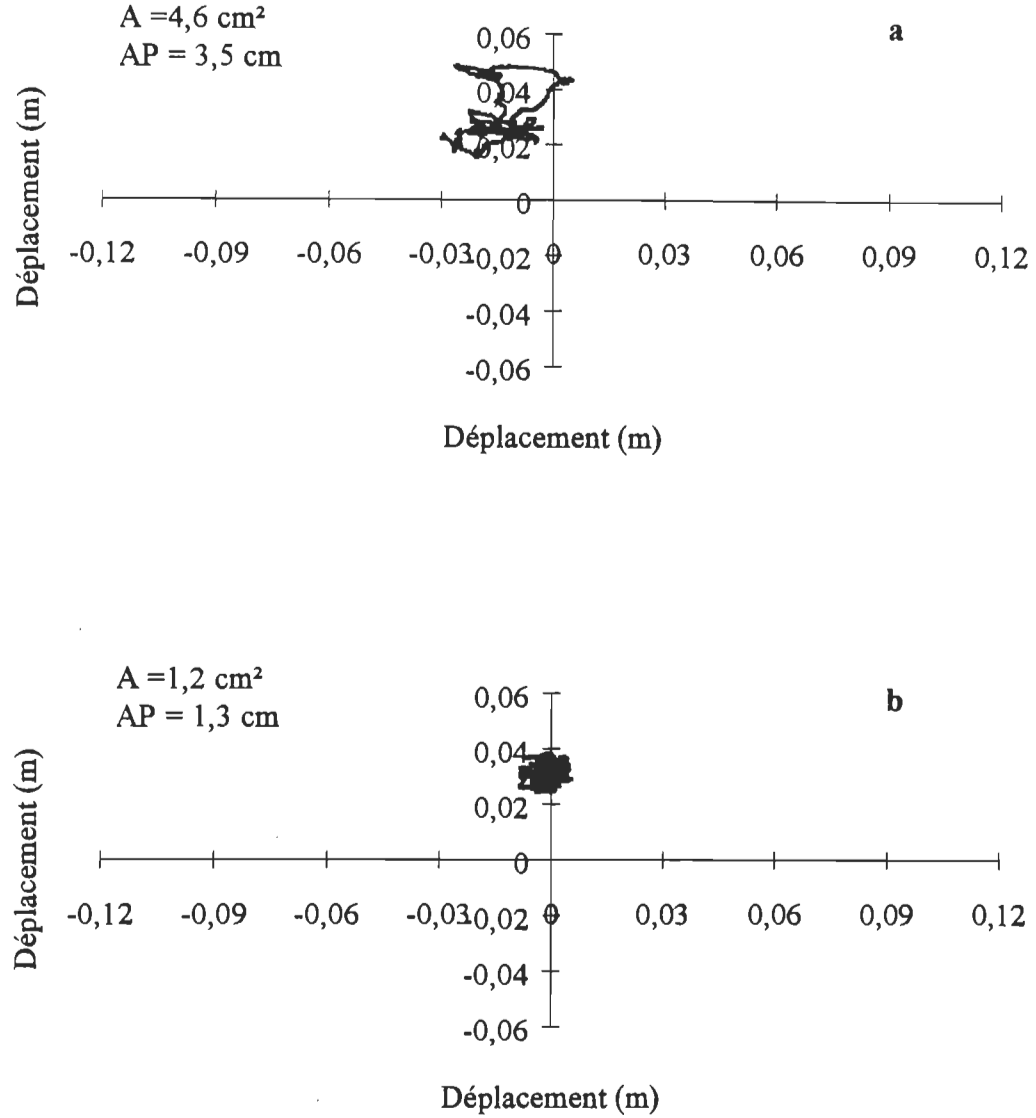


Figure 18. Représentation graphique de la surface de déplacement du centre de pression du sujet 4 lors de la condition 1, essai 1 en préentraînement (a) et en postentraînement (b) (A= aire; AP = amplitude antéro-postérieure maximale).

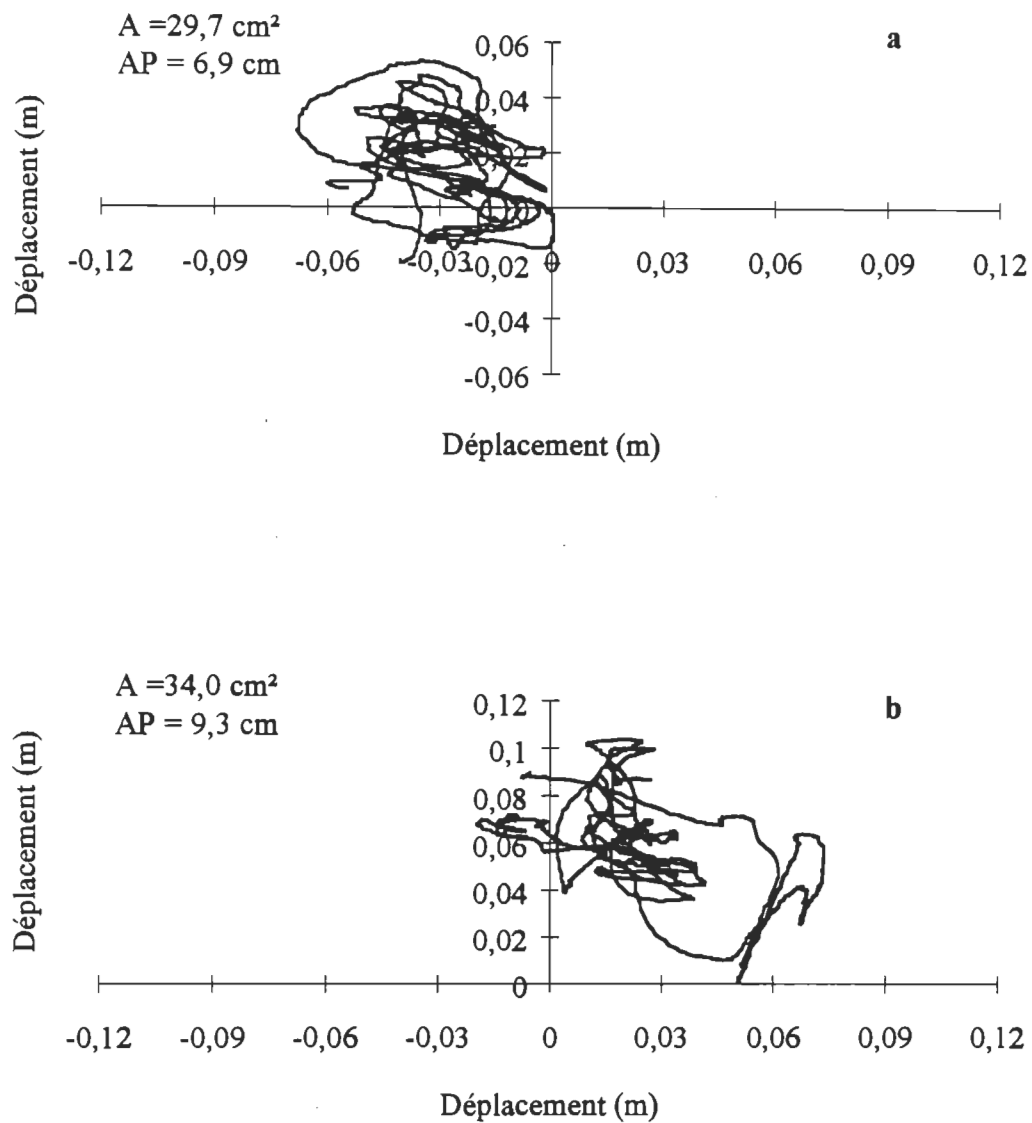


Figure 19. Représentation graphique de la surface de déplacement du centre de pression du sujet 4 lors de la condition 6, essai 1 en préentraînement (a) et en postentraînement (b) (A= aire; AP = amplitude antéro-postérieure maximale).

CHAPITRE IV

Discussion

L'objectif premier de cette étude était de vérifier l'efficacité d'un entraînement spécifique visant à réduire les troubles d'équilibre et de coordination chez des sujets ayant un TCC. L'entraînement spécifique avait pour but de stimuler les différents récepteurs sensoriels impliqués dans le contrôle de l'équilibre et de la coordination pour ainsi aider à la réorganisation des fonctions supérieures du système nerveux central (Berrol, 1990). Globalement, les résultats indiquent que l'entraînement spécifique en danse aérobique, *Step* et *Slide* produit des améliorations plus marquées de la coordination et de l'équilibre qu'un entraînement strictement musculaire. Cependant, plusieurs éléments contextuels permettent de mettre en relief les résultats et d'expliquer certaines des différences obtenues.

Le programme utilisé dans notre intervention répondait à des critères d'individualisation et de spécificité au niveau de la stimulation pluri-sensorielle dans la rééducation motrice de l'équilibre, tel que suggéré par Horak et al. (1997) et Shumway-Cook et Olmscheid (1990). Le *Slide* permettait de stimuler plus particulièrement les récepteurs proprioceptifs à cause de sa surface glissante et le *Step* produisait une stimulation aux récepteurs vestibulaires, parce que les mouvements nécessitaient des changements fréquents de direction. Tout comme Berrol et Katz (1985) notre programme adapté prenait en considération le niveau initial du participant. Tous les sujets suivaient le même entraînement, mais la progression se faisait à partir des acquis

du sujet et de ce qui lui était familier. Les exercices étaient exécutés à la vitesse que le sujet déterminait. Une musique de fond, au choix du sujet, favorisait la participation et la motivation sans toutefois imposer un rythme au sujet. À chaque début de séance, l'instructeur, avec l'aide du participant, déterminait les objectifs de la séance. Les sujets manifestaient une autonomie de plus en plus importante avec l'apprentissage. Au début, l'instructeur démontrait et indiquait les routines, mais plus les entraînements progressaient, moins l'instructeur guidait les sujets. Les sujets apprenaient les enchaînements de mouvements et déterminaient leur vitesse d'exécution. Ils devenaient alors de plus en plus proactifs dans l'entraînement.

Un autre facteur important à considérer est le temps écoulé depuis le traumatisme. Certains sujets ont eu leur traumatisme moins d'un an avant le début de l'entraînement, alors que d'autres l'avaient eu plus de huit ans auparavant. Cela dénote une grande disparité intersujet. Même si le groupe était hétérogène, les sujets présentaient des surfaces et des amplitudes d'oscillation beaucoup plus grandes et des patrons de mouvements de coordination différents de ceux obtenus chez des sujets sains. Cette constatation indique que les sujets TCC demeurent avec des troubles d'équilibre et de coordination même huit ans après leur traumatisme, comme l'ont démontré Noël et al. (1989) et Geurts et al. (1996).

Certains sujets du groupe expérimental présentent de grandes améliorations et d'autres, peu ou pas d'amélioration. Le sujet 1 démontre des améliorations importantes concernant la synchronisation bi-latérale, mais très peu du point de vue des variables de l'équilibre. Il était incapable d'effectuer les deux essais par condition pour le test

d'équilibre en préentraînement car il devenait trop étourdi. Toutefois, il a été capable de les exécuter en postentraînement même si les amplitudes d'oscillation étaient demeurées similaires. Aussi, il est important de noter que le sujet 1 avait subi son traumatisme plus de 8 ans avant le début de l'entraînement. Cohadon, Richer, Reglade et Dartigues (1988) soutiennent que plus la réadaptation est retardée, plus il est difficile de retrouver le même profil prémorbide. Le sujet 2 a démontré peu d'amélioration de l'équilibre et de la coordination. Nous pouvons possiblement attribuer ceci au fait que le sujet avait déjà fait ce type d'entraînement, ce qui lui a permis de minimiser l'impact de son TCC du point de vue des troubles de coordination et d'équilibre. Le sujet 4 démontrait des améliorations assez marquées au niveau de la coordination et de légères améliorations de l'équilibre. Son assiduité et sa grande motivation ont certainement contribué à l'amélioration, même s'il avait subi son traumatisme plus de 8 ans avant le début de l'entraînement. Bien que le sujet 7 ait terminé l'entraînement prématurément en raison d'un retour aux études, il a démontré une amélioration importante de la surface d'oscillation ainsi qu'une diminution des décalages spatiaux et temporels.

Les améliorations du sujet 9 avaient un caractère spectaculaire et particulièrement intéressant pour cette étude. En effet, ce sujet avait le bilan le plus faible du point de vue de la coordination et de l'équilibre. Les conditions de réalisation de l'entraînement étaient idéales, puisqu'il a débuté son programme adapté 10 mois après le traumatisme (Cohadon et al., 1988). De plus, il était particulièrement motivé et assidu. Les autres thérapeutes du centre de réadaptation nous ont souligné que le sujet aimait beaucoup la danse et avait toujours hâte à la séance suivante.

Le groupe contrôle était lui aussi assez hétérogène. Ce groupe comprenait le seul sujet de l'étude avec un diagnostic de TCC léger. Ce sujet présentait des résultats très similaires à ceux des sujets sains pour l'équilibre. Ceci vient appuyer les données de Shumway-Cook et Olmscheid (1990), qui indiquent que les individus ayant un TCC léger ne présentent pas toujours des troubles d'équilibre. Par contre, pour le sujet 10, qui présentait des améliorations de l'équilibre, l'entraînement musculaire semblait la prescription idéale, parce que la majorité de ses troubles moteurs provenaient de son hémiplegie droite et de sa faiblesse musculaire. Pour l'autre sujet de ce groupe, l'entraînement musculaire n'a apporté aucun changement dans les troubles d'équilibre et de la coordination.

Analyse cinématique du mouvement de coordination

Les sujets du groupe expérimental ont amélioré leur synchronisme des bras tant au niveau temporel qu'au niveau des vitesses maximales. Le synchronisme des genoux a été amélioré au niveau temporel, mais pas au niveau des décalages entre les vitesses maximales. Cela s'explique par le fait que les genoux obtiennent des vitesses maximales relativement faibles. Il devient alors plus difficile d'obtenir un potentiel d'amélioration élevé. Les sujets du groupe TCC contrôle ne démontrent pas d'amélioration significative dans le synchronisme et la fluidité du mouvement. Comme il est illustré à la Figure 4, le groupe expérimental démontre des troubles de coordination plus marqués que le groupe TCC contrôle en préentraînement, mais obtient des valeurs de décalages temporels moindre que ce dernier en postentraînement. Il faut alors comprendre qu'un entraînement musculaire assisté par des appareils ne stimule pas de façon assez efficace

la coordination multi-membres. Les résultats que nous avons obtenus viennent appuyer ceux de Verfaillie, Nichols, Turkel et Hovell (1993), qui démontrent l'importance de la spécificité de l'entraînement pour améliorer l'équilibre chez les TCC.

Analyse de l'équilibre

L'évaluation préentraînement de l'équilibre nous permet de constater que les groupes TCC obtiennent des surfaces d'oscillation et des amplitudes antéro-postérieures maximales plus élevées que le groupe contrôle. Les sujets ayant un traumatisme plus sévère présentent des oscillations plus grandes, surtout lorsque l'information visuelle ou proprioceptive est modifiée. Ces données confirment les résultats obtenus par Dault et Dugas (1997), Wober et al. (1993) ainsi que Ingersoll et Armstrong (1992). Shumway-Cook et Olmscheid (1990) avaient indiqué que lorsqu'on altère une source d'information impliquée dans le contrôle de l'équilibre, les oscillations augmentent. En effet, les résultats démontrent que les sujets du groupe expérimental semblaient plus affectés par la modification de l'information proprioceptive que les sujets des autres groupes.

Les résultats démontrent également que le groupe expérimental tend à obtenir des améliorations plus marquées que le groupe TCC contrôle, même si l'analyse statistique était non-significative. Cette constatation vient appuyer la prémisse que la réadaptation de l'équilibre est plus efficace lorsqu'on intègre des activités de stimulation des mécanismes impliqués dans son contrôle (Gill-Body et al., 1997). Les exercices proposés dans le programme permettaient de solliciter spécifiquement ces mécanismes (Horak, Henry et Shumway-Cook, 1997). Les exigences du point de vue du contrôle de l'équilibre devenaient de plus en plus importantes au fur et à mesure que nous

progressions. Les sujets qui ont suivi l'entraînement spécifique en danse aérobique obtiennent des pourcentages d'amélioration beaucoup plus prononcés que ceux qui ont suivi un entraînement musculaire ou aucun entraînement. Buchner et al. (1997) avaient démontré, eux aussi, qu'un entraînement en danse aérobique est plus efficace qu'un entraînement en bicyclette ou à la marche pour pallier les troubles d'équilibre présents chez les personnes âgées.

Forces et faiblesses de l'étude

L'utilisation de la plate-forme de force et d'une caméra à haute vitesse nous a permis d'évaluer l'équilibre et la coordination de façon quantitative et objective. Comparativement aux études préalablement effectuées dans ce domaine, ceci nous permettait d'obtenir des valeurs plus précises que celles présentées par Berrol et Katz (1985) et par Berrol (1990). De plus, l'entraînement proposé est peu coûteux et relativement simple à mettre en place pour les éducateurs physiques.

D'autre part, la présente étude a fait appel à un nombre restreint de sujets. L'étude demandait une grande disponibilité et très peu de sujets se sont montrés intéressés. De plus, la région de Trois-Rivières ne compte pas un très grand nombre de sujets ayant un TCC, comparativement aux régions de Québec ou de Montréal. De plus, le traitement des données est un processus d'assez grande envergure. Il est alors difficile pour les éducateurs physiques des centres de réadaptation d'obtenir des résultats aussi précis que ceux présentés dans la présente étude. Il est dès lors nécessaire de développer des systèmes d'évaluation objectifs, faciles à utiliser et permettant d'observer la progression des individus ayant un TCC au cours de leur processus de réadaptation.

CHAPITRE V

Conclusion

Les troubles du contrôle de l'équilibre et de la coordination sont présents chez 33 % des personnes qui subissent un TCC et peuvent demeurer présents plusieurs années suivant le traumatisme (Wober et al., 1993; Geurts et al., 1996; Noël et al., 1989). Il devient alors important de trouver des moyens efficaces d'intervenir auprès de cette population afin de réduire ces troubles. Cette étude avait pour but de connaître l'efficacité d'un entraînement combiné de *Step*, de *Slide* et de danse aérobique adaptée à la clientèle, comparativement à un entraînement musculaire, pour réduire les troubles d'équilibre et de coordination qui surviennent suite à un TCC.

L'utilisation d'appareils à la fine pointe de la technologie nous a permis de quantifier les différences pré-post entraînement et de comparer les deux types d'entraînement de manière objective. Les sujets expérimentaux démontrent des améliorations beaucoup plus marquées que les sujets contrôles du point de vue de l'équilibre et de la coordination. Les résultats obtenus nous permettent de constater que la danse est une avenue prometteuse pour le domaine de la réadaptation.

Les éducateurs physiques se doivent de bien planifier la rééducation motrice en fonction des besoins de leur clientèle, pour ainsi augmenter leur potentiel d'autonomie et leur chances d'un retour au travail. Pour y parvenir, ils doivent s'assurer d'abord de bien

évaluer les déficits. Ensuite, la présente étude suggère différents exercices pouvant aider à améliorer des déficits au niveau du contrôle de l'équilibre suite à un TCC. Cependant, cela ne signifie pas que ces exercices conviennent à toutes les populations. Ils procurent des bienfaits aux personnes qui présentent des troubles d'équilibre et de coordination dus à un problème d'intégration sensorielle. Toutefois, ils peuvent ne pas convenir aux personnes présentant des troubles qui proviennent d'une faiblesse musculaire, d'où l'importance de prescrire des programmes individualisés.

Des études ultérieures sont nécessaires afin de développer des outils simples et efficaces qui permettraient l'évaluation des déficits de l'équilibre et de la coordination; cela permettra aux éducateurs physiques de prescrire adéquatement des programmes individualisés.

RÉFÉRENCES

- Ashley, M.J. et Krych, D.K. (1995). Traumatic Brain Injury Rehabilitation. New York: CRC Press.
- Athènes, S. et Wing, A.M. (1989). Knowledge-directed coordination in reaching for objects in the environment. In Wallace, S. A. (ed.). Perspective on coordination of movement. (pp. 285-301). New York: North-Holland.
- Barat, M. et Mazaux, J.M. (1986). Rééducation et réadaptation des traumatisés crâniens. Collection rééducation fonctionnelle et de réadaptation. Paris: Masson.
- Bergego, C. et Azouri, P. (1995). Neuropsychologie des traumatismes crâniens graves de l'adulte. Paris: Ed. Frisson-Roche.
- Berrol, C. (1990). Dance/movement therapy in head injury rehabilitation. Brain Injury, 4 (3), 257-265.
- Berrol, C. et Katz, S. (1985). Dance/movement therapy in the rehabilitation of individuals surviving severe head injuries. American Journal of Dance Therapy, 8, 46-66.
- Buchner, D.M., Cress, M.E., de Lateur, B.J., Esselman, P.C., Margherita, A.J., Price, R. et Wagner, E.H. (1997). A comparison of the effects of three types of endurance training on balance and other fall risk factors in older adults. Aging and Clinical Experimental Research, 9 (1/2), 112-119.
- Cohadon, F., Richer, E., Reglade C. et Dartigues, J.F. (1988). Recovery of motor function after severe traumatic coma. Scandinavian Journal of Rehabilitation and Medicine, 17(suppl.), 75-85.
- Dault, M.C. et Dugas, C. (sous presse). Equilibrium assessment of head-injured subjects with a modified version of the Romberg Test. Adapted Physical Activity Quarterly.
- Fiatarone, M.A. et Evans, W.J. (1993). The etiology and reversibility of muscle dysfunction in the aged. The Journal of Gerontology, 48 (special issue), 77-83.

- Geurts, A.C.H., Ribbers, G.M., Knoop, J.A. et Limbeek, J.V. (1996). Identification of static and dynamic postural instability following traumatic brain injury. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 77, 639-644.
- Gill-Body, K. M., Popat, R. A., Parker, S.W. et Krebs, D.E. (1997). Rehabilitation of balance in two patients with cerebellar dysfunction. Physical Therapy, 77(5), 55-552.
- Hagan, M. (1992). Slide training the program. Slide training seminar, Toronto.
- Hopkins, D.R., Murrah, B., Hoeger, W.W.K. et Rhodes, R.C. (1990). Effect of low-impact aerobic dance on the functional fitness of elderly women. The Gerontological Society of America, 30 (2), 189-192.
- Horak, F.B., Henry, S.M. et Shumway-Cook, A. (1997). Postural perturbations: New insights for treatment of balance disorders. Physical Therapy, 77(5), 517-533.
- Hu, M.-H. et Woollacott, M. H. (1994). Multisensory training of standing balance in older adults: I. Postural stability and one-leg stance balance. Journal of Gerontology, 49(3), M52-M56.
- Ingersoll, C.D. et Armstrong, C.W. (1992). The effects of closed-head injury on postural sway. Medicine Science, Sports and Exercise, 24 (7), 739- 743.
- Kelso, J.A.S. (1995). Dynamic Patterns: the self organization of brain and behavior. Cambridge : A Bradford Book - The MIT Press.
- Leahy, P. (1994). Traumatic Head Injury. In O'Sullivan, S.B. et Schmitz, T.J. (Eds.), Physical Rehabilitation: Assessment and Treatment (pp.491-507). Philadelphia: F.A. Davis Compagny.
- Létourneau, P.-Y. (1995). Le traumatisme crânio-cérébral. Rapport présenté à la Société de l'assurance automobile du Québec.
- Newton, R. (1989). Review of tests of standing balance abilities. Brain Injury, 3(4), 335-343.
- Noël, M., Côté G. et Nobecourt, P. (1989). Portrait de 60 personnes ayant subi un traumatisme crânien: 4 à 6 ans après leur traumatisme. Le Centre François-Charron. Rapport de recherche.

- Perrin, P. et Lestienne, F. (1994). Les mécanismes de l'équilibration humaine: Exploration fonctionnelle application au sport et à la rééducation. Monographies de Bois-Larris #29. Paris:Masson.
- Reese, S. et Lavery, K. (1991). *Slide boards: A conditioning and rehabilitative tool*. National Strength and Conditioning Association Journal, 13(5), 22-24
- Scharff-Olson, M., Williford, H.N., Blessing, D.L. et Greathouse, R. (1991). The cardiovascular and metabolic effects of bench Stepping exercise in females. Medicine and Science in Sports and Exercise. 23(11), 1311-1318.
- Schmitz, T.J. (1994). Coordination Assessment. In O'Sullivan, S.B. et Schmitz, T.J.(Eds.), Physical Rehabilitation: Assessment and Treatment (pp.97-109). Philadelphia: F.A. Davis Compagny.
- Shumway-Cook, A et Horak, F. B. (1986). Assessing the influence of sensory interaction on balance. Physical Therapy, 66, 1548-1550.
- Shumway-Cook, A. et Olmscheid, R. (1990). A systems analysis of postural dyscontrol in traumatically brain-injured patients. Journal of Head Trauma Rehabilitation, 5(4), 51-62.
- Stanforth, D., Stanforth, P. R., Velasquez, K.S. (1993). Aerobic requirement of bench Stepping. International Journal of Sports Medicine, 14(3), 129-133.
- Swinnen, S.P., Downskia, N., Verchueren, S., Serrien, D.J. et Daelman, A. (1995) Relative phase destabilization during interlimb coordination: the disruptive role of kinesthetic afferences induced by passive movement. Experimental Brain Research, 105, 439-454.
- Vanier, M. (1993). Traumatisme cranio-encéphalique grave: développement d'un système informatisé d'évaluation globale. Le Clinicien, 8 (5), 105-118.
- Verfaillie, D.F., Nichols, J.F., Turkel, E. et Hovell M.F. (1997). Effects of resistance, balance and gait training on reduction of risk factors leading to falls in elders. Journal of Aging and Physical Activity, 5, 213-228.
- Williford, H.N., Scharff-Olson, M. et Blessing, D.L. (1989). The physiological effects of aerobic dance: A review. Sports Medicine, 8 (6), 335-345.

Wober, C., Oder, W., Kollegger, H., Prayer, L., Baumgartner, C. Wober-Bingöl, C., Wimberger, D., Binder, H. et Deecke, L.(1993). Posturographic measurement of body sway in survivors of severe closed head injury. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 74, 1151-1156.

ANNEXE A

Progression du cours de danse aérobique adaptée

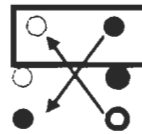
Étape 1

- *Mouvements de base sur le Step (4 pouces de hauteur)* : (○ = pied gauche position de départ; ● = pied droit position de départ; ○ = pied gauche en mouvement; ● = pied droit en mouvement)

- le pas de base : monter sur le *Step* et en descendre comme on monte et on descend des escaliers.



- le pas tourné : placé de côté au *Step*, monter la jambe droite et ensuite la jambe gauche en ouverture, descendre la jambe droite et descendre la jambe gauche de façon à faire un demi-cercle



- *Mouvements de base en workout* :

- le «Step touch» : déplacer la jambe droite vers la droite, déplacer la jambe gauche vers la droite, ramener la jambe gauche vers la gauche et ramener la jambe droite vers la gauche.

- le chassé : déplacer la jambe droite vers la droite, déplacer la jambe gauche vers la droite, répéter la même chose; ensuite ramener la jambe gauche vers la gauche et ramener la jambe droite vers la gauche, répéter la même chose.

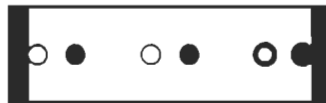
- élévation des genoux : soulever un genou à la fois.

Étape 2

- *Idem à l'étape 1 + mouvements de base sur le Slide (largeur = 2ième borne (5 pieds)):*

- *Ajout de la musique d'ambiance*

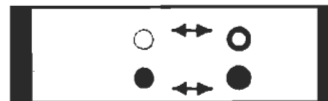
- le «*Step touch*» : départ à une extrémité du *Slide*, les pieds côte à côte sur la bande noire; déplacer un pied en glissant jusqu'au centre, ramener ensuite l'autre pied; refaire la même chose pour se rendre à l'autre bande noire.



- le *Slide* : départ les pieds côte à côte placés sur la bande noire; pousser avec la jambe qui touche à la bande noire (extérieure), puis glisser jusqu'à l'autre bande noire.



- le *ski de fond* : départ pieds face à la bande noire; reculer la jambe gauche, ramener la jambe gauche en même temps que la jambe droite recule, répéter en alternance .



Étape 3

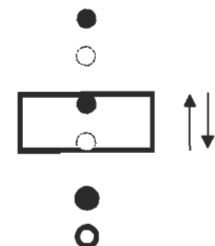
- *Mêmes exercices que l'étape 2*

- *Monter le Step de 2 pouces et ajuster le Slide à la taille du sujet*

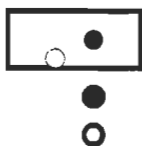
- *Ajout de mouvements de workout et de Step*

- le allonge arrière : allonger une jambe à la fois vers l'arrière.

- le par-dessus : placer de côté au *Step*, monter la jambe droite et la jambe gauche de façon à se retrouver de l'autre côté du *Step* .



- le genou : placer de côté au *Step*, monter la jambe droite et soulever le genou gauche, redescendre la jambe gauche et ensuite la jambe droite. Reprendre 4 fois avec la même jambe et changer de côté.



Étape 4

- *Enchaîner les mouvements de base (sans arrêt entre chaque mouvement)*
- *Ajout de 1 mouvement de Slide*

- le pointe devant et le pointe arrière : départ les pieds côte à côte placés sur la bande noire; pousser avec la jambe qui touche à la bande noire; glisser jusqu'à la bande noire; pointer le pied devant ou derrière. Reprendre de l'autre côté.



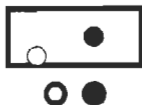
Étape 5

- *Pratiquer les mouvements sans l'aide de l'instructeur.*
- *Enchaîner les mouvements après 4 répétitions.*

Étape 6

- *Ajout de 1 mouvement de Step et de Slide*

- l'abduction : monter la jambe droite sur le *Step*, ensuite faire une abduction avec la jambe gauche, déposer jambe gauche et droite. Reprendre avec jambe gauche sur le *Step*.



- Slide-genou : départ les pieds côte à côte placés sur la bande noire; pousser avec la jambe qui touche à la bande noire; glisser jusqu'à l'autre bande noire; soulever le genou de la jambe intérieure. Reprendre de l'autre côté. (Voir pointe avant-arrière pour schéma.)

Étape 7

- *Ajout de 3 mouvements de Slide*

- Slide-fente : même description que *Slide-genou*, mais au lieu de soulever le genou, il faut pointer le pied de côté.

- l'épée : départ les pieds côte à côte placés sur la bande noire, pousser avec la jambe qui touche la bande noire; glisser jusqu'à l'autre bande noire en pointant la jambe intérieure; reprendre de l'autre côté en pointant l'autre jambe. (Ressemble à un mouvement d'escrime.)



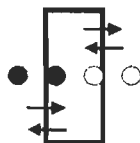
- l'inversé : même description que l'épée, sauf que c'est la jambe extérieure (celle qui pousse) qui est pointée.

Étape 8

- *Ajout de deux mouvements de Step*

- le chevauchement et le 3 genoux : départ pieds sur le *Step*; descendre un pied à la fois de chaque côté du *Step*; le pied droit descend à droite et le pied gauche descend à gauche; remonter le pied droit sur le *Step*; soulever le genou gauche et le redéposer au sol; refaire la dernière séquence trois fois; par la suite, descendre le

pied droit au sol; remonter le pied gauche sur le *Step* et soulever le genou droit trois fois.



Étape 9

- *Pratiquer les mouvements sans l'aide de l'instructeur et en suivant un rythme déterminé.*
- *Enchaîner tous les mouvements (4 répétitions chacun).*

Étape 10

- *Enchaîner tous les mouvement de jambe et de bras, sans l'aide de l'instructeur, en suivant le rythme de la musique et sans arrêt entre les mouvements.*