

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Effet de l'intensité d'un programme d'activité physique de type aérobic  
dans le traitement de la dépression majeure chez l'adulte.

Francine Therrien

Sous la direction de  
Tamàs Fülöp, M.D., Ph.D.  
Dominique Lorrain, Ph.D.  
Pierre Gauthier, Ph.D.

**MEMBRES DU JURY**

**Présidente du jury** : Denise St-Cyr Tribble, Ph.D.

**Membre externe à l'Université de Sherbrooke** : Dave Ellemberg, Ph.D.

**Membre externe aux programmes de sciences cliniques** : Lise Desmarais, Ph.D.

**Directeur de recherche** : Tamàs Fülöp, M.D., Ph.D.

**Co-directrice de recherche** : Dominique Lorrain, Ph.D.

**Co-directeur de recherche** : Pierre Gauthier, Ph.D.

Thèse présentée à la Faculté de médecine et des sciences de la santé  
En vue de l'obtention du grade de  
Philosophiae Doctor (Ph.D.)  
Programme de sciences cliniques

Janvier 2010

# RÉSUMÉ

Therrien, F., Fulop, T., Lorrain, D. et Gauthier, P.

Effet de l'intensité d'un programme d'activité physique de type aérobie dans le traitement de la dépression majeure chez l'adulte.

Huit pourcent des canadiens souffriront d'une dépression majeure au cours de leur vie. Un programme d'entraînement aérobie semble être un traitement efficace et offre du même coup un ensemble de bénéfices additionnels pour la santé. La science cherche donc à optimiser ce type de traitement, en tentant notamment de mieux cerner le type d'entraînement le plus optimal à prescrire à une personne souffrant de dépression. À ce titre, il semble logique que l'intensité de l'entraînement joue un rôle important au niveau de l'efficacité, étant donné qu'elle module des mécanismes neurophysiologiques qui semblent être au cœur de la pathophysiologie dépressive. Actuellement, on ne connaît pas l'intensité optimale à prescrire pour un programme d'entraînement aérobie chez une population de personnes dépressives.

Cette étude a pour principal objectif de vérifier, chez des adultes atteints de dépression majeure, l'effet de l'intensité d'un programme d'activité physique de nature aérobie sur la réduction des symptômes dépressifs ainsi que son influence sur la qualité de vie et de sommeil.

Deux groupes de sept adultes sédentaires ayant obtenu un diagnostic de dépression majeure selon les critères du DSM-IV et ne recevant pas d'autre traitement pharmacologique, psychologique ou autre, ont été formés par attribution au hasard. Un groupe a suivi un entraînement aérobie à intensité légère à modérée (40% de la puissance aérobie maximale ( $\dot{V}O_2$  max) et l'autre groupe s'est entraîné à une intensité modérée à élevée (70% du  $\dot{V}O_2$  max). Le volume d'entraînement a été le même pour tous les participants : 250 kcal par entraînement (lorsque l'intensité était plus élevée, la durée était moindre et vice versa), à raison de trois fois par semaine pendant huit semaines.

**Résultats :** À la suite de ce programme d'entraînement, 94% des participants ont connu une baisse des symptômes dépressifs et 70% étaient considérés non dépressifs à la fin de l'étude (selon l'échelle de Beck). La réduction moyenne au score de Beck a été de 18,2 points ( $\pm 8,44$ ). Il ressort de cette étude que le score de dépression a chuté plus rapidement dans le groupe à intensité modérée à élevée, mais la différence entre les deux groupes n'était pas significativement différente à la fin des huit semaines. D'autre part, bien que la puissance aérobie se soit significativement plus améliorée dans le groupe à intensité plus élevée, la qualité de vie et la qualité du sommeil se sont significativement améliorées pour l'ensemble des sujets mais n'ont pas différé de façon significative entre les deux groupes.

**Conclusion :** Deux programmes aérobie de courte durée provoquant la même dépense énergétique mais variant au niveau de l'intensité et de la durée se sont avérés d'une efficacité similaire pour atténuer l'état dépressif, améliorer le sommeil

et la qualité de vie. Le seul avantage additionnel observé dans le groupe à intensité élevée était une plus grande amélioration de la puissance aérobie maximale.

**Mots-clé** : Dépression; Traitement; Exercice; Aérobie; Intensité

# TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	2
LISTE DES TABLEAUX	8
LISTE DES FIGURES	9
LISTE DES SIGLES, ABBRÉVIATIONS ET SYMBOLES	10
LISTE DES SIGLES, ABBRÉVIATIONS ET SYMBOLES	10
INTRODUCTION	12
CHAPITRE 1 : LA PROBLÉMATIQUE	15
1.1 ÉNONCÉ DU PROBLÈME	15
1.2 BUTS DE LA RECHERCHE	18
CHAPITRE 2 : LA RECENSION DES ÉCRITS	19
2.1 ÉTUDES ÉPIDÉMIOLOGIQUES ET EXPÉRIMENTALES LIÉES AU TRAITEMENT DE LA DÉPRESSION PAR UN PROGRAMME D'ACTIVITÉ PHYSIQUE	19
Les études expérimentales	23
Volume et intensité d'entraînement	32
Différences individuelles	32
2.2 LES ÉCRITS SCIENTIFIQUES PORTANT SUR L'OPTIMISATION DE LA PRESCRIPTION D'ENTRAÎNEMENT POUR UNE POPULATION DÉPRESSIVE	34
2.2.1 Composantes de la prescription d'entraînement : définitions et importance	34
Types d'efforts	35
Durée des séances	35
Fréquence des entraînements	36
Intensité de l'effort fourni	36
Volume d'entraînement	37
2.2.2 Détermination de l'intensité d'un entraînement de nature aérobie	38
Intensité d'exercice aérobie en valeur absolue	38
Détermination d'une intensité relative d'entraînement aérobie	39
Mesure de la $\dot{V}O_2$ max par méthode directe par évaluation des gaz	40
Estimation de la $\dot{V}O_2$ max par des méthodes indirectes	40
Calcul de l'intensité relative d'entraînement	41
Méthode alternative permettant de déterminer une intensité relative d'entraînement de nature aérobie	41
Manque de connaissances concernant l'intensité optimale d'entraînement	41
2.2 LE RÔLE SPÉCIFIQUE DE L'INTENSITÉ D'ENTRAÎNEMENT AINSI QUE SON INFLUENCE SUR LES PRINCIPALES COMPOSANTES DE L'ÉTIOLOGIE DÉPRESSIVE	42
Note importante	42
Développement du cadre théorique d'intervention	42
Interaction des éléments sérotonine, BDNF et IGF-1	43
2.2.1 Rôle des neurotransmetteurs sérotonine et noradrénaline	46
Sérotonine	47
Noradrénaline	48
2.2.2 Rôle des facteurs neurotrophiques de croissance et circulation sanguine cérébrale	49
Augmentation des facteurs neurotrophiques de croissance	52
Stimulation de la circulation sanguine	56
Hormones anabolisantes	57
2.2.3 Rôle du sommeil	58
La neurogenèse au centre du sommeil et de la dépression	60
Adénosine et qualité du sommeil	61
2.2.4 Aperçu du rôle des facteurs psychologiques : activation, sentiment d'efficacité personnelle et d'auto-contrôle, confiance en soi, soutien social et distraction	62
Sentiment d'efficacité personnelle, d'auto-contrôle et de confiance en soi	62
Distraction et contact social	63

	2.3.5	Modèle intégrateur du cadre théorique .....	63
2.4		ÉLABORATION DES OBJECTIFS DE LA RECHERCHE, DE SES HYPOTHÈSES PRINCIPALES ET SECONDAIRES .....	65
		Objectifs de la recherche .....	65
		Hypothèses de la recherche .....	65
2.5		DÉFINITIONS, PRATICABILITÉ, PERTINENCE ET RETOMBÉES ANTICIPÉES .....	66
	2.5.1	Définitions .....	66
		Volume d'entraînement .....	66
		Intensité de l'activité physique .....	66
	2.5.2	Praticabilité.....	67
	2.5.3	Pertinence et retombées anticipées.....	68
CHAPITRE 3 : LA MÉTHODOLOGIE .....			69
3.1		CADRE OPÉRATOIRE .....	69
	3.1.1	Dispositif et cadre conceptuel .....	69
3.2		STRATÉGIES D'ÉCHANTILLONNAGE ET DE RECRUTEMENT .....	71
	3.2.1	Population, groupe cible et critères .....	71
	3.2.2	Stratégies visant le recrutement de sujets.....	72
		Approbation du projet par les Comités d'éthique des CSSS-IUGS de Sherbrooke et de Saint-Hyacinthe .....	72
		Préparation d'un document d'information remis aux médecins .....	72
		Stratégies visant le recrutement de sujets via les médias .....	72
		Procédures à suivre pour le médecin désirant référer un patient au projet.....	73
		Procédures à suivre pour une personne de la population désirant participer au projet.....	73
		Procédures suite à la réception d'une fiche de recrutement du médecin traitant.....	73
	3.2.3	Procédures d'échantillonnage et taille de l'échantillon.....	75
	3.2.4	Processus de recrutement.....	76
3.3		STRATÉGIES D'OBSERVATION LIÉES AU PROGRAMME D'ENTRAÎNEMENT .....	77
	3.3.1	Description des programmes d'entraînement aérobique.....	77
		Nombre de sujets par entraînement .....	78
		Détermination des fréquences cardiaques d'entraînement correspondant au pourcentage de $\dot{V}O_{2max}$ souhaité .....	78
		Déroulement des séances d'exercices et mesures de contrôle de l'intensité .....	79
		Progression de l'intensité de travail.....	79
		Stabilité inter-séance du rythme cardiaque .....	80
		Sécurité des sujets par rapport au risque de trouble cardiaque.....	80
		Calcul du temps d'entraînement par séance pour brûler 250 kcal .....	81
		Durée totale du programme .....	83
		Lieu de la tenue du programme .....	84
3.4		STRATÉGIES D'ACQUISITION ET D'OBSERVATION .....	84
		Variables dépendantes .....	84
		Diagnostic de dépression majeure .....	85
		Sévérité de la dépression (BDI).....	85
		Qualité de vie (SF-36).....	86
		Qualité du sommeil .....	86
		Puissance aérobie maximale ( $\dot{V}O_{2max}$ ).....	87
3.5		STRATÉGIES D'ANALYSE .....	90
	3.5.1	Rappel des objectifs, des questions de recherche et des variables observées.....	90
	3.5.2	Type de données servant à l'analyse .....	90
	3.5.3.	Choix des tests statistiques pour l'analyse de la variable dépendante principale (scores de BDI).....	91
		Hypothèse H0.....	91
		Tests non paramétriques .....	91
		Tests statistiques retenus .....	91
	3.5.4	Choix des tests statistiques pour l'analyse des variables dépendantes secondaire (scores de SF-36, de PSQI et de $\dot{V}O_{2max}$ ).....	93
3.6		CONSIDÉRATIONS ÉTHIQUES .....	94
CHAPITRE 4 : RÉSULTATS .....			95

4.1	CARACTÉRISTIQUES DES SUJETS .....	95
	4.1.1 <i>Caractéristiques des personnes n'ayant pu participer au projet</i> .....	95
	4.1.2 <i>Caractéristiques des sujets ayant participé à cette étude</i> .....	96
4.2	DESCRIPTION DES ABANDONS ET DE LEUR ANALYSE STATISTIQUE .....	96
4.3	RÉSULTATS OBTENUS.....	97
	4.3.1 <i>Données disponibles pour l'analyse</i> .....	97
	4.3.2 <i>Résultats pour la variable dépendante principale (BDI)</i> .....	98
	Équivalence des groupes au départ.....	98
	Changement dans le score de BDI dans chacun des deux groupes .....	98
	Changement dans le score de BDI dans chacun des deux groupes entre le temps 1 et les temps 2, 3 et 4.....	99
	Variation du score de BDI en fonction de l'intensité de l'entraînement.....	100
	4.3.3 <i>Résultats pour les variables dépendantes secondaires (SF-36, PSQI et VO<sub>2</sub>max)</i> ...	100
	Amélioration de la qualité de vie (SF-36) pour son volet physique.....	100
	Amélioration de la qualité de vie (SF-36) pour les quatre composantes physiques.....	101
	Amélioration de la qualité de vie (SF-36) pour son volet mental .....	101
	Amélioration de la qualité de vie (SF-36) pour les quatre composantes mentales .....	102
	Amélioration de la qualité du sommeil (PSQI).....	102
	Amélioration de la puissance aérobie ( $\dot{V}O_2$ max ) .....	103
	CHAPITRE 5 : DISCUSSION ET CONCLUSION .....	105
5.1	RÉFLEXIONS QUAND AUX PRINCIPAUX RÉSULTATS DE CETTE ÉTUDE.....	105
	5.1.1 <i>Amélioration des scores de dépression</i> .....	105
	Taille de l'effet du programme aérobie sur la réduction des scores de dépression (BDI).....	107
	5.1.2 <i>Amélioration de la qualité de vie</i> .....	107
	5.1.3 <i>Amélioration de la qualité du sommeil</i> .....	108
	5.1.4 <i>Amélioration de la puissance aérobie</i> .....	109
	5.1.5 <i>Égalité des groupes au départ</i> .....	111
5.2	PRINCIPALES FORCES ET LIMITES DE CETTE ÉTUDE .....	112
	5.2.1 <i>Principales forces de cette étude</i> .....	112
	5.2.2 <i>Principales limites de cette étude</i> .....	113
	Activation, structure des journées, efficacité personnelle, etc. ....	113
	Absence d'un groupe placebo.....	114
	Relation avec l'entraîneur, désirabilité sociale, soutien, etc. ....	115
5.3	PRINCIPALES RECOMMANDATIONS POUR LES ÉTUDES FUTURES .....	117
	5.3.1 <i>Augmenter le nombre de sujets recrutés et la puissance statistique</i> .....	117
	5.3.2 <i>Approfondir la recherche de la prescription optimale</i> .....	119
	5.3.3 <i>Mesure des effets biologiques</i> .....	119
	5.3.4 <i>Mesure de l'effet coût/bénéfice et des rechutes</i> .....	120
5.4	CONCLUSION.....	122
	REMERCIEMENTS .....	123
	RÉFÉRENCES.....	126
	ANNEXE 1 FORMULAIRE DE CONSENTEMENT ET APPROBATION PAR LE COMITÉ D'ÉTHIQUE .....	134
	ANNEXE 2 FORMULAIRE DE SUIVI DES SUJETS.....	145
	ANNEXE 3 TABLEAU SYNTHÈSE DES DONNÉES BRUTES .....	148
	ANNEXE 4 STATISTIQUES DESCRIPTIVES DES SCORES DE DÉPRESSION (BDI).....	149
	ANNEXE 5 STATISTIQUES DESCRIPTIVES DES SCORES DE QUALITÉ DE VIE (SF-36), VOLET PHYSIQUE .....	155
	ANNEXE 6 STATISTIQUES DESCRIPTIVES DES SCORES DE QUALITÉ DE VIE (SF-36), VOLET MENTAL .....	157
	ANNEXE 7 STATISTIQUES DESCRIPTIVES DES SCORES DE QUALITÉ DE VIE (SF-36), VOLETS : FONCTIONNEMENT PHYSIQUE (PF), RÔLES RELIÉS AUX CAPACITÉS PHYSIQUES (RP), PRÉSENCE DE DOULEURS (BP), SANTÉ EN GÉNÉRAL (GH), SANTÉ MENTALE .....	

(MH), RÔLES RELIÉS À LA SANTÉ ÉMOTIONNELLE (RE), FONCTIONNEMENT SOCIAL (SF) ET VITALITÉ (VT).....	160
ANNEXE 9 STATISTIQUES DESCRIPTIVES DES SCORES DE QUALITE DU SOMMEIL (PSQI).....	168
ANNEXE 10 STATISTIQUES DESCRIPTIVES DE LA PUISSANCE AEROBIE ( $\dot{V}O_2$ MAX).....	171
ANNEXE 11 STATISTIQUES DESCRIPTIVES DE LA CORRÉLATION ENTRE L'AMÉLIORATION DE BDI ET L'AMÉLIORATION DE $\dot{V}O_2$ MAX .....	174

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Critères diagnostics du DSM-IV pour la dépression majeure, mineure et la dysthymie .....	20
Tableau 2	Bien-être psychologique (BEP) et activité physique : sommaire des connaissances .....	20
Tableau 3	Tableau des études contrôlées, randomisées et publiées portant sur l'efficacité thérapeutique d'un programme d'entraînement physique dans le traitement des symptômes dépressifs.....	26
Tableau 4	Intensités d'exercice retenues pour les sujets de cette étude .....	67
Tableau 5	Description des deux programmes d'entraînement aérobic retenus .....	78
Tableau 6	Déroulement des séances d'entraînements .....	79
Tableau 7	Équivalence entre la VO <sub>2</sub> , les METS et les vitesses de tapis roulant à la marche...	82
Tableau 8	Équivalence entre la VO <sub>2</sub> , les METS et les vitesses de tapis roulant à la course....	82
Tableau 9	Description des données d'analyse .....	90
Tableau 10	Comparaison au départ des caractéristiques des sujets dans les deux groupes expérimentaux .....	96
Tableau 11	Description des données disponibles pour analyse .....	97
Tableau 12	Réductions des scores de dépression pour chacun des sujets et chacun des groupes .....	106
Tableau 13	Taille de l'effet obtenue pour chacun des groupes et pour l'ensemble des sujets combinés.....	107

## LISTE DES FIGURES

Figure 1	Collaborations métaboliques de la sérotonine, du BDNF et du IGF-1/insuline .....	44
Figure 2	Effets du stress sur le système nerveux .....	45
Figure 3	Modèle de la pathophysiologie des troubles reliés au stress et de l'action des ISRS .	46
Figure 4	Effets cérébraux de l'activité physique aérobie chez le rat .....	52
Figure 5	Neurogenèse et facteurs neurotrophiques de croissance selon l'intensité de l'effort aérobie chez le rat.....	54
Figure 6	Exercice, antidépresseurs et modulation du BDNF chez le rat.....	56
Figure 7	Cadre théorique de l'effet antidépresseur d'un programme d'entraînement aérobie et de sa modulation par l'intensité d'exercice .....	64
Figure 8	Cadre conceptuel de l'étude .....	70
Figure 9	Outil de recrutement à l'intention du médecin traitant.....	74
Figure 10	Recrutement des sujets et procédure d'échantillonnage.....	76
Figure 11	Test sous-maximal gradué pour l'évaluation de la puissance aérobie maximale ( $\dot{V}O_2$ max).....	89
Figure 12	Principaux changements des scores de dépression (BDI) pour chacun des groupes expérimentaux .....	98
Figure 13	Principaux changements des scores de qualité de vie physique (SF-36 Phys) pour chacun des groupes expérimentaux.....	101
Figure 14	Principaux changements des scores de qualité de vie mentale (SF-36 Ment) pour chacun des groupes expérimentaux.....	102
Figure 15	Principaux changements des scores de qualité du sommeil (PSQI) pour chacun des groupes expérimentaux .....	103
Figure 16	Principaux changements de puissance aérobie ( $\dot{V}O_2$ max) pour chacun des groupes expérimentaux .....	104

## LISTE DES SIGLES, ABBRÉVIATIONS ET SYMBOLES

5-HT	Sérotonine
BDNF	«Brain derived neurotrophic factor» : facteur de croissance neurotrophique
CRH	«Corticotropin releasing hormone» : corticolibérine
GC	Glucocorticoïde
HPA	«Hypothalamus-pituitary-adrenal» : hypotohalamus-hypophyse-surrénales
IGF-1	«Insulin growth factor 1» : facteur de croissance à l'insuline 1
Ins	Insuline
ISRS	Inhibiteur sélectif de la recaptation de la sérotonine
ISRSN	Inhibiteur sélectif de la recaptation de la sérotonine et de la noradrénaline
NGF	«Nerve growth factor» : facteur de croissance nerveux
NO	«Nitric oxyde» : oxide nitreux
trkB	«Neurotrophic Tyrosine-Kinase Receptor» : récepteur neurotrophique à la tyrosine-kinase (spécifique au BDNF)
$\dot{V}O_2 \text{ max}$	Puissance aérobie maximale : consommation maximale d'oxygène (ml / kg de poids corporel / minute)

*Pour toutes les personnes qui, au détour du chemin, ont été touchées par la dépression,  
de même qu'à toutes celles qui partagent le désir de vivre  
au meilleur d'elles-mêmes et qui sont prêtes à s'y investir.*

## INTRODUCTION

L'Organisation Mondiale de la Santé a reconnu la dépression comme un trouble prioritaire en 2000 et toutes les prédictions suggèrent une hausse du nombre des personnes atteintes dans les années à venir (Brundtland, 2000). Il est prévu qu'en 2020, seules les maladies cardiaques ischémiques surpasseront la dépression majeure comme cause d'incapacité à travers le monde (Lopez, 1990). Chaque année, au Canada, cette maladie touche entre 4,1 % et 4,8 % de la population et 8% des canadiens souffriront d'une dépression majeure au cours de leur vie (Ravindran et Kennedy, 2007).

Parmi tous les troubles de santé mentale, la dépression est la plus coûteuse. Environ 66 % des personnes dépressives ont également un trouble anxieux. À eux seuls, les troubles dépressifs et anxieux représentent une facture canadienne annuelle d'environ 14 milliards de dollars, dont 8 milliards sont attribués à des coûts indirects reliés à la baisse de productivité, à l'invalidité courte et longue durée ainsi qu'aux décès. Le nombre de personnes souffrant de dépression majeure progresse et représentait pour les employeurs canadiens, entre 1990 et 2000, l'une des principales causes d'augmentation des coûts d'assurances collectives. Aujourd'hui, 33% de toutes les prestations versées par les assurances collectives servent à couvrir des frais de maladies mentales, principalement la dépression (Bexton et al., 2002).

Le coût humain de la dépression majeure est grave. Elle engendre une véritable maladie de l'âme qui touche 66 % des victimes de suicide, menant vers la mort 1500 canadiens par année (REMICK, 2002). La perte de plaisir et du goût de vivre ressentis ont un impact considérable sur leur qualité de vie. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, le niveau d'incapacité que cause

la dépression est encore plus élevée que pour des maladies telles l'arthrite, le diabète et l'hypertension. Qui plus est, seulement 33 % des personnes souffrant de dépression majeure consultent un médecin et seulement 10 % d'entre-elles reçoivent un traitement adéquat (Hirschfeld et al., 1997).

La dépression est aussi un facteur de comorbidité associé à plusieurs maladies : 33% des patients cardiaques (Lespérance et Frasure-smith, 2003), 50% des personnes souffrant de démences d'ordre vasculaire, une grande proportion des personnes aux prises avec des maux de dos chroniques (Joukama, 1994) ainsi que plusieurs personnes affligées d'un cancer en souffriraient. Les personnes diabétiques sont aussi deux fois plus nombreuses à souffrir de dépression que la population en général (Egedre et Sheng, 2003). Dans chacun de ces cas, la dépression aggrave la qualité de vie des malades, diminue leur observance médicale ainsi que leur vitesse de réadaptation. De plus, l'histoire de dépression augmente le risque relatif de mortalité de 1,39 au suivi après 10 ans (Ensinck et al., 2002).

La dernière décennie n'a pas amené de grandes améliorations dans les traitements disponibles. Les médicaments de type antidépresseurs ne sont efficaces que chez 30 à 60 % des patients, entre autres parce que leurs effets secondaires sont trop souvent mal tolérés (Remick, 2002). Ils représentent néanmoins un coût annuel de 543,4 millions de dollars pour le Canada (Bexton et al., 2002). La psychothérapie s'avère être une alternative efficace mais trop peu de patients en ont le courage ou les moyens financiers.

Bien que non reconnue comme traitement officiel, la participation à un programme structuré d'activité physique s'avère être efficace dans les études menées jusqu'à maintenant.

Une trentaine de recherches scientifiques bien conçues et menées depuis 1979 permettent d'établir l'efficacité thérapeutique de ce traitement qui permet du même coup d'améliorer plusieurs paramètres de la santé physique et psychologique tout en permettant souvent d'améliorer une condition médicale existante. Il ne coûte pas cher, ne produit pas d'effets secondaires et permet d'augmenter la confiance en soi, le sentiment d'avoir du contrôle sur son état mental et la fierté personnelle des patients qui s'y adonnent.

# CHAPITRE 1 : LA PROBLÉMATIQUE

Pour dresser la problématique de ce projet de recherche, nous explorerons d'abord le contexte du problème afin de préciser par la suite les buts de cette étude et les questions auxquelles elle tente de répondre.

## **1.1 ÉNONCÉ DU PROBLÈME**

Le traitement de la dépression majeure par un programme d'entraînement physique semble efficace selon plusieurs méta-analyses (North et al., 1990; Martinsen, 1994; Craft et Landers, 1998; Lawlor et Hopker, 2001; Stathopoulou et al., 2006; Barbour et al., 2007; Teychenne et Salmon, 2008; Daley, 2008; Rot et al., 2009). Par contre, les études cliniques cherchent toujours à cerner les caractéristiques d'un programme d'entraînement optimal. Les premières études des années '70 et '80 ont démontré que les entraînements de nature aérobie et de musculation qui exigent un certain niveau d'effort sont beaucoup plus efficaces comparativement à des entraînements moins exigeants, aux séances d'étirements, de yoga et de relaxation.

Deux études récentes ont aussi démontré que la quantité totale de calories dépensées au cours des entraînements est importante. Dans le cas d'entraînements aérobie sur vélo stationnaire, brûler plus de calories par semaine à l'entraînement a permis d'obtenir de meilleures réductions des états dépressifs (ces études mesuraient le nombre total de calories dépensées, sans toutefois observer ou mesurer les niveaux d'intensités des entraînements). En tenant compte du nombre

total de calories dépensées à l'entraînement par semaine, il ne semble pas nécessaire de faire de l'entraînement tous les jours : trois entraînements par semaine semble être tout aussi efficace que cinq, en autant que le nombre total de calories dépensées soit le même.

S'il est maintenant connu que le nombre total de calories revêt une certaine importance, la littérature actuelle ne permet toutefois pas encore de statuer sur le niveau d'intensité d'effort à privilégier. Pourtant, d'un point de vue neurophysiologique, l'intensité de l'effort pourrait être un facteur d'influence important sur l'efficacité thérapeutique. La littérature récente permet de faire un parallèle entre l'augmentation de l'intensité de l'effort aérobie et la stimulation de mécanismes neurophysiologiques déficients dans la pathophysiologie dépressive.

L'exercice exerce également une influence mesurable sur les mécanismes cardio-vasculaire, respiratoire et musculaire ainsi que sur le système nerveux central. Des études faites chez le rat démontrent clairement que des mécanismes-clé défaillants dans la pathologie dépressive sont stimulés et rehaussés suite à un programme d'entraînement aérobie. C'est le cas par exemple du neurotransmetteur noradrénaline, de facteurs neurotrophiques de croissance dont le BDNF et le NGF-2, de la vascularisation cérébrale et de la densité des mitochondries. Hors chacun de ces mécanismes peut être mieux développé par un entraînement aérobie plus intense.

D'autres mécanismes, toujours impliqués dans la pathologie dépressive et modulés par un programme d'entraînement aérobie, n'ont pas encore d'indications quand à l'effet de l'intensité de l'entraînement. Il en est ainsi pour le neurotransmetteur sérotonine, la qualité de l'architecture du sommeil ainsi que la concentration plasmatique de cortisol et son influence sur l'axe du stress hypothalamus-hypophyse-surrénales.

D'un point de vue psychologique, un programme d'entraînement aérobic permet l'activation via le passage à l'action, augmente la confiance en soi et le sentiment de contrôle personnel. On pourrait croire que de réussir un entraînement plus difficile intensifie ces sentiments, mais la littérature ne permet pas de statuer pour une population dépressive.

D'un point de vue pratique, un ensemble de questions émergent quand à la faisabilité d'entraînements intenses chez des personnes dépressives. On peut se demander si la sécurité de certaines personnes pourrait être compromise, notamment au niveau du système cardio-vasculaire et musculo-squelettique. Aussi, auront-elles la capacité et la motivation de fournir un tel effort et d'aller au bout d'un programme s'échelonnant sur plusieurs semaines?

D'un point de vue clinique, est-ce qu'un entraînement aérobic intense pourrait permettre des améliorations plus rapides de l'état mental? Sortir l'individu de cet état le plus rapidement possible n'est-il pas l'objectif à poursuivre?

Côté coûts d'intervention, un entraînement plus intense permet de dépenser un certain nombre de calories en la moitié moins de temps qu'un entraînement moins intense. Si l'on considère la possibilité que les entraînements soient supervisés par un professionnel compétent, cela pourrait représenter des économies de temps et de salaire importants.

## **1.2 BUTS DE LA RECHERCHE**

En se basant sur un cadre théorique issu des résultats obtenus lors d'études appliquées faites chez l'humain dépressif soumis à un traitement d'activité physique ainsi que sur des études fondamentales dans les domaines de la neuropsychologie, neurophysiologie, psychoneuroimmunologie et autres domaines de recherches chez l'humain et l'animal sain ou déprimé, cette recherche a pour but d'apporter un éclairage sur l'intensité optimale à prescrire lors d'un traitement de la dépression majeure à l'aide d'un programme d'activité physique de nature aérobie.

## CHAPITRE 2 : LA RECENSION DES ÉCRITS

La recension des écrits se fera selon les étapes suivantes : 1) les études épidémiologiques et expérimentales liées au traitement de la dépression par un programme d'activité physique; 2) les écrits scientifiques portant sur l'optimisation de la prescription d'entraînement pour une population dépressive; 3) le rôle spécifique de l'intensité d'entraînement ainsi que son influence sur les principales composantes de l'étiologie dépressive; 4) l'élaboration des objectifs de la recherche, de ses hypothèses principales et secondaires; 5) les définitions retenues, la praticabilité et la pertinence de l'expérimentation proposée ainsi que les retombées anticipées.

### **2.1 ÉTUDES ÉPIDÉMIOLOGIQUES ET EXPÉRIMENTALES LIÉES AU TRAITEMENT DE LA DÉPRESSION PAR UN PROGRAMME D'ACTIVITÉ PHYSIQUE**

Bien que notre étude s'adresse spécifiquement aux personnes atteintes de dépression majeure, les premières études portant sur le traitement de la dépression par le biais de l'activité physique ont souvent inclus des sujets souffrant de divers types de dépressions, tel que définis dans le tableau suivant :

**Tableau 1 Critères diagnostics du DSM-IV pour la dépression majeure, mineure et la dysthymie**

	DÉPRESSION MINEURE	DÉPRESSION MAJEURE	DYSTHYMIE
SYMPTÔMES	Humeur dépressive <b>OU</b> Perte d'intérêt/de plaisir <b>ET</b>		Humeur dépressive <b>ET</b>
	2-4 parmi les symptômes suivants :	≥ 5 parmi les symptômes suivants :	≥ 2 parmi les symptômes suivants :
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Perte ou gain de poids significatif</li> <li>▪ Insomnie ou hypersomnie</li> <li>▪ Agitation ou retard psychomoteur</li> <li>▪ Fatigue ou perte d'énergie</li> <li>▪ Dévalorisation ou culpabilité inappropriée ou excessive</li> <li>▪ Diminution de la capacité à penser ou à se concentrer</li> <li>▪ Pensées de mort récurrentes</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Peu d'appétit ou hyperphagie</li> <li>▪ Insomnie ou hypersomnie</li> <li>▪ Fatigue ou perte d'énergie</li> <li>▪ Faible estime de soi</li> <li>▪ Difficulté à se concentrer ou à prendre des décisions</li> <li>▪ Sentiment de désespoir</li> </ul>
DURÉE MINIMALE	Deux semaines, pendant une grande partie de la journée, presque chaque jour		Deux ans (un an chez les enfants et adolescents)
INCAPACITÉ	Les symptômes causent une détresse clinique significative ou une limitation sociale, occupationnelle ou à d'autres niveaux importants pour un fonctionnement normal.		

Tiré et adapté de Travis et Lyness, 2002.

Plusieurs études ont démontré un lien entre la pratique régulière d'activité physique et l'amélioration du bien-être psychologique. Ces informations ont été regroupées par Gauvin et Spence (1996) dans le tableau suivant :

**Tableau 2 Bien-être psychologique (BEP) et activité physique : sommaire des connaissances**

Composante du BEP	Direction	Grandeur	Variables modulatrices	Nombre de données	Qualité des données
Anxiété	↓	Faible	État de santé Biais de publication	Grand	Moyenne
Dépression	↓	Modéré	État de santé Biais de publication	Grand	Moyenne
Réactivité aux stressors psychosociaux	↓	Faible à modéré	Volume d'exercice	Moyen	Moyenne
Sentiments d'énergie/vigueur	↑	Grand	«In-task response»	Petit	Moyenne
Efficacité personnelle	↑	Modéré	Valeurs de départ	Moyen	Moyenne
Estime de soi	↑	Faible	Valeurs de départ	Moyen	Moyenne
Affect positif	↑	Faible	Environnement social	Petit	Faible
Malaises avec l'interruption de la pratique d'exercices	↑	Faible à grand	Aucune	Petit	Faible

Tiré de Gauvin et Spence, 1996.

Ce tableau permet de faire ressortir le lien inverse entre la pratique de l'activité physique et la dépression de même que la modulation avec l'exercice de plusieurs paramètres associés à l'étiologie dépressive. La pratique d'activité physique semble contribuer à diminuer l'anxiété tout en améliorant la réactivité aux facteurs psychosociaux, le sentiment d'énergie et de vigueur, le sentiment d'efficacité personnelle, l'estime de soi et l'affect positif. Quelques études tendent aussi à démontrer que les personnes qui font de l'exercice sur une base régulière ressentent des désagréments psychologiques et/ou physiques lorsqu'ils interrompent la pratique.

Des études épidémiologiques se sont intéressées au lien plus spécifique entre la pratique d'activité physique et la présence/absence de dépression dans de grandes populations. En complémentarité, des études scientifiques randomisées ont vérifié l'effet de l'exercice chez des patients dépressifs.

### **Les études épidémiologiques**

Les grandes études populationnelles ont permis de constater que les personnes physiquement actives ont un taux de dépression largement inférieur aux personnes inactives. Selon une étude américaine ainsi qu'une étude pancanadienne de la condition physique, les personnes inactives présentent plus de symptômes dépressifs et ce, indépendamment de l'âge, du sexe, de la classe sociale ou de la présence de maladies physiques (Stephens, 1988). Dans l'étude américaine portant sur 7 000 sujets, les femmes inactives qui sont devenues actives (au cours des huit années de l'étude) ont diminué de 200 % leur risque de développer une dépression (Farmer et al., 1986). Selon les auteurs, ces données semblent démontrer un effet protecteur de l'activité physique.

Les hommes déprimés et inactifs et qui demeurent inactifs sont 12 fois plus susceptibles d'être encore déprimés huit ans plus tard que ceux qui deviennent physiquement actifs, indépendamment des facteurs d'âge, d'éducation et de niveau socio-économique (Farmer et al., 1986). Cette étude démontre un fort effet protecteur de l'activité physique envers les rechutes d'épisodes dépressifs.

Des études épidémiologiques ont démontré qu'un plus grand volume d'activité physique est corrélée avec un niveau de protection supérieur contre la dépression. Dans une étude chez 1536 hommes et femmes, le risque relatif de dépression a été de 3,1 chez les inactifs, 1,5 chez les exerciseurs occasionnels et 1 chez les exerciseurs réguliers (Weyerer, 1992). Ceci semble démontrer qu'une personne physiquement active est trois fois moins à risque de développer une dépression qu'une personne inactive. De plus, il semble y avoir un lien entre la quantité d'activité et le niveau de protection contre la dépression.

D'autre part, le suivi de 10 000 hommes entre 1960 et 1977 a permis de constater que par rapport à des hommes inactifs, ceux qui brûlent entre 1000 et 2500 calories par semaine à l'exercice obtiennent une réduction d'incidence de dépression de 17 % alors que ceux qui y dépensent plus de 2500 calories connaissent une diminution de 28 %. Ceci suggère que l'augmentation du nombre de calories brûlées à l'exercice -représenté soit par l'augmentation du volume et/ou de la fréquence et/ou de l'intensité des exercices- diminue l'incidence de dépression (Paffenbarger et al., 1994).

Les études épidémiologiques tendent donc à démontrer que les personnes qui brûlent chaque semaine plus de calories en faisant de l'activité physique ont une incidence plus faible de

dépression que les personnes qui en brûlent moins. Nous verrons plus loin, à la section 2.3, que la recherche a permis d'identifier un certain nombre de mécanismes neurophysiologiques qui pourraient expliquer comment l'activité physique et son dosage agissent pour prévenir ou encore pour réduire des symptômes dépressifs.

### **Les études expérimentales**

La première étude contrôlée et randomisée permettant d'évaluer l'efficacité thérapeutique d'un programme d'activité physique chez des personnes dépressives a été publiée en 1979 (Greist et al., 1979). Depuis, une vingtaine d'autres études semblables ont été publiées (voir le tableau 3). Elles ont toutes conclu en l'efficacité thérapeutique du traitement, sauf une (Veale et al., 1992) où l'entraînement physique pourrait avoir été insuffisant, étant donné l'absence d'une amélioration quelconque de la forme physique.

L'ensemble des études cliniques ont permis de faire un certain nombre d'observations quand aux effets thérapeutiques d'un programme d'activités aérobies. Ces effets -mesurés selon des échelles de sévérité des symptômes dépressifs- se sont montrés supérieurs à ceux d'un groupe témoin (Martinsen et al., 1985 et 1989; Singh et al., 1997) et à une liste d'attente (Dojne et al., 1987; McCann et Holmes, 1984); équivalents aux médicaments antidépresseurs de type ISRS (Blumenthal et al., 1999; Blumenthal et al., 2007) et tricycliques (Fremont et Craighead, 1987); équivalents aux psychothérapies cognitives (Klein et al., 1985; Fremont et Craighead, 1987); supérieurs à un programme de relaxation (McCann et Holmes, 1984) ou équivalents (Klein et al., 1985); et équivalents à un programme de musculation, avec toutefois une tendance non

statistiquement significative en faveur des exercices en résistance chez des personnes âgées (Martinsen et al., 1985 et 1989).

Dans toutes ces études, le traitement a consisté en 2 à 3 périodes de 20 à 60 minutes d'activité physique par semaine, sur une période moyenne de 8 semaines. Les exercices se faisaient habituellement par petits groupes sous la supervision d'un animateur. Les chercheurs ont d'abord cru que l'amélioration de la puissance aérobie pouvait être la cause de l'amélioration des symptômes dépressifs et les premières études ont donc consisté en des périodes d'activités aérobies (habituellement de la marche rapide ou de la course), avec augmentation progressive de l'intensité. Une seule étude a pu démontrer un lien entre l'amélioration de la puissance aérobie maximale (PAM) et des symptômes dépressifs et ceci n'était vrai que pour les sujets masculins où une augmentation de  $\dot{V}O_2$  max supérieure à 15% était positivement corrélée avec l'amélioration des symptômes dépressifs. Par contre, il a également été observé que la plupart des études ont utilisé des protocoles d'entraînement à intensité trop faible pour produire des changements significatifs de la puissance aérobie (voir le tableau 3 à la section résultats et pertinence).

D'autres études ont comparé l'efficacité de programmes de relaxation par rapport à des activités plus vigoureuses (McCann et Holmes, 1984). Seules les activités plus vigoureuses ont démontré un effet de traitement. Ceci laisse présager que l'intensité de l'effort lors des exercices contiendrait des mécanismes antidépresseurs.

Comme la question des améliorations dues au soutien social n'avait pas été posée, McNeil et al. (1991) ont comparé l'effet d'activités impliquant des discussions, soit à deux en marchant

ou encore en demeurant assis, à raison de 2 ou 3 fois par semaine pendant 6 semaines. Le programme de marche a été nettement supérieur, bien qu'ils aient noté des améliorations dans les deux groupes. Chose intéressante, ils ont mesuré l'effet antidépresseur à l'aide du score de Beck, qui a été analysé en y regroupant les symptômes physiques d'une part (score de BDI somatique) et les symptômes psychiques d'autre part. C'est ainsi qu'ils ont pu remarquer que l'activité physique améliorait les symptômes physiques de façon considérable, comparativement au groupe qui ne recevait que le contact social sans la marche. L'effet socialisant de l'activité physique semble donc avoir un effet antidépresseur en plus d'offrir des effets thérapeutiques additionnels, notamment au niveau des symptômes physiques de la dépression.

La musculation semble être aussi efficace qu'un programme aérobic (Doynes et al., 1987 et Martinsen et al., 1989). Par contre, l'aérobic a été plus efficace que des exercices musculaires peu intenses combinés à des exercices d'étirement (Mutrie, 1988). Chez des personnes âgées dépressives, les exercices en résistance s'avèrent être un traitement efficace en plus d'offrir de multiples bénéfices additionnels en termes de qualité de vie et d'amélioration des capacités fonctionnelles (Singh et al., 1997).

À l'aide d'une subvention de l'Institut national de santé des États-Unis, les études de Blumenthal et al. (2001) ont impliqué le plus grand nombre de sujets dépressifs (216 patients). Ils ont comparé la réponse d'un programme d'exercices de nature aérobic (45 minutes, 3 fois par semaine) et celui d'antidépresseurs de type ISRS. Les deux traitements se sont montrés équivalents, bien que les ISRS ont agi un peu plus rapidement. On peut se demander si un volume supérieur d'activité physique aurait permis d'obtenir une réponse antidépressive aussi rapide, voir même plus rapide.

Enfin, l'étude du suivi des patients de Blumenthal (Singh et al., 2001) a permis de constater que les sujets qui ont continué à pratiquer de l'activité physique après la rémission de leurs symptômes dépressifs ont connu un taux de rechute jusqu'à cinq fois plus bas que ceux qui sont demeurés inactifs, peu importe le type de traitement qu'ils avaient reçu (exercice, ISRS ou combinaison des deux).

Le tableau suivant permet de présenter l'ensemble des études randomisées ayant été reconnues comme valables selon les auteurs des quatre méta-analyses publiées au moment du choix de la méthodologie de la recherche (North et al., 1990; Martinsen, 1994; Craft et Landers, 1998; Lawlor et Hopker, 2001) et selon les auteurs et chercheurs Buckworth et Dishman (2002). À la section "résultats et pertinence", nous présentons les connaissances générées par l'étude et qui sont d'importance dans le développement de notre question de recherche et de ses hypothèses.

**Tableau 3** Tableau des études contrôlées, randomisées et publiées portant sur l'efficacité thérapeutique d'un programme d'entraînement physique dans le traitement des symptômes dépressifs.

<b>Année Auteurs Sujets</b>	<b>Durée Groupes expérimentaux</b>	<b>Résultats et pertinence</b>
1979 Greist JH et al. 28 sujets HF	10 semaines RDC dépression mineure + sévérité supérieure au 50 <sup>ième</sup> percentile sur le SCL-90 A : Course supervisée, une heure, 3-4 fois/semaine B : Une session de psychothérapie d'une heure par semaine. C : Une session de psychothérapie par semaine de durée illimitée.	Course et psychothérapie permettent d'obtenir des réductions significatives et équivalentes des scores de dépression.  Les résultats sont maintenus au suivi de 9 mois.
1982 Rueter M. et al. 18 sujets	BDI <sup>1</sup> élevé A : Counselling B : Counselling + course	L'ajout de la course au counselling permet une diminution significativement plus grande des scores de dépression.

<sup>1</sup> BDI : Le «Beck Depression Inventory» est une échelle de mesure des symptômes de la dépression couramment utilisée en recherche clinique. Plus le score est élevé et plus les symptômes de la dépression sont sévères. Dans sa

1983 Doyné et al. 4 sujets Femmes	6 semaines RDC <sup>2</sup> dépression majeure Programme d'activité aérobie par intervalle sur vélo à 85 % de la capacité maximale prédite, 30 min, 4 fois/sem	Un programme d'aérobie pendant 6 semaines diminue significativement les scores de dépression.  L'effet est maintenu au suivi de trois mois.
1984 McCann et Holmes  41 sujets Femmes	10 semaines BDI élevé A : Exercice aérobie B : Formation à la relaxation C : Liste d'attente (contrôle)	L'exercice aérobie et la formation à la relaxation diminuent significativement les scores de dépression.  Différence significativement plus grande dans le cas du programme aérobie.  Pas de réduction des symptômes dépressifs pour la liste d'attente.  <u>Note : La charge d'entraînement physique ou la dimension aérobie ont des effets thérapeutiques supérieurs à la relaxation</u>
1985 Martinsen et al.  49 sujets HF	6-9 semaines Dépression majeure, hospitalisés. Les sujets reçoivent : Psychothérapie individuelle et de groupe et « thérapie dans le milieu », plus : A : Exercice aérobie de 60 min, 3 fois/semaine B : Ergothérapie individuelle et en groupe	Plus grande augmentation du $\dot{V}O_2$ max avec programme aérobie  Réduction des scores de dépression plus grande avec le programme aérobie qu'avec l'ergothérapie  <u>Chez les hommes seulement, il y a une corrélation linéaire entre l'amélioration du <math>\dot{V}O_2</math> max et la diminution des scores de dépression : une augmentation inférieure à 15% ne donne pas de réduction significative de dépression et une augmentation de plus de 15 % est associée à une diminution beaucoup plus importante.</u>  TCA (antidépresseurs tricycliques) + exercice = exercice seul
1985 Klein et al.  74 sujets 53 F et 21 H	12 semaines RDC dépression mineure ou majeure + sévérité supérieure au 60 <sup>ième</sup> percentile sur le SCL-90. A : marche/course confortable pendant 60 min, 2 fois/semaine (et par soi-même) B : méditation/relaxation : 1 cours de 2 heures, puis chaque jour par soi-même, de façon autonome C : psychothérapie de groupe, interpersonnelle et cognitive, 2 heures/semaine	La plupart des marcheurs et des méditatifs ont pratiqué par eux-mêmes à l'extérieur des heures de contact.  Réduction significative et équivalente dans les trois groupes : marche/course = méditation = psychothérapie de groupe  Au suivi (1 mois, 3 mois et 9 mois) : course et méditation = réduction plus importante que psychothérapie

version initiale (utilisée dans les études du tableau 3), un score de 8 à 15 représente des symptômes d'intensité modérée alors qu'un score de plus de 16 représente des symptômes d'intensité sévère.

<sup>2</sup> RDC : Le «Research Diagnostic Criteria» permet d'évaluer la présence d'un ensemble de critères afin d'identifier la présence d'une maladie dépressive et sa catégorie.

1987 Freemont et Craighead  49 sujets 36 F, 13 H 19-62 ans	10 semaines Scores de BDI de 19-30 ("dysphoric mood") A : Thérapie cognitive individuelle, 1 heure/sem B : Exercice aérobic : 20 min, 3 fois par sem, tenter d'atteindre sa fc cible C : Thérapie cognitive + exercice aérobic	Réduction significative et équivalente de BDI dans les 3 groupes. Donc, thérapie cognitive = exercice aérobic = thérapie cognitive + exercice aérobic  Diminution significative de BDI après 5 semaines dans les 3 groupes  Pas de différence de réponse au traitement pour différents scores de BDI au départ.  Effets maintenus au suivi de 4 mois  <u>20 min d'exercice aérobic, 3 fois par semaine, a permis d'enregistrer des baisses significatives de BDI après 5 semaines</u>
1987 Sime 15 sujets	10 semaines Scores de BDI modérément élevés	Diminution significative des scores de BDI dans le groupe à l'exercice
1987 Doynie et al.  40 F	8 semaines Dépression majeure A : Exerc. aérobic à 80% FC max, 3-4 fois/sem B : Exerc. résistance 50-60% FC max, 3-4 fois/sem C : Liste d'attente	$\dot{V}O_2$ max: pas d'amélioration dans aucun des groupes  Sujets non déprimés ( $BDI \leq 9$ ) après 8 semaines : A : 67% B : 80 % C : 17 %  <u>Un programme d'exercice de huit semaines permet un nombre considérable de rémissions chez des femmes souffrant de dépression majeure.</u>
1987 Martinsen  49 sujets FH	6-9 semaines DSM-III dépression majeure (hospitalisés) A : Exercice aérobic (surtout jogging et/ou marche), une heure, trois fois par semaine B : Groupe témoin : ergothérapie  A + B reçoivent aussi psychothérapie individuelle et thérapie milieu. Près de la moitié des patients reçoivent aussi des antidépresseurs tricycliques.	La réduction moyenne des scores de dépression (BDI) est significativement plus grande dans le groupe A (exercice aérobic) que dans le groupe témoin.  <u>Dans le groupe à l'exercice, les sujets ayant connu la plus faible augmentation de leur puissance aérobic ont eu une amélioration des symptômes de dépression similaire aux sujets du groupe témoin. Par contre, les sujets du groupe à l'exercice ayant connu des améliorations moyennes et élevées de leur puissance aérobic ont eu un effet antidépresseur supérieur.</u>
1988 Mutrie  24 sujets	4 semaines Sujets aux scores de BDI élevés A : Exercice aérobic B : Exercice non aérobic C : Liste d'attente	Réduction des scores de BDI pour exercice aérobic et non aérobic  Différence significative seulement entre exercice aérobic et liste d'attente.  <u>La définition d'exercice non aérobic de ces auteurs était un exercice moins exigeant physiquement afin de voir l'effet de l'effort. Le plus grand effort fourni à l'exercice aérobic a eu un effet de traitement supérieur aux exercices plus modérés (endurance musculaire).</u>

<p>1989 Martinsen et al.</p> <p>99 sujets 38 H, 61 F 41 ans</p>	<p>8 semaines</p> <p>Dépression majeure ou dysthymie ou désordre dépressif non spécifique</p> <p>A : Exercice aérobic + psychothérapie + thérapie occupationnelle</p> <p>B : Exerc. résistance + psychothérapie + thérapie occupationnelle</p>	<p>Augmentation significative du <math>\dot{V}O_2</math> max en A.</p> <p>Diminution plus grande des scores de dépression chez les patients prenant des TCA (mais non statistiquement significatif).</p> <p>Diminution significative du MADRS<sup>3</sup> pour exercice aérobic et exercice en résistance. Pas de différence inter-groupe.</p> <p><u>Huit semaines d'exercice aérobic ou en résistance a permis d'obtenir des diminutions significatives des scores de dépression.</u></p>
<p>1989 Sexton et al.</p> <p>25 sujets</p>	<p>Patients hospitalisés pour dépression majeure</p> <p>A : Course</p> <p>B : Marche</p>	<p>Diminution significative des scores de dépression pour la marche et pour la course. Pas de différence inter-groupe</p> <p><u>Cette étude démontre qu'une activité physique à intensité plus faible (marche) a donné des résultats équivalents à une activité à intensité plus élevée (course). Par contre, nous n'avons aucune indication à l'effet que le chercheur aurait contrôlé pour l'influence du volume d'exercice (durée de l'activité dans chacun des groupes).</u></p>
<p>1991 McNeil et al.</p> <p>30 sujets 72,5 ans (moy)</p>	<p>6 semaines</p> <p>Personnes âgées avec dépression majeure</p> <p>A : Marche vigoureuse, accompagnée, 3 fois/sem. Durée progressive, de 20 min en début d'étude à 40 min à la fin.</p> <p>B : Contact social, 2 fois/sem</p> <p>C : Liste d'attente</p>	<p>Avec la marche seulement : amélioration significative de la condition aérobic et des scores somatiques du BDI.</p> <p>Avec marche et contact social : diminution des scores de BDI</p> <p><u>Chez des personnes âgées de BDI entre 12 et 24, la marche permet de diminuer un éventail plus large de symptômes dépressifs que le contact social seul. L'aspect social de l'activité physique est probablement responsable d'une partie de la réduction des symptômes dépressifs.</u></p>

<sup>3</sup> MADRS : Le «Montgomery and Asberg Rating Scale for Depression» est une échelle de mesure de la gravité de la dépression. Cette échelle est reconnue pour sa validité et sa fidélité, mais comme sa fidélité au changement ne s'est pas montrée supérieure à l'échelle de Hamilton, elle est maintenant moins utilisée en recherche clinique.

<p>1992 Veale et al.</p> <p>124 sujets 64% femmes 18-60 ans</p>	<p>12 semaines Sujets dépressifs</p> <p><u>Étude 1</u> : A : Course, 3 fois/sem B : Groupe témoin</p> <p><u>Étude 2</u> : A : Course, 3 fois/sem B : Relaxation et yoga, 3 fois/sem</p>	<p><u>Étude 1</u> :</p> <p>Pas de différence significative de <math>\dot{V}O_2</math> max Réduction plus grande de BDI dans le groupe à la course (réduction de 12 vs de 6), mais non statistiquement significative. Différence significative de CIS<sup>4</sup> et « trait anxiety ».</p> <p><u>Étude 2</u> :</p> <p>Réduction plus grande de BDI dans le groupe à la course (réduction de 16 vs de 4), mais non statistiquement significative. Pas de différence significative de <math>\dot{V}O_2</math> max, de BDI, de CSI ou de « trait anxiety ».</p> <p><u>Cette étude est la seule à ne démontrer aucun effet de traitement de la dépression par un programme d'activité physique, ce qui est dommage étant donné le nombre élevé de sujet dans l'étude. Il est aussi surprenant qu'après 12 semaines de course à trois fois par semaine, aucune amélioration du <math>\dot{V}O_2</math> max n'ait été enregistrée chez les sujets des deux études. Ceci soulève beaucoup de questions concernant le volume de course prescrite et le taux de participation des sujets.</u></p> <p><u>Enfin, nous sommes tenus de nous demander si le fait que plus de 40 % des sujets prenaient des antidépresseurs pouvait avoir permis d'égaliser les diminutions des scores de dépression à travers les groupes.</u></p>												
<p>1997 Singh et al.</p> <p>32 sujets 60 – 84 ans</p>	<p>10 semaines DSM-IV : dépression majeure, mineure ou dysthymie</p> <p>A : Exercices en résistance avec progression, 3 x / sem B : Groupe témoin : formations + interactions sur des sujets de santé 3 x / sem</p>	<p>Exercices en résistance avec progression = diminution significative des symptômes dépressifs</p> <table border="0" data-bbox="738 1066 1430 1192"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Groupe A vs</td> <td style="text-align: center;">Groupe B</td> </tr> <tr> <td>BDI :</td> <td style="text-align: center;">21,3 à 9,8 vs</td> <td style="text-align: center;">18,4 à 13,8</td> </tr> <tr> <td>Hamilton :</td> <td style="text-align: center;">12,3 à 5,3 vs</td> <td style="text-align: center;">11,4 à 8,9</td> </tr> <tr> <td>Force musculaire :</td> <td style="text-align: center;">↑ 33 % vs</td> <td style="text-align: center;">↓ 2 %</td> </tr> </table> <p>Qualité de vie (SF-36) : amélioration significative pour : douleur corporelle, vitalité, fonctionnement social et "role emotional")</p> <p><u>L'intensité de l'entraînement (% 1RM<sup>5</sup>) est un prédicteur significatif et indépendant de la réduction des scores dépressifs (r<sup>2</sup> = .617, p = 0,0002).</u></p> <p><u>L'observance est aussi un prédicteur significatif.</u></p>		Groupe A vs	Groupe B	BDI :	21,3 à 9,8 vs	18,4 à 13,8	Hamilton :	12,3 à 5,3 vs	11,4 à 8,9	Force musculaire :	↑ 33 % vs	↓ 2 %
	Groupe A vs	Groupe B												
BDI :	21,3 à 9,8 vs	18,4 à 13,8												
Hamilton :	12,3 à 5,3 vs	11,4 à 8,9												
Force musculaire :	↑ 33 % vs	↓ 2 %												

<sup>4</sup> CIS : Le «Clinical Interview Schedule» a été utilisé par les chercheurs pour établir un diagnostic de dépression, servant ici de critère d'inclusion.

<sup>5</sup> % 1 RM : Le pourcentage d'une répétition maximale se mesure en trouvant le poids maximal que le sujet peut soulever en une seule fois pour un groupe musculaire particulier (ex : biceps). À partir de ce poids maximal, appelé 1 RM, on choisit l'intensité de l'exercice en déterminant le pourcentage du poids maximal qui sera utilisé pour accomplir un exercice donné qui sollicite le groupe musculaire ciblé.

1999 Blumenthal et al. 156 sujets F H 50 ans et +	16 semaines Dépression majeure A : Exercice aérobic B : Antidépresseurs (Sertraline) C : Exercice + antidépresseurs	Réduction significative des scores dépressifs dans les 3 groupes Pas de différence inter-groupe Réduction plus rapide des symptômes avec antidépresseurs Réduction plus rapide des symptômes dans le groupe C pour patients moins sévèrement déprimés Rémission après 16 semaines : Gr A et C : 47% ; Gr B : 56% <u>Ces résultats confirment le fait que les antidépresseurs de type ISRS peuvent avoir un effet confondant important.</u>
<u>Suite à l'étude précédente</u> 2000 Babyak et al.	16 semaines Suite à cette étude, les sujets des 3 groupes notent dans un cahier s'ils font de l'exercice par eux-mêmes, à quelle fréquence et pour quelle durée.	Les sujets qui ont été physiquement actifs pendant les 6 mois suivant le traitement étaient significativement moins dépressifs au follow-up. <u>Chaque 50 minutes d'exercice additionnel par semaine est associé à une baisse de 50% du O.R. d'être encore classifié comme dépressif 6 mois suivant la fin du traitement.</u>
2001 Singh et al. 32 sujets F H <u>71 ans</u>	20 semaines Dépression majeure, mineure ou dysthymie A : 10 sem d'exercices de musculation supervisés : 3 séries de 8 répétitions, 3 fois/sem, suivis de 10 sem à 45 min, non supervisés B : 10 semaines d'assistance à des présentations sur la santé	Réduction significativement plus grande du BDI dans le groupe A, à la fin de l'étude et au follow-up 2 ans. Au follow-up, 33 % des sujets du groupe A s'entraînaient encore régulièrement.
2003 Dunn et al. 80 F H 20-45 ans	DOSE STUDY Dépression majeure légère à modérée 12 semaines supervisées + 12 semaines non supervisées Dose d'exercice par semaine : A : 7,0 kcal/kg en 3 x / sem B : 7,0 kcal/kg en 5 x / sem C : 17,5 kcal/kg en 3 x / sem D : 17,5 kcal/kg en 5 x / sem E : Exercices de flexibilité, 15 – 20 min, 3 x / sem	Diminution significative des scores de dépression pour tous les groupes, sauf pour le groupe témoin (E). Pas de différence entre les groupes A et B et entre les groupes C et D (donc pas de différence pour une même dépense calorique totale hebdomadaire, qu'elle soit dépensée en 3 ou en 5 séances). Réduction significativement plus grande dans les groupes C et D (donc avec une plus grande dépense calorique à l'exercice par semaine). <u>Un plus grand volume d'exercice par semaine (kcal) permet une réduction plus grande du score de dépression. Ce volume peut être divisé en trois ou en cinq séances, car ces deux modalités semblent apporter des résultats équivalents.</u>

L'ensemble de ces études nous permet de faire les observations suivantes : il est possible de faire participer des personnes dépressives à un programme d'exercice avec succès; l'exercice aérobic semble être efficace pour réduire les scores de dépression, et ce de façon significative,

après 5 à 8 semaines de traitement; l'observance au traitement semble avoir un effet important, possiblement parce qu'elle modifie le volume d'exercice ; un exercice modéré est significativement plus efficace qu'un exercice demandant moins d'effort; il n'est pas clair si un même volume d'exercice aérobie a un effet thérapeutique optimal s'il est pratiqué avec une intensité modérée ou élevée.

### **Volume et intensité d'entraînement**

Les recherches présentées ont utilisé des protocoles comportant habituellement trois séances d'exercices (le plus souvent de nature aérobie et constitués de marche vigoureuse, de course ou de vélo) pour une période d'au moins vingt minutes consécutives, à une intensité permettant un léger essoufflement. Traduit par rapport à la fréquence cardiaque et à la puissance aérobie, cela représente, pour une personne sédentaire (ce qui est représentatif des personnes souffrant de dépression majeure), un exercice d'une intensité dépassant 55-65 % de la fréquence cardiaque maximale (i.e. 55 % ou 65 % de la fréquence cardiaque maximale (i.e.  $220 - \text{âge}$ ) ou encore 40-50 % du  $\dot{V}O_2 \text{ max}$ , i.e. de la puissance aérobie, calculée à partir d'un test sur tapis roulant (Mc Ardle et al., 2001).

### **Différences individuelles**

Dans les études contrôlées chez l'homme que nous venons de décrire, les critères de sélection étaient généralement les suivants : les sujets devaient avoir reçu un diagnostic médical de dépression majeure (études plus récentes), être âgés de plus de 18 ans, avoir été assignés par randomisation à l'un des groupes expérimentaux et/ou témoin. L'étude ne devait pas retenir une condition de santé autre que la dépression comme critère d'inclusion des sujets, devait avoir une mesure de la dépression comme variable dépendante et le nombre de sujets dans chaque groupe

devait être assez grand pour obtenir une puissance statistique satisfaisante. Elles ont donc utilisé de larges critères d'inclusion des sujets. On y retrouve presque toujours un amalgame de sujets hommes et femmes, jeunes et moins jeunes, présentant souvent des diagnostics larges de syndromes dépressifs allant de la dysthymie aux dépressions plus sévères, avec ou sans troubles anxieux.

Les auteurs de ces études ont souvent dénoté une grande variabilité inter-sujet dans leur réponse au traitement. Ceci peut être relié au faible nombre de sujets dans les groupes (qui s'explique entre autres par l'exigence de l'encadrement) et aussi par la grande variabilité des caractéristiques des sujets (sexe, âge et probablement le sous-type de dépression majeure).

La littérature démontre qu'il existe des pathophysiologies bien individuelles de la dépression. Les Cliniques Amen Inc. ont été reconnues par l'Association américaine de psychiatrie. À partir de plus de 44 000 images SPECT de patients souffrant entre autres de troubles dépressifs, leurs dossiers ont démontré que différentes parties du cerveau sont affectées selon les individus. Des classes différentes de médicaments permettent de normaliser le fonctionnement cérébral, pour autant que le patient reçoive un traitement (médicamenteux ou non) qui cible, entre autres, le système de neurotransmetteur atteint (sérotonine, noradrénaline, dopamine, GABA, glutamate...). Tout comme il en est du type d'exercice choisi, son volume et son intensité exercent fort probablement des effets importants sur la neurophysiologie. Il semble donc souhaitable que les personnes dépressives puissent bénéficier d'un programme d'entraînement personnalisé établi selon leur état<sup>6 7</sup>.

---

<sup>6</sup> Et, mieux encore peut-être, un traitement intégratif incluant l'exercice et d'autres approches ciblées.

Dans la présente étude, nous tenterons de mieux comprendre, à l'aide de la littérature existante, les mécanismes derrière les effets thérapeutiques de l'exercice aérobie et comment ces facteurs pourraient être modulés par l'intensité de l'effort.

## **2.2 LES ÉCRITS SCIENTIFIQUES PORTANT SUR L'OPTIMISATION DE LA PRESCRIPTION D'ENTRAÎNEMENT POUR UNE POPULATION DÉPRESSIVE**

Un programme d'entraînement a pour objectif de développer les capacités de l'organisme. Pour y parvenir, il utilise le principe d'adaptation, i.e. qu'il confronte l'organisme à un effort qui se trouve au-delà d'une zone de maintien, tout en étant à l'intérieur de sa zone de sécurité. L'organisme est ainsi poussé à s'améliorer afin de répondre aux exigences de la demande. Un bon programme d'entraînement est donc à la fois une science et un art qui exigent une connaissance approfondie de l'organisme.

### **2.2.1 Composantes de la prescription d'entraînement : définitions et importance**

La prescription d'un programme d'entraînement tient compte de cinq principales composantes : les types d'efforts, la durée des séances, la fréquence des entraînements, l'intensité de l'effort fourni ainsi que le volume d'entraînement. Les études cliniques ont jusqu'à maintenant permis de dresser certains paramètres quand à la prescription optimale pour des personnes

---

<sup>7</sup> Malheureusement, nous n'avons habituellement pas accès aux appareillages sophistiqués (imagerie cérébrale et EEG quantitatif, i.e. QEEG) qui permettraient de faire des diagnostics aussi précis. De plus, les prises de sang ne permettent pas actuellement de relever des marqueurs biologiques de la dépression.

dépressives. Étant donné son importance dans la présente étude, l'intensité de pratique optimale sera décrite en détail.

### **Types d'efforts**

Le Collège américain de médecine du sport reconnaît trois types d'exercices : les exercices aérobie qui sollicitent principalement les systèmes d'utilisation et de transport de l'oxygène<sup>8</sup>, les exercices en résistance qui impliquent surtout les systèmes anaérobiques des muscles squelettiques ainsi que les exercices d'étirements qui ciblent l'amplitude articulaire.

Les études ont fait ressortir que les deux premiers types (exercices aérobies et en résistance) semblent être efficaces dans le traitement de la dépression, alors que le troisième type (étirements) ne semble pas être plus efficace qu'un placebo.

### **Durée des séances**

La durée des séances se calcule habituellement en minutes. Plus la durée d'une séance d'entraînement est longue, plus l'organisme doit puiser dans ses réserves énergétiques. Cette donnée est importante lorsque l'on s'intéresse aux mécanismes antidépresseurs de l'exercice, car puiser dans ses réserves graisseuses enclenche des mécanismes qui favorisent entre autres la production de sérotonine (voir section 2.2.1). De plus, des séances trop courtes peuvent produire peu de résultats car elles ne stimulent pas l'organisme à s'améliorer, et des séances trop longues peuvent produire un épuisement, voir un affaiblissement du système<sup>9</sup> (voir section 2.2.2).

Les séances d'entraînement utilisées dans le traitement de la dépression sont variables mais se situent habituellement entre vingt et trente minutes (partie aérobie), avec en plus cinq

---

<sup>8</sup> Principalement les systèmes cardio-vasculaire, respiratoire et musculo-squelettique.

<sup>9</sup> Entre autres via la surproduction de produits métaboliques néfastes.

minutes d'échauffement et cinq minutes de retour au calme (donc 30 à 40 minutes au total).

### **Fréquence des entraînements**

La fréquence d'entraînement est habituellement calculée sur une base hebdomadaire et la fréquence optimale recommandée varie habituellement entre trois et cinq séances par semaine. Ainsi, chaque période d'entraînement permet de stimuler l'organisme et chaque période de repos<sup>10</sup> (entre les entraînements) lui donne le temps de récupérer et de se développer pour mieux répondre aux efforts futurs.

Une étude a vérifié l'effet antidépresseur de programmes aérobie de différentes fréquences (3 vs 5 entraînements par semaine). Les réductions des scores de dépression ont été semblables pour autant que le volume d'entraînement (mesuré en kilocalories) soit le même. Il est intéressant de noter que certains effets liés à la neuroplasticité et impliqués dans l'effet antidépresseur de l'exercice sont stimulés pour une durée de 36 heures suivant un entraînement aérobie chez le rat (voir section 2.2.2).

### **Intensité de l'effort fourni**

L'intensité d'entraînement représente le niveau d'effort fourni par rapport à la capacité maximale de l'individu. L'effort exigé pour atteindre un niveau donné d'intensité est donc différent d'un individu à un autre, selon son âge, sexe, niveau de condition physique, etc. Donc, bien que la mesure de l'intensité de l'entraînement puisse être calculée en mesure absolue, elle se calcule habituellement par rapport aux capacités de l'individu et donc en intensité relative (présentée à la prochaine section). Les études n'ont pas cherché, jusqu'à maintenant, à cerner l'intensité optimale de pratique dans le traitement de la dépression, bien qu'il semble qu'une

---

<sup>10</sup> On espace habituellement des entraînements de même type d'une durée variant entre 24 à 48 heures.

intensité minimale soit requise (car des exercices métaboliquement peu exigeants n'ont pas été plus efficaces qu'un placebo).

### **Volume d'entraînement**

Bien que le volume d'entraînement puisse être calculé de plusieurs manières (durée totale, nombre total de répétitions, distance totale parcourue, etc.), c'est la mesure du nombre de kilocalories dépensées à l'entraînement qui semble être de plus en plus utilisée dans les recherches portant sur le traitement de la dépression. Elle a plusieurs avantages, comme de pouvoir mieux comparer le volume de protocoles d'entraînements différents.

Un traitement efficace de la dépression s'observe avec un volume de 7 kcal/kg de poids corporel/semaine<sup>11</sup> (divisé en trois séances hebdomadaires équidistantes), ce qui équivaut à environ 90 minutes de marche rapide par semaine (Chamblis et Dunn, 2003). Il semble y avoir un effet volume-réponse, ou du moins un volume optimal à découvrir, car dans cette même étude, un plus grand nombre de calories dépensées à l'entraînement (17,5 kcal/kg de poids corporel/semaine, soit deux fois et demie de plus (par rapport à 7 kcal/kg/semaine), i.e. environ trois heures et demie de marche rapide par semaine) permettait des réductions plus importantes des scores de dépression.

---

<sup>11</sup> Malheureusement, les auteurs d'études précédant 2005 n'ont pas contrôlé ou rapporté le nombre de calories dépensées à l'exercice. De par la description des protocoles d'entraînement, on peut cependant estimer que la dépense calorique à l'entraînement était d'au moins 7 kcal/kg de poids corporel/semaine ou l'équivalent de trois fois trente minutes de marche rapide.

## 2.2.2 Détermination de l'intensité d'un entraînement de nature aérobie

La conférence internationale sur la "dose réponse" (i.e. volume réponse), tenue en 2000, a permis de définir les critères permettant d'estimer l'intensité d'un effort aérobie (Nolin, 2006). À l'exception de la perception de l'effort accompli (échelle de Borg<sup>12</sup>) qui donne seulement une représentation en valeur relative (i.e. en fonction de la capacité de l'individu), les deux autres méthodes peuvent être représentées sous deux formes, i.e. en mesure relative (habituellement exprimée en pourcentage des capacités maximales de l'individu) ou en mesure absolue (i.e. une mesure générale, habituellement représentée en unité et indépendante des capacités de l'individu).

### **Intensité d'exercice aérobie en valeur absolue**

Selon l'échelle de Borg, le niveau de perception de l'effort accompli peut être estimé sur une échelle de 6 à 20, où vingt représente un niveau d'effort maximal et 6 représente un niveau d'effort minimal.

Plusieurs activités de la vie courante et sportive ont été évaluées en termes de leur  $\dot{V}O_2$  max requise pour la réaliser. Pour favoriser la compréhension de la dépense énergétique mesurée, on a recours à l'unité énergétique dénommée METS. Ainsi, un METS est l'équivalent de 3,5 kcal/kg de poids corporel/minute, ce qui correspond au métabolisme de repos. Il est ainsi facile d'apprécier la dépense calorique de différentes activités car elle est un multiple de la dépense calorique de repos.

---

<sup>12</sup> L'échelle de Borg consiste en une échelle allant de 1 à 20 où l'individu évalue sa propre perception du niveau de l'effort accompli, 20 étant un niveau d'effort maximal.

Le nombre de METS d'une activité donne du même coup une estimation de son intensité. Ainsi, une marche rapide correspond habituellement à une activité d'intensité située à la limite entre faible et modérée (4 à 4,8 METS) tandis qu'un jogging se situe habituellement à la limite supérieure d'une intensité élevée (8,4 à 10 METS) pour un adulte âgé entre 18 et 50 ans (Kin0-Québec, 2004).

### **Détermination d'une intensité relative d'entraînement aérobic**

Il existe deux façons différentes de déterminer une intensité relative d'entraînement de nature aérobic : de façon subjective (selon le niveau d'effort ou de pénibilité ressenti) ou objective (on détermine une intensité d'entraînement correspondant à un pourcentage de la  $\dot{V}O_2$  max, à partir soit de la mesure directe du  $\dot{V}O_2$  max ou encore de son estimation) (Nolin, 2006). Cette valeur relative de la  $\dot{V}O_2$  max peut être exprimée de diverses façons :

- En  $VO_2$  : Nombre de ml d' $O_2$  /kg de poids corporel / minute utilisés pour fournir l'effort
- En METS : en divisant la valeur du  $\dot{V}O_2$  max par le métabolisme de repos qui est de 3,5 ml  $O_2$  /kg de poids corporel /minute (ex : une  $VO_2$  de 70 ml  $O_2$  /kg de poids corporel/min équivaut à 20 METS)
- En kilocalories : à partir de l'équivalent calorique en oxygène, à l'effet que la consommation d'un litre d'oxygène représente une dépense calorique d'environ 5 kcal (ex : à un effort de 70 ml  $O_2$  /kg de poids corporel / min, la personne brûle 0,35 kcal pour chaque kg de poids corporel par minute<sup>13</sup>)

---

<sup>13</sup> Si la personne pèse 50 kg, elle brûle donc 17,5 kcal à la minute.

- En fréquence cardiaque réelle ou estimée : il existe différentes façons directes et indirectes de mesurer ou d'estimer la fréquence cardiaque qu'aura un individu à une intensité d'effort déterminée. Nous y reviendrons aux sections suivantes.

### **Mesure de la $\dot{V}O_2$ max par méthode directe par évaluation des gaz**

Cette méthode a l'avantage d'être exacte, mais elle est coûteuse et peu accessible en-dehors des centres de recherche ou des cliniques spécialisées. Elle a par ailleurs l'inconvénient majeur d'exiger un effort maximal ou sinon quasi maximal de la part du sujet, ce qui exige un encadrement très rigoureux pour assurer sa sécurité.

### **Estimation de la $\dot{V}O_2$ max par des méthodes indirectes**

Différentes méthodes indirectes permettent d'obtenir la  $\dot{V}O_2$  max à partir de tests à paliers uniques ou multiples exigeant un effort sous-maximal ou maximal et nécessitant ou non l'obtention de la fréquence cardiaque. En voici quelques exemples : le test d'Astrand sur ergomètre est un test sous-maximal à palier unique et requérant la fréquence cardiaque; le test de 12 minutes de Cooper est un test maximal à palier unique ne requérant pas de mesure de la fréquence cardiaque; le test Léger-Boucher est un test maximal à paliers multiples ne requérant pas de mesure de la fréquence cardiaque.

Étant donné qu'à la marche et à la course, il existe une relation linéaire entre la consommation d'oxygène et la fréquence cardiaque, il est également possible d'estimer la  $\dot{V}O_2$  max à partir de la vitesse de marche ou de course et la mesure de la fréquence cardiaque (voir section 3.4).

## **Calcul de l'intensité relative d'entraînement**

Une fois la  $\dot{V}O_2$  max mesurée ou estimée, il ne reste plus qu'à décider du niveau d'intensité de l'entraînement en fonction d'un pourcentage déterminé de la  $\dot{V}O_2$  max.

### **Méthode alternative permettant de déterminer une intensité relative d'entraînement de nature aérobie**

Il existe une autre méthode qui permet de déterminer l'intensité relative de l'entraînement aérobie à laquelle on veut que l'individu s'exerce, sans avoir recours à la mesure de la  $\dot{V}O_2$  max. La formule de Karvonen (voir section 3.3.1) permet de trouver une fréquence cardiaque d'entraînement correspondant à un pourcentage de la  $VO_2$ max<sup>14</sup>.

### **Manque de connaissances concernant l'intensité optimale d'entraînement**

À l'heure actuelle, aucune étude clinique n'a tenté de vérifier l'effet de l'intensité de l'exercice aérobie sur la réduction des symptômes dépressifs en contrôlant pour le volume d'exercice. Cet élément doit être mieux compris et défini si nous voulons éventuellement pouvoir établir une prescription d'exercice optimale pour une personne dépressive. La prochaine section a pour but de mettre en lumière les principaux mécanismes neurophysiologiques soupçonnés d'être impliqués dans l'étiologie dépressive et qui pourraient être modulés par l'intensité de l'entraînement aérobie.

---

<sup>14</sup> La méthode de Karvonen ne permet pas toutefois de trouver la  $\dot{V}O_2$  max.

## **2.2 LE RÔLE SPÉCIFIQUE DE L'INTENSITÉ D'ENTRAÎNEMENT AINSI QUE SON INFLUENCE SUR LES PRINCIPALES COMPOSANTES DE L'ÉTIOLOGIE DÉPRESSIVE**

### **Note importante**

Bien qu'il soit tentant de développer une théorie selon laquelle l'intensité de l'exercice influence des mécanismes neurophysiologiques déterminants dans le traitement de la dépression, il nous semble important de garder présents à l'esprit les mots de Dishman, imminent chercheur scientifique (chez le rat) et clinique (chez l'humain) sur les effets de l'exercice sur le cerveau, les fonctions cognitives et l'humeur :

*«Il est important de se rappeler qu'aucun système de neurotransmetteurs (stimulants et inhibiteurs : acétylcholine, GABA, glutamate...), de neuromodulateurs (dopamine, noradrénaline, sérotonine...), de facteurs neurotrophiques de croissance (BDNF, NGF...), de neuropeptides non opioïdes (cholécystokinines, CRF, galanine, NPY, VGF...), de lipides membranaires (endocannabinoïdes...), de gaz (oxyde nitreux...), de signaux intracellulaires de transcription et de traduction de gènes, de même que des facteurs de régulation neuronale... ne peuvent expliquer en eux-mêmes pourquoi et comment l'activité physique modifie les systèmes neuronaux chez l'individu sain ou souffrant de troubles de santé mentale. Ça demeure encore aujourd'hui à la fois des curiosités pour la recherche en neurosciences et des questions fondamentales en santé publique.» (Dishman et O'Connor, 2009).*

### **Développement du cadre théorique d'intervention**

La recherche permet quand-même d'identifier des facteurs-clé qui semblent être d'importance dans la question qui nous intéresse. Ces données seront revues et intégrées dans le cadre théorique qui nous aidera à tenter de mieux comprendre les transformations apportées chez une personne dépressive soumise à un programme d'activité physique aérobie et l'effet de l'intensité des exercices. Les données proviennent d'études chez des hommes sains ou souffrant de dépression ainsi que chez des animaux sains ou soumis à des stress répétés –qui induisent des symptômes dépressifs. À ce jour, aucun auteur n'a présenté un modèle d'unification des divers phénomènes touchés par la problématique qui nous intéresse. Par contre, quelques auteurs ont

récemment présenté leur théorie de la dépression ou de son traitement. Ces données sont pertinentes afin de tenter de mieux comprendre l'effet thérapeutique probable de l'exercice et l'effet modulateur de son intensité. Le cadre théorique développé pour cette recherche n'a donc pas été proposé ou validé dans son entièreté par d'autres auteurs, bien que tous les éléments de son contenu proviennent des résultats de recherche qui ont été validés par plus d'un auteur.

Pour être complet, le cadre théorique devrait probablement comprendre des dizaines d'autres composantes. Lors d'une première recension des écrits, nous avons retenu 17 éléments pouvant avoir un impact dans la réponse antidépressive due à un programme d'activité physique. Nous avons finalement retenu les éléments qui nous semblaient être les plus pertinents, soit : 1) la modulation à l'exercice du système sérotoninergique et noradrénergique; 2) les facteurs neurotrophiques de croissance et la circulation sanguine cérébrale; 3) l'architecture du sommeil ainsi que 4) des construits psychologiques tels l'activation, le sentiment d'efficacité personnelle et d'auto-contrôle, la confiance en soi, le soutien social et la distraction. Nous repasserons donc l'essentiel des connaissances qui nous permettent de saisir leur implication dans le traitement de la dépression majeure par l'activité physique aérobie ainsi que l'effet que pourrait avoir ou ne pas avoir l'intensité de sa pratique dans la réduction des symptômes dépressifs.

### **Interaction des éléments sérotonine, BDNF et IGF-1**

Les deux prochaines sections traiteront de cibles qui sont connues pour être inter-reliées. Les trois figures suivantes présentent les étroites collaborations au niveau des voies de transduction intracellulaires des récepteurs à la sérotonine, au BDNF et à l'IGF-1/insuline afin de réguler l'expression de gènes qui promeuvent entre autres la plasticité neuronale et

l'augmentation de la résistance au stress<sup>15</sup>. Leur étroite collaboration serait vieille de millions d'années, car elle permettrait d'acquérir, de stocker et d'utiliser les réserves de nourriture et d'énergie.

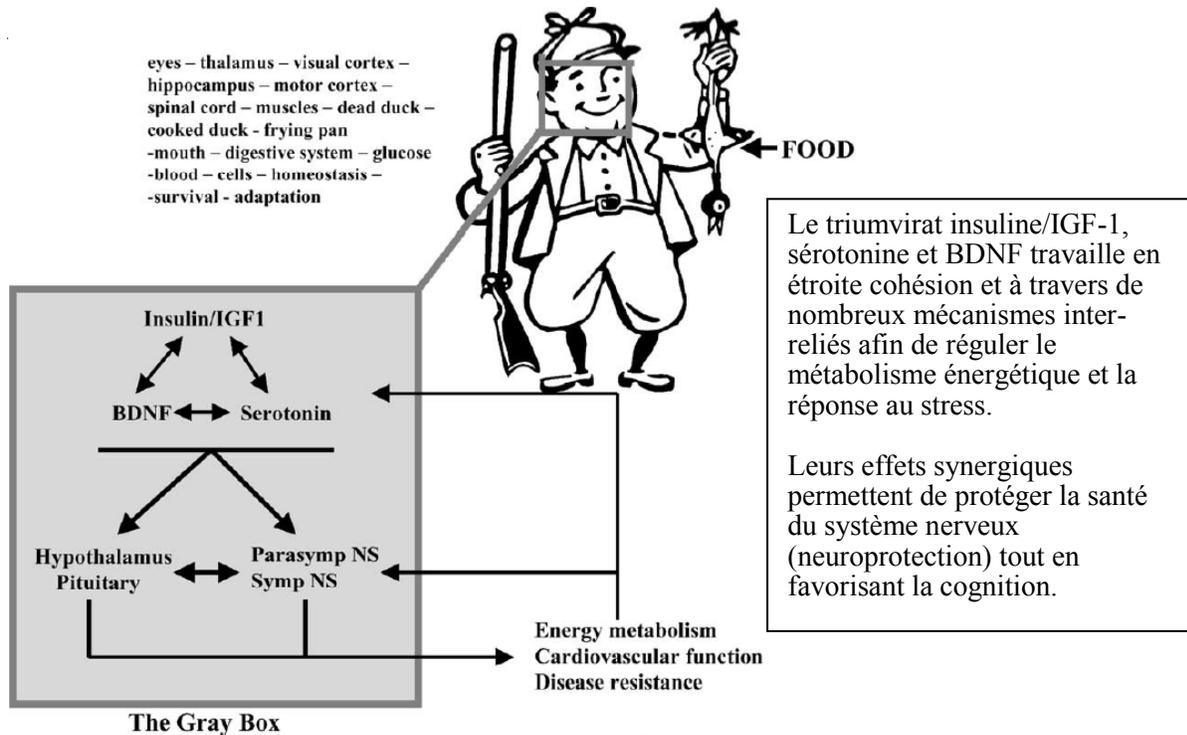


Figure 1 Collaborations métaboliques de la sérotonine, du BDNF et du IGF-1/insuline

Tiré de Mattson et al., 2004.

Toujours selon les mêmes auteurs, si l'organisme devait subir un stress à son détriment, comme c'est habituellement le cas chez une personne victime d'une dépression, un ensemble de mécanismes intimement liés seraient touchés, tels la sérotonine, les hormones de stress (CRH et glucocorticoïdes), les facteurs neurotrophiques de croissance (BDNF) et le métabolisme énergétique (IGF-1/insuline) :

<sup>15</sup> ... et aussi de la longévité, selon les auteurs des deux premières figures.

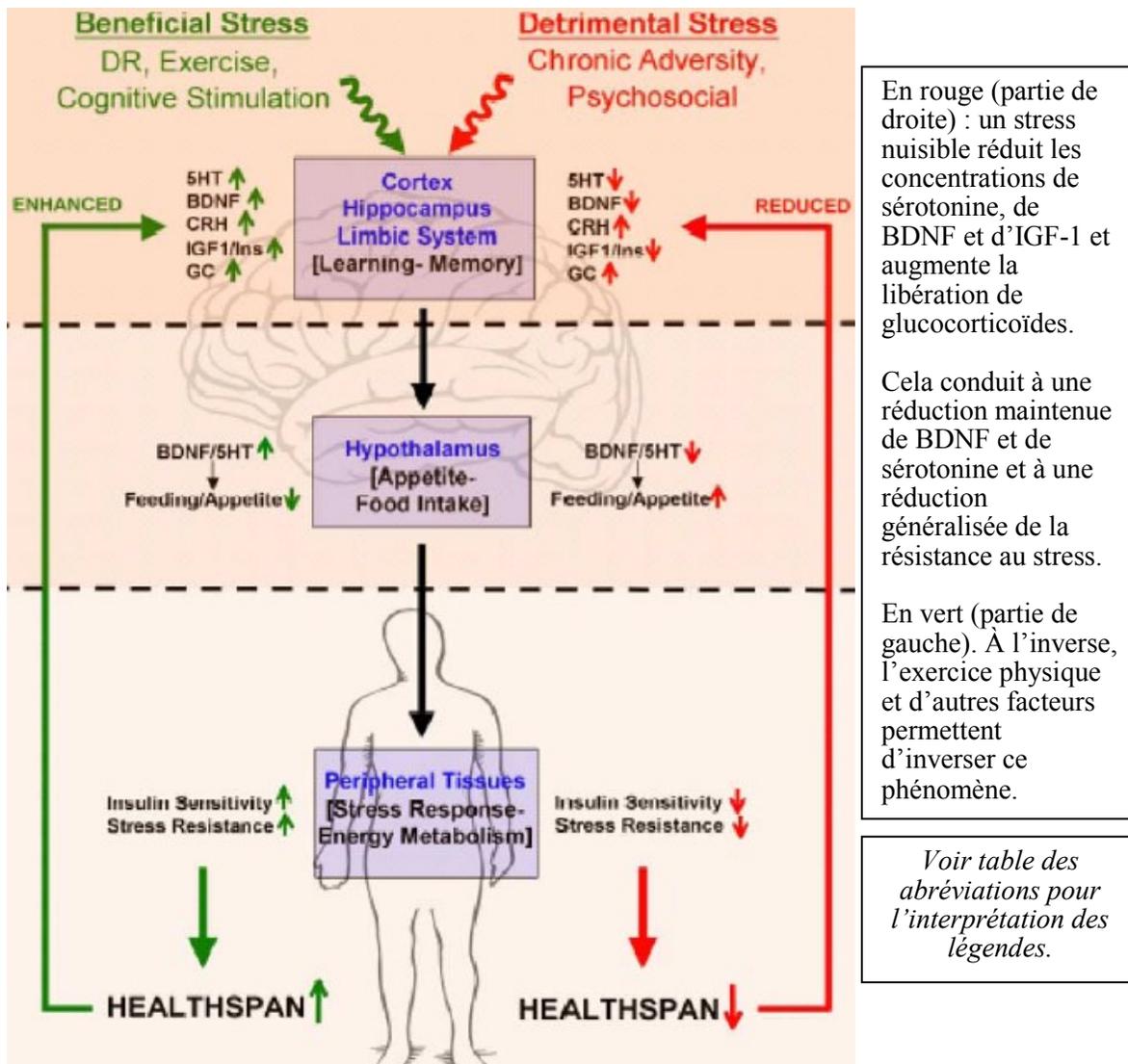


Figure 2 Effets du stress sur le système nerveux

Tiré de Mattson et al., 2004.

À partir des effets plus globaux et systémiques d'un échec d'adaptation au stress jusqu'aux symptômes de la dépression, cette dernière figure de Mattson et al. démontre comment, encore une fois, ces médiateurs agiraient directement au niveau cérébral et neuronal de façon à entraîner des dysfonctions précédant les symptômes plus spécifiques de la dépression. La figure suivante démontre également comment un traitement (celui-ci à l'aide de médicaments

antidépresseurs inhibiteurs de la recaptation de la sérotonine) peut permettre d'inverser ces dysfonctions.

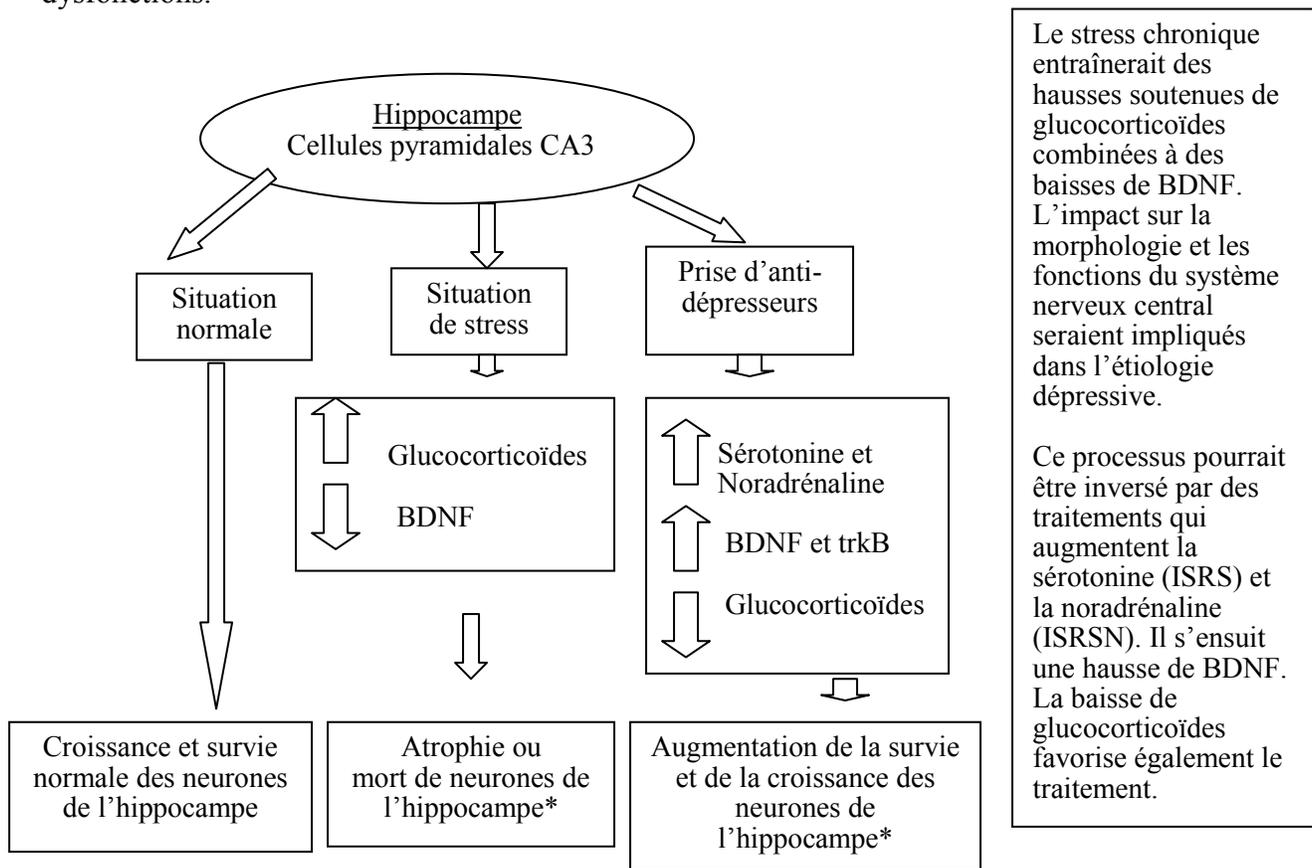


Figure 3 Modèle de la pathophysiologie des troubles liés au stress et de l'action des ISRS

Tiré de Remick, 2002.

### 2.2.1 Rôle des neurotransmetteurs sérotonine et noradrénaline

Le système sérotoninergique exerce son influence sur l'appétit, le sommeil, la sexualité, les fonctions cognitives et bien d'autres fonctions régulatrices qui sont impliquées dans l'étiologie de

la dépression (Damatarca et Sthal, 2003). La médication antidépressive bloque la recaptation de la sérotonine afin d'en augmenter les concentrations cérébrales.

Le système noradrénergique est également impliqué dans l'étiologie de la dépression et plusieurs antidépresseurs doivent une partie de leur effet thérapeutique à sa stimulation.

Les études animales ont démontré que l'entraînement aérobie augmente les concentrations cérébrales de sérotonine et de noradrénaline et que l'augmentation de l'intensité d'exercice en augmente les quantités cérébrales.

### **Sérotonine**

Un homme sédentaire qui est soumis à un programme d'entraînement aérobie de trois semaines subit des augmentations des transporteurs périphériques sérotoninergiques (5-HTT) et de ses récepteurs (5-HT<sub>2A</sub>R). La diminution de prolactine laisse aussi croire que la sérotonine est augmentée (Weicker et Strüder, 2000). D'un autre côté, chez l'animal (rat), un programme aérobie à raison de trois fois 40 à 60 minutes par semaine augmente le taux de sérotonine cérébral de 75% après trois semaines (Buckworth et Dishman, 2002).

Qu'advient-il des concentrations cérébrales de sérotonine avec une augmentation de l'intensité d'exercice? Nous n'avons pas d'information confirmée que les taux de sérotonine cérébrale augmentent avec l'intensité d'exercice (nous savons par contre qu'il y a augmentation en fonction de la quantité de graisse utilisée à l'exercice et donc en fonction de la dépense énergétique grâce aux travaux des allemands Strüder et Weicker (2001)). Ces derniers ont réalisé une série d'études qui ont démontré par quels mécanismes la sérotonine est augmentée suite à une

période d'entraînement aérobic<sup>16</sup>). Ils ont démontré que les concentrations sanguines de sérotonine augmentent également et davantage pour un exercice de plus grande intensité (passant de 20 à 30 ng/ml à une intensité de 55% de  $\dot{V}O_2$  max vs de 20 à 50 ng/ml pour une intensité de 75% de  $\dot{V}O_2$  max).

### **Noradrénaline**

Des rats soumis à un programme d'entraînement de 8 semaines, une heure par jour, 6 jours par semaine, à 50 – 60 % du  $\dot{V}O_2$  max ont été comparés à un groupe de rats sédentaires. Après 8 semaines d'entraînement, les concentrations de noradrénaline cérébrale au repos (36 heures après le dernier entraînement) chez les rats entraînés étaient significativement augmentées dans le pons medulla (région des corps cellulaires noradrénergiques) ainsi que dans d'autres régions du cerveau. D'autres études ont également démontré qu'un plus grand volume de course est corrélé avec des augmentations cérébrales de noradrénaline<sup>17</sup> et de ses métabolites<sup>18</sup> (Dunn et al., 1996). L'intensité est également importante. Dans une autre étude, les rats soumis à la course ont libéré deux fois plus de noradrénaline cérébrale que les rats à la marche. Selon les auteurs, l'intensité de l'exercice influence directement les concentrations de noradrénaline cérébrale (Dunn et al., 1993).

Nous n'avons pas d'indication quand aux augmentations cérébrales de noradrénaline chez l'humain en fonction de l'intensité, bien que l'on ait de bonnes raisons de croire qu'elles sont

---

<sup>16</sup> Les acides gras des cellules adipeuses libérés dans la circulation sanguine au cours de l'exercice se couplent aux molécules d'albumine qui relâchent par la même occasion le tryptophane auquel elles étaient liées. Le tryptophane libre peut ainsi passer la barrière du cerveau, d'autant plus que : 1) les plus grands acides aminés qui lui font habituellement compétition sont absorbés par les muscles au travail, et 2) que la perméabilité de la membrane hémato-encéphalique est augmentée au cours de l'exercice aérobic. Une grande quantité de tryptophane peut ainsi passer la barrière hémato-encéphalique et être utilisé par les neurones qui les transformeront en sérotonine.

<sup>17</sup> Ces données ont été reproduites par d'autres chercheurs (Dishman, 1997 et 2000).

<sup>18</sup> MHPH et DHPG sont des métabolites de la noradrénaline et servent d'indicateurs de l'activité noradrénergique.

intimement liées. À l'exercice, la noradrénaline stimule l'organisme (entre autres via l'hypophyse antérieure) pour réussir l'effort à accomplir. Plus l'effort est exigeant, plus les concentrations plasmatiques de noradrénaline sont élevées. Au niveau périphérique, une période de course de 20 minutes à pleine capacité (90% de la puissance aérobie) augmente les taux plasmatiques de noradrénaline d'environ 13 fois (i.e. de 0,4 nM au repos à 1,2 après 10 minutes d'exercices, puis à 5,2 après 20 minutes d'exercice) (Galliven et al., 1997). Dans le cerveau, lors d'une période d'exercice aérobie, l'activité des neurones noradrénergique serait modifiée et augmenterait d'autant plus que la demande physique est grande (Dishman, 1997).

### **2.2.2 Rôle des facteurs neurotrophiques de croissance et circulation sanguine cérébrale**

Des recherches ont démontré que plusieurs patients dépressifs présentent une diminution du nombre et de la taille des cellules nerveuses de l'hippocampe<sup>19</sup> (Mallei et al., 2002). Il y a d'ailleurs une corrélation entre la durée d'une dépression non traitée et la baisse du volume de l'hippocampe (Sheline et al., 2003).

D'autre part, chez la personne dépressive en rémission suite à la prise d'antidépresseurs, on a enregistré un retour à la normale du nombre et de la taille des cellules hippocampales (Sheline et al., 2003). Ceci est en lien avec les autres études démontrant l'efficacité des ISRS dans la neurogenèse hippocampale chez le rat et lors d'études post-mortem chez l'humain. Plusieurs études récentes ont démontré que les traitements antidépresseurs de type ISRS

---

<sup>19</sup> ainsi que dans d'autres régions cérébrales associées à la dépression.

permettent de renverser l'atrophie de l'hippocampe et que ce phénomène pourrait être à la base de l'effet antidépresseur.

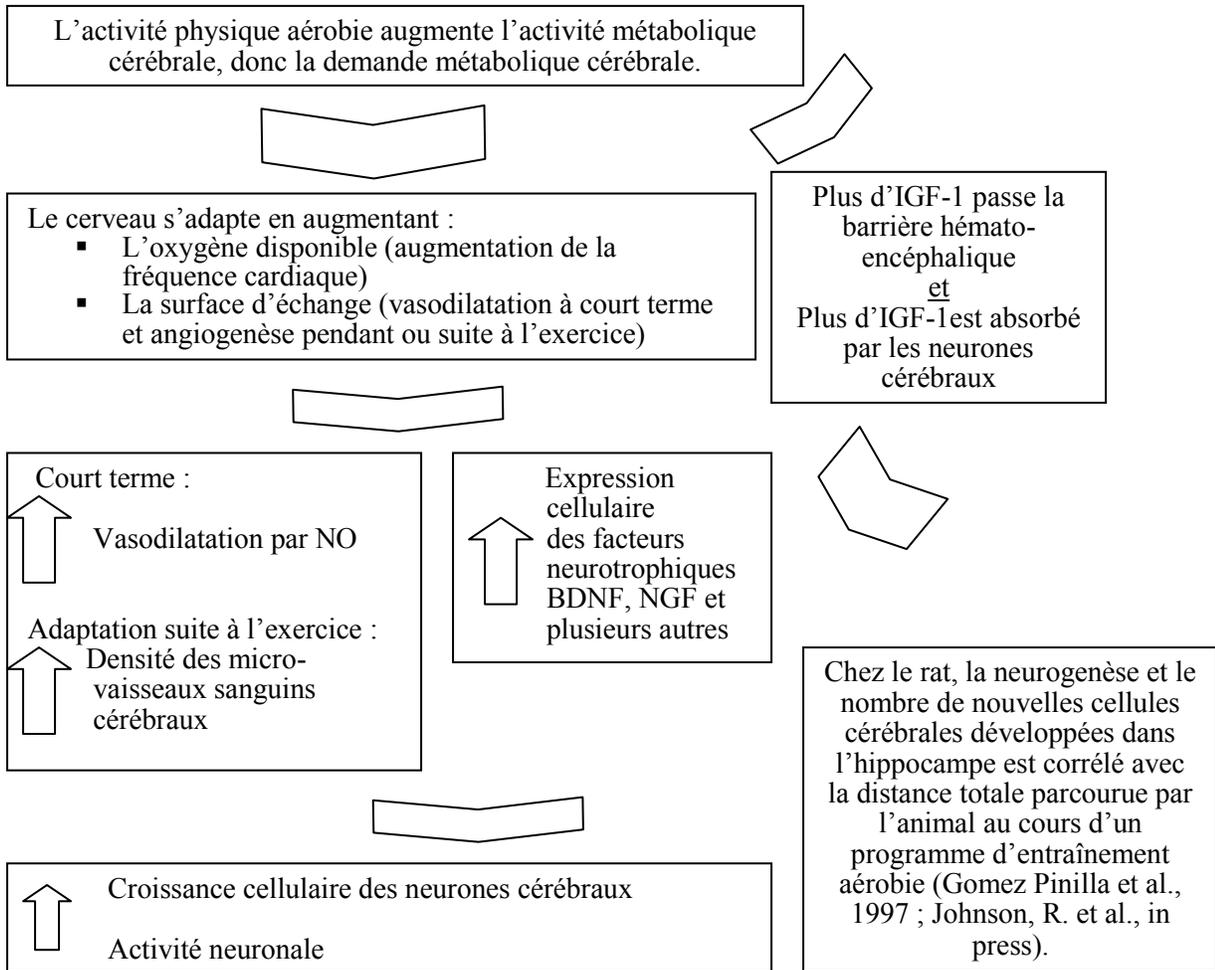
Hercher C. et al. (2009) ont par contre déterminé, suite à l'étude de banques d'images cérébrales de personnes dépressives, que ce phénomène n'est pas présent dans tous les cas de dépression majeure. Les changements neurotrophiques pourraient se produire dans différentes zones cérébrales et prendre plusieurs formes, expliquant les différences inter-individuelles. Par exemple, les modifications volumétriques pourraient être souvent produites par des changements dans la densité des dendrites (et non seulement dans le nombre de corps cellulaires). Quoiqu'il en soit, les changements neurotrophiques semblent être au cœur des modifications observées.

La théorie génétique de l'effet thérapeutique des antidépresseurs et de l'exercice est bien citée dans la littérature et se produirait selon les étapes suivantes : 1) l'exercice ou les antidépresseurs augmentent un neurotransmetteur (sérotonine et/ou noradrénaline); 2) la cascade d'événements qui suivent amène progressivement un changement dans l'expression de gènes critiques nécessaires au développement de la réponse antidépressive, dont : la régulation à la baisse de certains gènes, ce qui permet de diminuer la synthèse de récepteurs-clé; la régulation à la hausse d'autres gènes, ce qui permet d'augmenter la synthèse de protéines critiques, comme le BDNF<sup>20</sup> (Shahl, 2000). Un de ces effets serait la stimulation de la neurogenèse, i.e. la naissance et le développement à maturité de nouvelles cellules nerveuses, notamment au sein de l'hippocampe. La neuroplasticité prendrait des formes diverses dans différentes régions du cerveau (Hercher C. et al., 2009).

---

<sup>20</sup> Des infusions de BDNF ont un effet antidépresseur chez deux modèles animaux de la dépression (Shirayama et al., 2002) et les traitements antidépresseurs ont pour effet d'augmenter le taux de BDNF au niveau de l'hippocampe chez le rat (Remick, 2002).

Parmi un ensemble de mécanismes spécifiques à l'activité physique aérobie susceptibles de moduler les gènes et la croissance nerveuse, on retrouve, en plus de l'augmentation de la sérotonine et de la noradrénaline : 1) l'augmentation de facteurs neurotrophiques de croissance (tels le BDNF et le NGF-2 (nerve growth factor 2)); 2) la stimulation de la circulation sanguine cérébrale et 3) la synthèse de certaines hormones anabolisantes (hormone de croissance, IGF-1 et testostérone). La figure suivante présente les inter-influences de ces principaux mécanismes qui seront discutés par la suite. Ainsi, lors d'un exercice aérobie, on dénote –chez le rat– une vasodilatation des vaisseaux sanguins cérébraux et une augmentation d'un ensemble de facteurs stimulant la neurogenèse. Avec l'entraînement, on observe une augmentation de la densité des micro-vaisseaux sanguins cérébraux, de la neurogenèse et de la densité des cellules cérébrales au niveau de l'hippocampe. Cette dernière augmentation est corrélée avec la distance totale parcourue dans les études faites chez le rat :



*IGF-1* : « Insulin growth factor », un facteur de croissance qui agit sur les gènes des cellules cérébrales  
*BDNF* : « Brain derived neurotrophic factor », un facteur de croissance neuronal  
*NGF* : « Nerve growth factor », un facteur de croissance neuronal  
*NO* : « Nitric oxyde » (oxyde nitreux)

**Figure 4 Effets cérébraux de l'activité physique aérobie chez le rat**

Tiré et adapté de Ding al., 2004 et Carro et al., 2000.

### **Augmentation des facteurs neurotrophiques de croissance**

Quelques études récentes ont démontré que la prise d'antidépresseurs augmente les taux de BDNF plasmatiques chez l'humain. Et ces changements varient selon le type de médication donnée. De plus, les auteurs des différentes études ont observé une relation inverse entre les augmentations plasmatiques de BDNF et la réduction des scores de dépression. Après 5 semaines

de traitement à la Sertraline, les concentrations plasmatiques de BDNF sont passées de 29,4 à 50,6 ng/ml alors qu'ils ont légèrement baissé avec le traitement à la Venlafaxine. Six mois de traitement à la Venlafaxine permettront d'obtenir des augmentations de BDNF plasmatique passant de 32,2 à 54,9 ng/ml (Matrisciano et al, 2009).

L'activité physique aérobie régulière augmente la production d'ARN messager pour les neurotrophines, telles le BDNF et le NGF (études cérébrales chez le rat) (Ding et al., 2004). La neurogenèse qui en découle au sein de l'hippocampe semble être reliée au volume d'exercice aérobie. On a observé une relation "dose-réponse"<sup>21</sup> entre la pratique de la course<sup>22</sup> chez le rat et la stimulation de la neurogenèse au sein de l'hippocampe : l'augmentation du nombre de nouveaux neurones est positivement corrélée avec la distance de course parcourue<sup>23</sup> (Gomez-Pinilla et al., 1997). De plus, chaque entraînement aérobie a entraîné une stimulation de la production de facteurs neuronaux de croissance (BDNF) au sein de l'hippocampe pour une durée de 36 heures. D'autres chercheurs ont mesuré que le taux de BDNF augmente de 56% après quarante jours de course ad libitum (chez le rat) (Rhodes et al., 2003; Tong et al., 2001).

Récemment, Duman et al. (2008) ont démontré qu'un programme d'entraînement aérobie chez le rat produit des effets antidépresseurs semblables à la médication pour trois tests comportementaux<sup>24</sup>. Les rats entraînés ont eu des augmentations significatives de BDNF dans des régions spécifiques de l'hippocampe et des manipulations supplémentaires ont démontré le rôle

---

<sup>21</sup> D'autres études ont observé que des rats courant trop longtemps et s'épuisant ainsi à l'effort ont connu des baisses de l'efficacité mentale, plutôt que les hausses enregistrées à dose plus faible d'entraînement. On pourrait donc penser qu'une plus grande dose d'exercice apporte des bénéfices optimaux, pour autant que l'on n'atteigne pas l'épuisement.

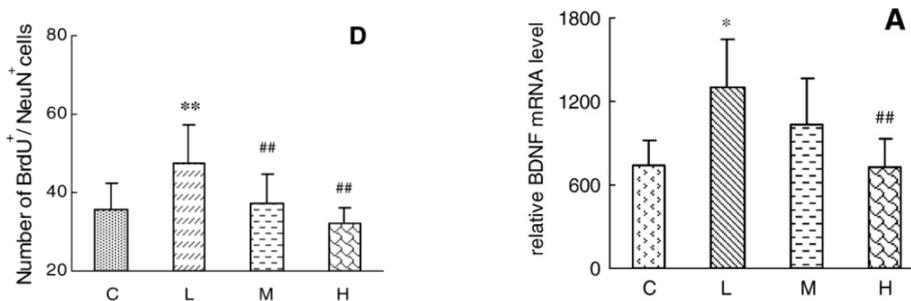
<sup>22</sup> et que l'augmentation du volume de l'hippocampe qui en résulte semble être reliée à l'augmentation de la capacité d'apprendre des animaux.

<sup>23</sup> ainsi qu'avec la capacité d'apprentissage (Rhodes et al., 2003).

<sup>24</sup> Pour trois tests comportementaux liés à la dépression, en plus d'autres tests démontrant un effet anxiolytique.

essentiel du BDNF pour obtenir l'effet antidépresseur. Ces changements ont été observables après une semaine d'entraînement, bien qu'ils soient devenus évidents après trois ou quatre semaines.

On ne connaît toutefois pas l'influence de l'intensité de l'exercice sur la neurogenèse ou le BDNF. Une étude a toutefois tenté d'établir cette corrélation chez le rat. Trois groupes de rats ont été entraînés pendant une semaine à raison de 30 minutes par jour, à des vitesses de tapis roulant (intensités) différentes et "forcées", i.e. que l'animal ne pouvait s'échapper du tapis : intensité faible (11 mètres/minute), modérée (14 mètres/minute) et élevée (22 mètres/minute). Un effet "dose-réponse" a été observé, avec des augmentations réduites avec l'augmentation de l'intensité, tel que le démontrent les figures suivantes :



À gauche : Neurogenèse (nombre de nouvelles cellules) au sein du dentate gyrus  
 À droite : Facteurs neurotrophiques de croissance (BDNF) au sein de l'hippocampe  
 chez le rat, suite à un entraînement aérobic d'intensité spécifique :  
 C : groupe témoin sédentaire L : intensité faible M : intensité modérée H : intensité élevée

**Figure 5 Neurogenèse et facteurs neurotrophiques de croissance selon l'intensité de l'effort aérobic chez le rat**

Tiré de Lou et al, 2008.

Étant donné que les hormones de stress ont un impact majeur sur la neurogenèse et le BDNF et que plusieurs auteurs relatent le fait que les entraînements "forcés" sont susceptibles de stimuler la peur et les hormones de stress chez l'animal, nous devons garder présent à l'esprit que les définitions d'intensité données par les auteurs ne sont pas comparables au tableau 4 qui

correspond aux lignes directrices pour les études cliniques chez l'humain. Cette étude a donc démontré que l'intensité de l'exercice a un effet sur la production de protéines neurotrophiques (BDNF, VEGF...) ainsi que sur la prolifération de nouvelles cellules et de la neurogenèse au sein de l'hippocampe. La conclusion des chercheurs est la suivante :

***«Les résultats de cette étude suggèrent que l'intensité de l'exercice est un facteur clé de l'expression et ultimement du taux de la neurogenèse. Ces résultats sont d'importance dans la recherche de l'intensité d'exercice optimale.»***

Une autre étude, cette fois chez l'humain, a observé qu'il n'y avait pas d'augmentation des concentrations de BDNF ou de cortisol périphériques au cours d'une marche d'intensité relativement faible (période d'échauffement), mais qu'elles s'élevaient de façon significative avec l'intensité de l'exercice au cours d'un effort progressif sur tapis roulant jusqu'au point d'épuisement. Ils ont donc observé des hausses progressant avec l'intensité de l'effort : 1) de BDNF (de 60 à 91 ng/dl) et 2) de cortisol (10 à 14 µg/dl)<sup>25</sup> (Rojas Vega et al., 2007).

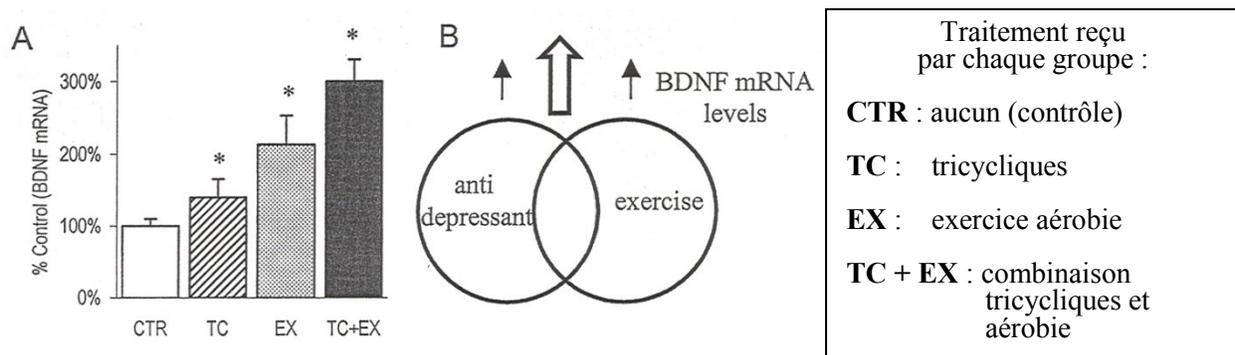
La modulation du BDNF via l'intensité de l'exercice pourrait être médiée, entre autres, par les sécrétions de monoamines. Des études ont démontré que l'usage de médicaments augmentant les niveaux de monoamines<sup>26</sup> accroît les taux de BDNF. La figure suivante démontre que l'entraînement aérobic et la tranylcypromine (un IMAO qui augmente les concentrations de monoamines) influencent toutes deux les niveaux d'ARN messager de BDNF au sein de

---

<sup>25</sup> Selon ces auteurs, le BDNF traverse la barrière hémato-encéphalique et rejoint l'hippocampe où il a le potentiel d'induire des activités neurogéniques : «Since BDNF is readily crossing the blood–brain barrier in both directions and taking into account the presence of a high-capacity saturable transport system, it can be assumed that peripheral circulating BDNF is transported into the brain and contributes to neuroplasticity (Pan et al., 1998; Poduslo and Curran, 1996)».

<sup>26</sup> Sérotonine, noradrénaline et dopamine. À noter : les niveaux cérébraux de noradrénaline et de dopamine augmentent avec l'intensité et avec la dose d'exercice. La sérotonine augmente avec la dose mais on ne sait pas si elle augmente avec l'intensité.

l'hippocampe chez le rat. Dans cette étude, le traitement combiné d'antidépresseurs et d'entraînement a produit des effets additifs.



**Figure 6** Exercice, antidépresseurs et modulation du BDNF chez le rat

Tiré de Cotman et Engesser-Cesar, 2000.

### Stimulation de la circulation sanguine

L'augmentation de la circulation sanguine cérébrale stimule l'angiogenèse et la densité des microvaisseaux sanguins. Tous ces changements semblent être liés de près à l'augmentation des facteurs neurotrophiques de croissance cérébrale à l'exercice (Blumenthal et al., 2001). Ces facteurs seraient modulés, entre autres, par l'augmentation de la sécrétion de VEGF (« vascular endothelial growth factor ») qui est stimulé avec l'accélération de la circulation sanguine<sup>27</sup>.

L'activité physique de type aérobic augmente la circulation sanguine dans l'ensemble du cerveau<sup>28 29</sup> et l'intensité de l'effort en module la grandeur. Ainsi, la circulation sanguine dans

<sup>27</sup> Selon Fabel et al. (2003), la synthèse de VEGF (vascular endothelial growth factor) est nécessaire à la neurogenèse hippocampale chez l'animal adulte. En bloquer la synthèse inhibe la neurogenèse chez les animaux entraînés à la course.

<sup>28</sup> L'augmentation à court terme de la circulation sanguine permettrait à long terme d'augmenter la vascularisation cérébrale, tel que l'ont démontré des études chez le rat. Par exemple, après 3 semaines de course à 450 mètres par jour à 15m/min, la densité des micro-vaisseaux sanguins a été multipliée par dix fois dans le striatum (Ding et al., 2004).

<sup>29</sup> L'augmentation de la circulation sanguine apporterait également une meilleure capacité de vasodilatation, ce qui améliorerait la circulation sanguine cérébrale au repos. Chez des rats entraînés à la course pendant 3 semaines à 12m/min pendant 30 minutes par jour, 5 jours par semaine, l'enzyme NOS (nitric oxyde synthase) est régulée à la

l'artère carotide interne augmente de 10% avec un exercice léger; 17 % avec exercice modéré ; 22% avec un exercice intense (Ide et Secher, 2000) et plusieurs régions du cerveau démontrent une augmentation de la circulation sanguine avec l'augmentation de l'intensité d'exercice (Hollmann et Strüder, 1996).

Il semble donc qu'il soit possible que l'augmentation de la circulation sanguine cérébrale, supérieure au cours d'un exercice de plus grande intensité, stimule davantage les sécrétions de VEGF et de BDNF, mais ceci n'a pas été confirmé lors d'observations.

### **Hormones anabolisantes**

L'hormone de croissance et la testostérone stimulent la neurogenèse, la croissance des dendrites et des connections nerveuses. Par contre, ces deux hormones ne sont pas augmentées avec des exercices de faible intensité.

L'augmentation d'IGF-1 contribue également à plusieurs actions trophiques neuronales (Carro et al., 2000) et provoque une hausse de BDNF, qu'elle soit augmentée par l'exercice ou par une injection dans l'artère carotide<sup>30</sup>. Plusieurs tissus synthétisent du IGF-1 et sont sensibles à son action. Dans le cerveau, les récepteurs au IGF-1 sont multiples et distribués à travers tout le système nerveux central. Le liquide cérébro-spinal contient du IGF-1 et les données disponibles suggèrent que l'IGF-1 synthétisé en périphérie (entre autres en périodes d'exercices) transite par le liquide cérébro-spinal et par la circulation sanguine pour entrer dans le cerveau.

---

hausse et le diamètre des vaisseaux sanguins cérébraux est augmenté, même au repos. Il en résulte une plus grande circulation sanguine cérébrale. A l'inverse, bloquer la synthèse du NOS empêche ces effets (Endres et al., 2003).

La synthèse d'IGF-1 est stimulée par l'exercice physique aérobie et son absorption dans les muscles et le cerveau est augmentée à l'exercice, sans toutefois présenter d'augmentations marquées dans le sang (Carro et al., 2000). Chez des hommes âgés entre 20 et 35 ans et soumis à 10 minutes de vélo, l'IGF-1 a augmenté de 7,7 % avec l'intensité plus faible versus 13,3 % avec l'intensité plus grande (taux de base : 235 ng/ml vs 255 ng/ml). L'IGF-II n'a pas augmenté significativement à faible intensité mais de 15,7 % à intensité élevée.

L'hormone de croissance semble également impliquée dans l'étiologie de la dépression. L'étude ci-haut mentionnée a enregistré une augmentation du taux plasmatique de l'hormone de croissance, supérieure pour un exercice d'intensité plus grande : 1,2 ng/ml pour une activité de faible intensité (50 % du seuil lactique) versus 5,2 ng/ml pour une activité intense (80 % du seuil lactique) (Schwarz et al., 1996). D'autres études rapportent des hausses de 150% des taux plasmatiques d'hormone de croissance à l'exercice aérobie intense (et plus élevés pour des exercices en résistance où l'effort métabolique est supérieur). La sécrétion semble liée à l'intensité des exercices car elle est soupçonnée être libérée proportionnellement à la production d'acide lactique qui survient lorsque la quantité d'oxygène disponible est insuffisante pour répondre à la production énergétique requise (Klatz, 2001).

Différentes hormones anabolisantes semblent donc être stimulées à l'activité physique et modulées par son intensité.

### **2.3.3. Rôle du sommeil**

La plainte d'une mauvaise qualité du sommeil chez les personnes dépressives est fréquente et se présente sous la forme de troubles à s'endormir ou à maintenir le sommeil, des éveils matinaux précoces et un sommeil peu récupérateur<sup>31</sup>. Les patients déprimés ont une diminution du sommeil lent et des ondes delta<sup>32</sup> dans les phases NonRem-1 vs. NonRem-2. Le sommeil paradoxal est également altéré. On note une diminution de sa latence, une augmentation de sa durée pendant la première moitié de la nuit et une augmentation de la densité des mouvements oculaires rapides au cours de cette période (Winokur et al., 2001).

Ces réductions de sommeil peuvent avoir un effet insidieux sur les symptômes dépressifs. Meerlo et al. (2009) viennent de publier un article où l'on peut lire :

***«... les effets d'un manque de sommeil... peuvent réduire la neurogenèse de 30% à 80% selon les études... ce qui peut mettre en danger l'intégrité de l'hippocampe et mener vers des dysfonctions cognitives et contribuer au développement des troubles de l'humeur... »***

L'exercice régulier permet d'améliorer la qualité générale du sommeil. De façon plus spécifique, les études sur le sujet ont rapporté une amélioration du temps total de sommeil<sup>33</sup>, une diminution de la latence du sommeil (i.e. du temps nécessaire pour s'endormir), une augmentation du temps de sommeil passé en sommeil profond et une diminution du temps de sommeil paradoxal<sup>34</sup>. Ces données proviennent toutefois d'études de populations ou de groupes à

---

<sup>31</sup> Chez les personnes dépressives de plus de 60 ans, 86 % des hommes et 90 % des femmes souffrent de troubles du sommeil, contre 36 % et 43 % dans la même population non dépressive (Kivelä, 1994).

<sup>32</sup> Au niveau micro-architectural, une revue de dix années d'études sur l'analyse électroencéphalographique du sommeil chez des personnes dépressives a permis de relever des constances. Les personnes dépressives, qu'elles soient symptomatiques ou en rémission, présentent une diminution de l'amplitude ou de l'incidence des ondes delta (certains auteurs ont proposé que la diminution de l'amplitude delta est due à des éveils intermittents et des micro-éveils). Des auteurs suggèrent que la mesure de l'activité de niveau delta pourrait être éventuellement corrélée avec une réponse antidépressive (Luthringer et al., 1995).

<sup>33</sup> Selon certains auteurs, l'augmentation du temps de sommeil serait le plus grand effet des programmes d'exercice (King et al., 1997).

<sup>34</sup> Taille de l'effet des études recensées : temps total de sommeil : 0,94 ; latence du sommeil : 0,45 ; temps en sommeil profond : 0,43 ; temps en sommeil REM : -0,57.

un moment donné<sup>35</sup>, alors il est difficile de savoir si d'autres éléments peuvent influencer ces résultats (autres bonnes habitudes de vie, etc.).

Les études contrôlées et randomisées ainsi que les études cliniques chez des personnes dépressives sont relativement récentes. Les résultats, qui seront discutés à la section 5.1.3, démontrent des évidences d'un effet favorable de l'entraînement aérobic sur la qualité du sommeil.

Les causes de ces améliorations ne sont pas bien élucidées mais pourraient être attribuables, entre autres, aux changements dans les concentrations d'adénosine, en plus de l'ensemble des mécanismes que nous avons présentés dans les sections précédentes (augmentations de sérotonine<sup>36</sup> et de mélatonine (dont la sérotonine est le précurseur), réductions des taux de cortisol<sup>37</sup> et améliorations du fonctionnement de l'axe HHC<sup>38</sup>), toutes ayant une influence sur la neurogenèse au sein de l'hippocampe.

Par contre, le mécanisme sous-jacent à la façon dont l'intensité de l'exercice pourrait moduler ces effets demeure encore à un stade exploratoire. Il serait donc intéressant de vérifier cet effet.

### **La neurogenèse au centre du sommeil et de la dépression**

Il serait également intéressant de mieux évaluer l'effet de l'intensité d'un programme d'exercice aérobic quand à ses effets sur la neurogenèse, car Meerlo et al. (2009) semblent établir

---

<sup>35</sup> Ex : évaluer le sommeil des personnes qui sont en bonne condition physique ou qui s'entraînent sur une base régulière, ou encore comparer le sommeil de personnes actives vs sédentaires, etc.

<sup>36</sup> Un taux élevé de cortisol basal, tel que l'on retrouve chez plusieurs personnes dépressives, engendre des troubles du sommeil. Comme le manque de sommeil augmente la sécrétion du cortisol, il s'en suit un cercle vicieux.

<sup>37</sup> La diminution des glucocorticoïdes pourrait réduire le sommeil REM qui est augmenté chez la personne dépressive (Lancel et al., 2003).

<sup>38</sup> La tendance vers la normalisation de certains paramètres inflammatoires du système immunitaire semble également impliquée, de même que la neurogenèse.

des liens entre plusieurs éléments présentés dans les sections précédentes et la qualité du sommeil :

*«Des études expérimentales chez les rats démontrent que des réductions chroniques de sommeil mènent graduellement vers des altérations physiologiques et neurobiologiques... dont une réduction dans la prolifération de cellules et de la neurogenèse au sein de l'hippocampe... remarquablement similaires à ce que l'on observe dans la dépression... Sur la base de ces découvertes, nous posons l'hypothèse qu'un dérangement chronique du sommeil, causant une réduction de la neurogenèse de l'hippocampe, puisse être l'un des facteurs contribuant à la pathophysiologie de la dépression.*

*Jusqu'à maintenant, le lien proposé entre la neurogenèse et la dépression était principalement basé sur des études démontrant que les hormones de stress suppriment la production de nouveaux neurones, alors que les antidépresseurs promouvoient la neurogenèse. De fait, le stress est un puissant inhibiteur de la neurogenèse et est habituellement considéré comme un facteur causal important dans l'étiologie de la dépression.*

*Par contre, sur la base du lien bien établi entre les dérèglements de sommeil et l'occurrence de la dépression, ainsi que sur les découvertes que les dérèglements prolongés du sommeil peuvent supprimer la prolifération de neurones et la neurogenèse au sein de l'hippocampe, indépendamment des hormones de stress sécrétées par les surrénales, nous proposons que le lien entre la neurogenèse, les fonctions de l'hippocampe et la dépression puissent être reliés à des dérèglements du sommeil, autant que le sont le stress ou les glucocorticoïdes.»*

### **Adénosine et qualité du sommeil**

Note intéressante : l'adénosine augmente dans les muscles et le liquide interstitiel pendant l'exercice, afin de dilater les vaisseaux sanguins lorsque les niveaux d'énergie et d'oxygène diminuent. Un exercice plus intense augmente ainsi la sécrétion d'adénosine qui jouerait un rôle important dans la régulation du sommeil, notamment via sa capacité à augmenter le sommeil lent (Buckworth et Dishman, 2002; Drivers et Taylor, 2000). À l'heure actuelle toutefois, il n'existe pas d'études polysomnographiques chez des personnes dépressives soumises à un programme d'exercice aérobie de différentes intensités. Ces observations seront nécessaires si l'on veut mieux comprendre l'influence de ces interventions.

### **2.3.4 Aperçu du rôle des facteurs psychologiques : activation, sentiment d'efficacité personnelle et d'auto-contrôle, confiance en soi, soutien social et distraction**

La qualité de vie et l'état psychologique sont atteints chez les personnes souffrant de dépression. Plusieurs études ont démontré un lien entre la pratique régulière d'activité physique et l'amélioration du bien-être psychologique. Tentons du même coup de voir s'il existe des effets possibles de l'intensité de pratique.

#### **Sentiment d'efficacité personnelle, d'auto-contrôle et de confiance en soi**

L'efficacité personnelle réfère à un jugement sur soi : à quel point une personne croit qu'elle est capable d'opérer des comportements spécifiques dans une situation particulière (Bandura, 1977). Il a été démontré que l'efficacité personnelle joue un rôle significatif dans la capacité d'une personne à gérer des symptômes de dépression (Lorig et al., 1993; Arnstein et al., 1999).

La plupart des méta-analyses portant sur le traitement de la dépression par l'activité physique rapportent l'effet positif de l'exercice sur l'efficacité personnelle. Il est possible que les personnes qui ne sont pas habituées à faire des efforts physiques vigoureux (intenses) ne se sentent pas à l'aise, voir capables de s'exercer ainsi. Il est donc possible que des exercices intenses, tels le jogging, puissent augmenter le sentiment d'efficacité personnelle, pourvu qu'ils soient réalisés avec succès. Il faudrait donc s'assurer que la personne qui les pratique se sente à l'aise d'une part et n'expérimente pas de douleurs ou d'inconforts à l'effort.

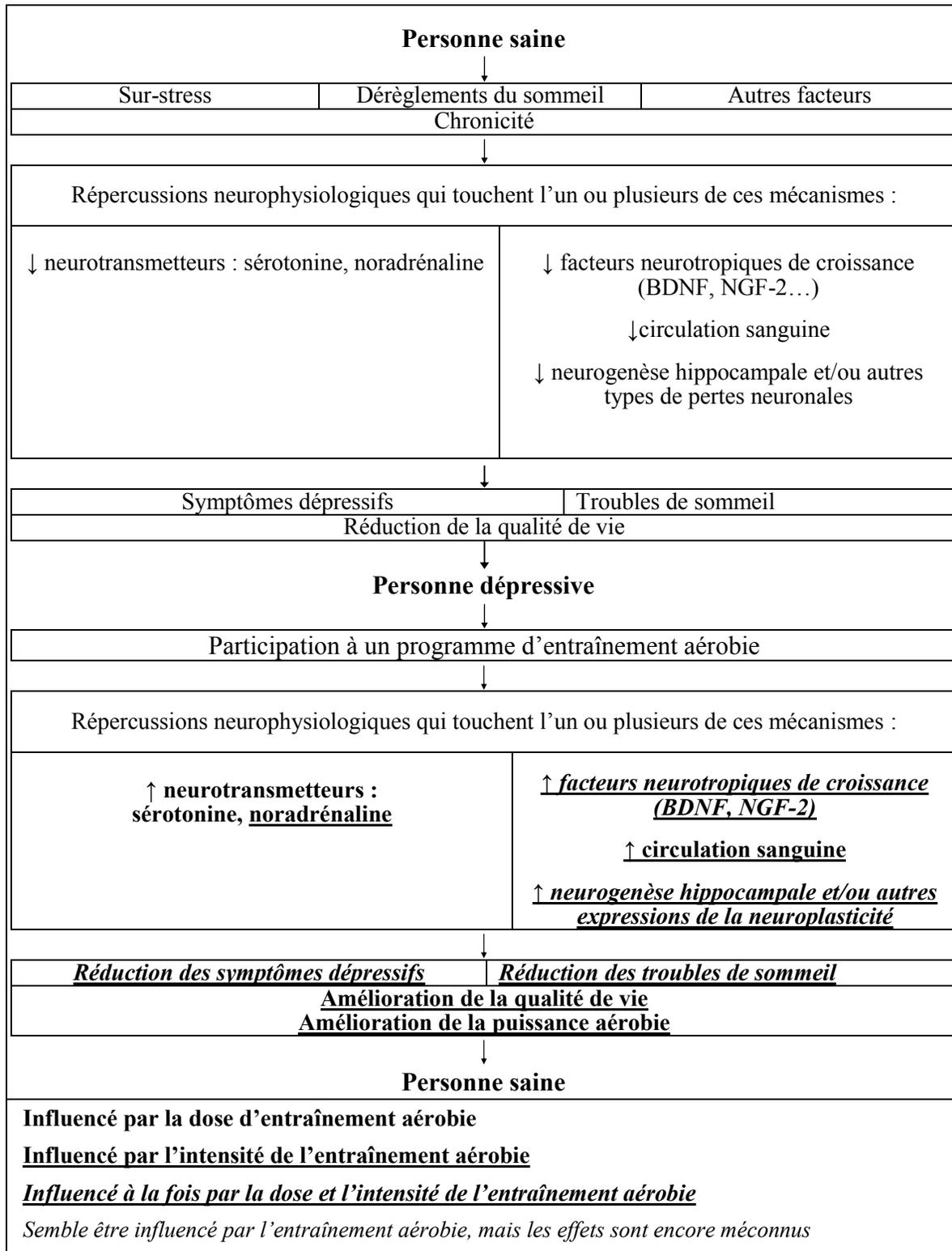
### **Distraction et contact social**

Chez une personne dépressive, les idées qui occupent l'esprit sont davantage à teneur triste, de désespoir, de culpabilité... Le fait d'entretenir ces pensées renforce leur présence. L'activité physique permet une distraction bienvenue. L'effet bénéfique de l'exercice par son effet de distraction est rapporté par plusieurs auteurs. Un exercice plus intense apporterait une plus grande distraction, car il devient difficile de penser à autre chose lorsque l'on fait une tâche plus exigeante.

L'activité physique, lorsque pratiquée en groupe ou même avec une autre personne ou un entraîneur, a un effet socialisant qui semble avoir un effet antidépresseur en lui-même (McNeil et al., 1991). L'effet socialisant d'un exercice de plus ou moins grande intensité dépendra du contexte de la pratique.

### **2.3.5 Modèle intégrateur du cadre théorique**

Les éléments que nous venons de voir nous permettent de proposer un cadre théorique de l'effet antidépresseur d'un programme d'entraînement aérobie et de sa modulation par l'intensité de pratique. Les éléments décrits au chapitre 2 y sont ainsi résumés :



**Figure 7** Cadre théorique de l'effet antidépresseur d'un programme d'entraînement aérobic et de sa modulation par l'intensité d'exercice

## **2.4 ÉLABORATION DES OBJECTIFS DE LA RECHERCHE, DE SES HYPOTHÈSES PRINCIPALES ET SECONDAIRES**

### **Objectifs de la recherche**

L'objectif de cette étude est de vérifier l'influence de l'intensité d'exercice de nature aérobie sur la réduction de la sévérité des symptômes de la dépression. Les objectifs secondaires consistent à évaluer l'influence de l'intensité de l'exercice sur la qualité de vie, la qualité du sommeil ainsi que la puissance aérobie des sujets.

### **Hypothèses de la recherche**

À partir de la **question de la recherche** suivante :

«Pour deux groupes de sujets soumis à un programme d'exercice aérobie d'intensité différente, existe-t-il une différence dans la diminution de la sévérité des symptômes de la dépression?»

Nous posons l'**hypothèse principale** qui suit :

«Le groupe à intensité élevée connaîtra :

- une baisse significativement plus grande des symptômes de la dépression.»
- une baisse significativement plus rapide des symptômes de la dépression. »

Ainsi que les **hypothèses secondaires** suivantes :

«L'exercice plus intense permettra une amélioration significativement plus grande :

- de la qualité de vie. »
- de la qualité du sommeil. »
- de la puissance aérobie (consommation maximale d'oxygène). »

## **2.5 DÉFINITIONS, PRATICABILITÉ, PERTINENCE ET RETOMBÉES ANTICIPÉES**

### **2.5.1 Définitions**

Pour les fins de cette étude, nous allons utiliser les définitions suivantes :

#### **Dépression majeure unipolaire**

Les sujets qui seront sélectionnés pour cette étude devront avoir reçu un diagnostic de dépression majeure selon les critères du DSM-IV (Diagnostic Statistical Manual, version IV).

Les scores du test auto-administré BDI (Beck Depression Inventory) devront être égaux ou plus grands que 18 et les individus ne devront pas être à risque de suicide, tel que le présenterait une réponse positive à la question no. 9 du BDI.

#### **Volume d'entraînement**

Le volume d'entraînement est le nombre de kilocalories dépensées à l'entraînement, soit 750 kilocalories par semaine. Le volume total sera ainsi le même pour tous les sujets de l'étude.

#### **Intensité de l'activité physique**

Selon les lignes directrices présentées au tableau 4, l'intensité d'exercice sera à la limite entre légère à modérée dans un groupe et élevée dans l'autre (voir zones ombragées dans le tableau suivant) :

**Tableau 4 Intensités d'exercice retenues pour les sujets de cette étude**

		<b>Intensité</b>	<b>PAM : puissance aérobie maximale (<math>\dot{V}O_2\text{max}</math>)</b>	<b>PAR* : puissance aérobie de réserve</b>	<b>Perception de l'effort sur une échelle de 20</b>	<b>Perception de l'effort</b>
	Niveau 1	Très faible Très légère	< 21	< 20	< 10	Très très léger Très léger
	Niveau 2	Faible Légère	21 à 40	20 à 39	10 à 11	Assez léger
<b>GROUPE 1</b> Valeur précise retenue : 40% $\dot{V}O_2\text{max}$	<b>Niveau 3</b>	<b>Moyenne Modérée</b>	<b>41 à 60  (40%)</b>	<b>40 à 59</b>	<b>12 à 13</b>	<b>Quelque peu difficile</b>
<b>GROUPE 2</b> Valeur précise retenue : 70% $\dot{V}O_2\text{max}$	<b>Niveau 4</b>	<b>Élevée</b>	<b>61 à 85  (70%)</b>	<b>60 à 84</b>	<b>14 à 16</b>	<b>Difficile</b>
	Niveau 5	Très élevée	≥ 86	≥ 85	17 à 19	Très difficile Très très difficile

Tiré de Nolin, 2006.

### **Fréquence de l'activité physique**

Les sujets feront trois séances d'entraînements par semaine, espacées d'au moins une journée chacune.

### **2.5.2 Praticabilité**

Les résultats de cette recherche seraient facilement applicables rapidement. Par exemple, les kinésioles, les physiothérapeutes et les ergothérapeutes pourraient facilement appliquer une prescription d'intensité ciblée d'entraînement aérobie<sup>39</sup>.

<sup>39</sup> Notamment en suivant les lignes directrices utilisées dans la méthodologie de cette étude (qui proviennent du Collège américain de médecine du sport) ou encore en se référant aux lignes directrices de la Société canadienne de physiologie de l'exercice, etc.)

### 2.5.3 Pertinence et retombées anticipées

Si l'augmentation de l'intensité de l'exercice s'avérait être bénéfique en permettant aux personnes souffrant de dépression de réduire plus rapidement leurs symptômes, et/ou d'améliorer la qualité de leur sommeil et/ou leur qualité de vie, cela compterait probablement beaucoup pour ces personnes. L'amélioration de leur puissance aérobie aurait fort probablement des effets positifs sur leur santé cardio-vasculaire et leur niveau d'énergie.

Côté coûts du traitement, compte tenu qu'une personne dépressive aurait fort probablement besoin d'un soutien professionnel (par besoin de motivation, d'encadrement, de sécurité, d'efficacité du traitement, etc.), et compte tenu du fait qu'un entraînement à intensité élevée permet d'exécuter une charge de travail (par exemple de brûler un nombre donné de calories) en près de la moitié du temps qu'il en est nécessaire à intensité modérée, les coûts professionnels seraient ainsi fortement réduits.

Enfin, plus il y aura d'études qui démontreront l'effet bénéfique et l'efficacité de l'entraînement physique dans la réduction des symptômes dépressifs, plus ce traitement pourra être offert aux personnes malades. Certaines populations pourront sûrement profiter de ce type de traitement, notamment les personnes qui présentent des contre-indications à la médication, comme il est souvent le cas pour les femmes enceintes et qui allaitent ou encore les personnes âgées<sup>40</sup>.

---

<sup>40</sup> Les études cliniques portant sur le traitement de la dépression par l'activité physique auprès de ces populations ont donné d'excellents résultats selon les méta-analyses consultées.

# CHAPITRE 3 : LA MÉTHODOLOGIE

## 3.1 CADRE OPÉRATOIRE

Afin de vérifier les hypothèses de la recherche, nous proposons la méthodologie suivante. Sa stratégie d'acquisition des données est solidement ancrée sur l'expérience des études antérieures, tout en se gardant l'originalité d'être la première étude à investiguer l'effet de l'intensité de deux programmes aérobie de même volume d'entraînement.

### 3.1.1 Dispositif et cadre conceptuel

Les stratégies développées dans le cadre de cette étude sont étroitement liées aux besoins de fiabilité et de validité des résultats obtenus. Elles se veulent aussi adaptées au contexte de vie des sujets de l'étude, ayant une finalité appliquée et faciles à reproduire dans des études ultérieures.

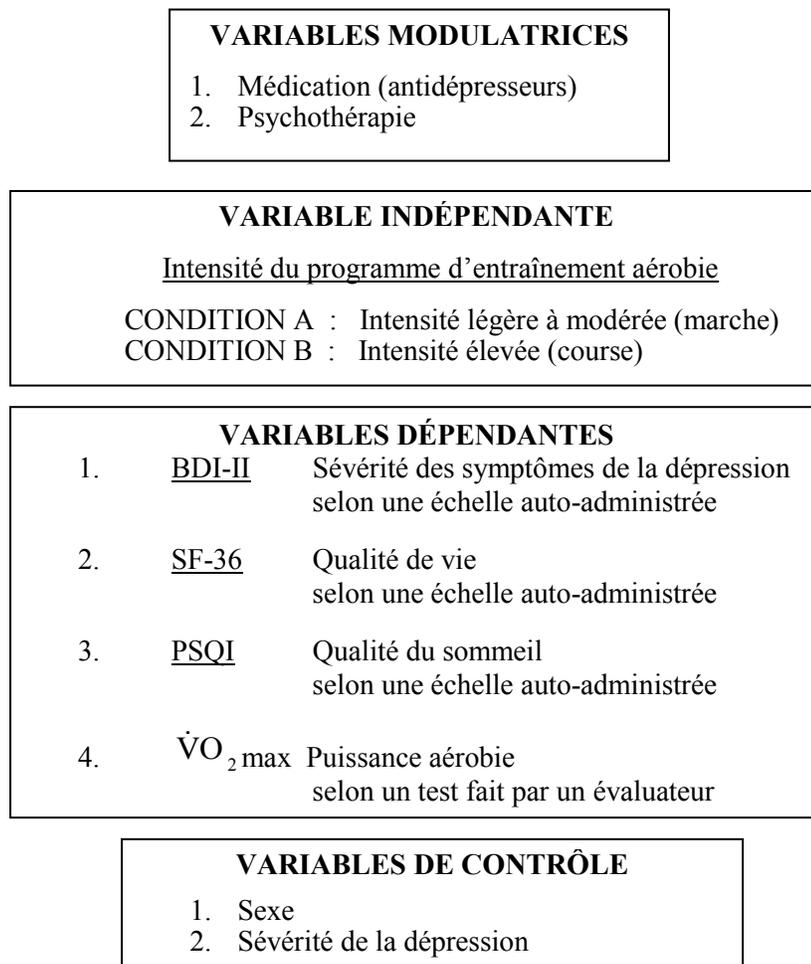
L'objectif de la recherche est exploratoire parce qu'il cherche à vérifier s'il y a présence d'une relation significative au plan statistique entre la variable indépendante<sup>41</sup> et les variables dépendantes<sup>42</sup>. Il vise également à apporter un éclairage additionnel quant au problème de l'effort exigé d'un programme d'activité physique pour en retirer le maximum d'effets thérapeutiques chez une population dépressive. Cette étude se veut enfin une recherche clinique puisqu'elle veut améliorer l'intervention auprès des personnes souffrant de dépression majeure.

---

<sup>41</sup> Intensité de l'entraînement aérobie

<sup>42</sup> Sévérité des symptômes de la dépression, qualité de vie, qualité du sommeil, puissance aérobie

Le dispositif retenu pour conduire la recherche est longitudinal court. Il s'agit d'une étude expérimentale bicentrique<sup>43</sup>, contrôlée et randomisée avec pré-test et post-test. Les participants sont répartis de façon aléatoire et progressive dans deux groupes expérimentaux où ils reçoivent un traitement sous la forme d'un programme d'activité physique aérobie. Le volume d'entraînement est le même pour tous les sujets quand au nombre de calories dépensées, et seule l'intensité aérobie -mesurée à l'aide de la fréquence cardiaque- varie entre les deux groupes expérimentaux.



**Figure 8** Cadre conceptuel de l'étude

<sup>43</sup> Deux régions géographiques, soit celles de Sherbrooke et de Beloeil/Saint-Hyacinthe

## 3.2 STRATÉGIES D'ÉCHANTILLONNAGE ET DE RECRUTEMENT

### 3.2.1 Population, groupe cible et critères

Les sujets sont choisis parmi les patients des médecins ciblés de deux régions : la grande région sherbrookoise et la région de Saint-Hyacinthe/Saint-Hilaire/Beloeil/McMasterville. Il s'agit d'adultes âgés entre 18 et 50 ans. Les critères d'inclusion retenus sont : 1) diagnostic médical de dépression majeure, selon le DSM-IV; 2) minimum de sévérité des symptômes de la dépression ( $BDI \geq 18$ ); 3) âge : 18 – 50 ans<sup>44</sup>; 4) sédentarité<sup>45</sup>; 5) signature du formulaire de consentement. Les critères d'exclusion suivants ont été retenus : 1) pensées suicidaires ou une réponse positive à la question # 9 du BDI-II; 2) changement significatif du poids corporel<sup>46</sup> des suites de l'état dépressif; 3) prise d'antidépresseurs médicamenteux ou naturels (millepertuis, tryptophane, 5-HTP); 4) participation à plus de deux séances de psychothérapie dans les deux derniers mois; 5) dépendance à des drogues ou à l'alcool; 6) contre-indications à l'exercice; 7) dans le premier mois de la prise d'hormones thyroïdiennes; 8) grossesse ou maladies débilitantes; 9) prise de médicaments influençant la fréquence cardiaque (bêta-bloqueurs ou autres).

---

<sup>44</sup> Nous aurions préféré 40 ans, étant donné que c'est l'âge maximal limite chez l'homme pour pouvoir participer à un programme d'exercice à intensité élevée sans indication pour un électrocardiogramme à l'effort, selon les lignes directrices du Collège américain de médecine du sport (ACSM). Par difficulté de recrutement, nous avons augmenté l'âge à 50 ans, avec l'accord du médecin traitant et en surveillant de près les réponses au Q-AAP.

<sup>45</sup> Définie comme moins de 3 séances de 20 minutes d'exercice continu à intensité modérée (léger essoufflement) par semaine.

<sup>46</sup> Changement de plus de 7 % du poids corporel dans les derniers 6 mois ou de plus de 12 % dans la dernière année.

### **3.2.2 Stratégies visant le recrutement de sujets**

#### **Approbation du projet par les Comités d'éthique des CSSS-IUGS de Sherbrooke et de Saint-Hyacinthe**

Afin de recevoir des références de patients des médecins des CLSC de Sherbrooke et de Saint-Hyacinthe, le projet a dû être soumis aux Comités d'éthique des CSSS concernés qui ont approuvé le projet.

#### **Préparation d'un document d'information remis aux médecins**

La présentation du projet aux médecins des régions concernées s'est faite principalement via la remise d'un document d'information. Ce document comprenait une lettre d'information, une lettre d'appui du médecin de la Direction de la santé publique de la Montérégie, une lettre de référence d'un médecin psychiatre au Centre hospitalier Honoré-Mercier, le formulaire de recrutement à remplir pour référer un sujet à l'étude ainsi qu'un aide-mémoire. Ces documents sont présentés à l'annexe 2.

Confrontés au petit nombre de sujets référés par les médecins traitants, malgré les efforts répétés, nous nous sommes tournés vers les médias.

#### **Stratégies visant le recrutement de sujets via les médias**

Afin de faciliter le recrutement de sujets directement de la population, des journalistes ont accepté d'écrire un article sur le projet de recherche. Il en est ainsi de La Tribune de Sherbrooke, de l'Oeil Régional de Beloeil et du Journal des éducateurs et éducatrices physiques du Québec. Ces articles ont été repris par la Cyberpresse et ont fait connaître le projet à des animateurs radio et télé qui ont invité les chercheurs à parler sur les ondes. Des sujets ayant déjà participé au projet

ont aussi été interviewés lors de ces émissions<sup>47</sup>. Enfin, des organismes sans but lucratif voués à la santé mentale ont été mis à contribution, dont le service d'aide téléphonique J'APPELLE.

### **Procédures à suivre pour le médecin désirant référer un patient au projet**

Le médecin prêt à référer un patient pour le projet devait remplir la fiche de recrutement confidentielle de la figure 9 et l'acheminer par télécopieur aux chercheurs.

### **Procédures à suivre pour une personne de la population désirant participer au projet**

Lorsqu'une personne contactait directement les chercheurs avec un désir de participer au projet, ils vérifiaient son éligibilité avant de lui demander d'obtenir l'approbation d'un médecin. La fiche de recrutement était ainsi envoyée soit directement à la personne pour qu'elle la remette à son médecin, soit, lorsque possible, directement au médecin via télécopieur, accompagnée du document d'information (annexe 2).

### **Procédures suite à la réception d'une fiche de recrutement du médecin traitant**

Suite à la réception de la fiche de recrutement de la part du médecin traitant, le sujet potentiel était contacté immédiatement par téléphone afin de recevoir des informations plus précises concernant la nature et les implications de sa participation au projet. S'il était toujours intéressé à participer, il était rencontré afin de prendre connaissance du formulaire de consentement et de compléter le test de BDI qui permettait de vérifier son éligibilité (score de BDI de plus de 18 et absence d'idées suicidaires). Si le sujet était d'accord et éligible, il signait le formulaire de consentement, complétait les questionnaires Q-AAP, SF-36 et PSQI et procédait au test de  $\dot{V}O_2$  max sur tapis roulant. Si par contre il ne correspondait pas aux critères d'éligibilité,

---

<sup>47</sup> Les sujets l'ont fait d'eux-mêmes, informant les chercheurs après coup.

OUTIL DE RECRUTEMENT  
À L'INTENTION DU MÉDECIN TRAITANT

Projet de recherche dépression et exercice

INSTRUCTIONS

1. Compléter cette fiche. 2. L'acheminer par télécopie au 1 866 650-8139<sup>48</sup>.

*Nous entrerons immédiatement en contact avec votre patient et le rencontrerons dans les 48 heures. Dans le cas où sa participation au projet serait impossible, nous vous aviserons immédiatement afin que vous puissiez lui offrir un autre traitement.*

Nom du médecin traitant		No de téléphone	( )
-------------------------	--	-----------------	-----

Initiales du patient proposé pour l'étude	Mme <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	No de téléphone	( )
---	---	-----------------	-----

**S.v.p. compléter.** Si la réponse se trouve dans la zone blanche, le patient est éligible à l'étude.

<b>Le patient présente-t-il :</b>		OUI	NON
1	Diagnostic médical de dépression majeure, selon le DSM-IV		
2	Sévérité des symptômes de la dépression de niveau léger à modéré		
3	Age entre 18 et 50 ans		
4	Mode de vie sédentaire <sup>49</sup>		
5	Dépendance à des drogues ou à l'alcool		
6	Hypothyroïdie ou dans le premier mois de la prise d'hormones thyroïdiennes		
7	Grossesse ou maladies débilitantes		
8	Prise de médicaments influençant la fréquence cardiaque : bêta-bloqueurs...		
9	Prise de médicaments antidépresseurs		
10	Participation à plus de 2 séances de psychothérapie au cours des 2 derniers mois		
11	Changement significatif du poids corporel <sup>50</sup> des suites de l'état dépressif		
12	État dépressif pouvant découler de la ménopause ou de l'andropause		

<b>Le patient souffre-t-il de contre-indications à l'exercice :</b>	NON	OUI	<b>SI OUI, le médecin approuve-t-il sa participation à l'étude ?</b>		
			NON	OUI	SIGNATURE DU MÉDECIN
1	Troubles cardiaques?				
2	Troubles d'équilibre ou étourdissements?				
3	Troubles osseux ou articulaires?				
4	Autres conditions empêchant l'exercice?				

*Nous vous remercions sincèrement car sans votre collaboration, notre projet aurait du mal à se réaliser.*

**Francine Therrien, M.Sc., kinésiologue**

Étudiante au Programme de doctorat en sciences cliniques, Faculté de médecine et des sciences de la santé,  
Université de Sherbrooke Tel : 1 866 536-9049 et (450) 714-1840; Courriel : Francine.Therrien@USherbrooke.ca

**Figure 9 Outil de recrutement à l'intention du médecin traitant**

<sup>48</sup> Ou demandez la version électronique du document pour une correspondance par courriel.

<sup>49</sup> Moins de 3 séances d'exercice à intensité modérée (léger essoufflement) par semaine au cours des 3 derniers mois.

<sup>50</sup> Changement de plus de 7 % du poids corporel dans les derniers 6 mois ou de plus de 12 % dans la dernière année des suites des symptômes dépressifs.

il était invité à se joindre à un groupe d'exercice, tels l'un des Clubs de marche du Mont-Saint-Hilaire (ou autres organismes de la région), le Club de marche du CLSC de Sherbrooke, etc.

### 3.2.3 Procédures d'échantillonnage et taille de l'échantillon

La détermination du groupe d'entraînement retenu pour un sujet (intensité modérée vs élevée) se faisait par stratification afin d'obtenir l'égalité des groupes au départ, selon la procédure suivante : 1) les hommes étaient attirés à un groupe ou l'autre de façon successive; 2) les femmes étaient attirées à un groupe ou l'autre de façon successive selon leur score de BDI: a) entre 18 et 21; b) entre 22 et 25; c) 26 et plus. Cette procédure avait pour objectif d'obtenir des groupes équivalents au départ quand au pourcentage d'hommes ainsi qu'au score moyen de BDI.

À l'aide d'un test t bilatéral païré avec une puissance de 80% et un alpha de 0,05, le nombre de sujets nécessaires dans chacun des groupes selon la taille de l'effet<sup>51</sup> obtenue serait : de 10 pour un ES de 1; de 15 pour un ES de 0,8; et de 34 pour un ES de 0,5.

L'ensemble des études pour lesquelles le ES<sup>52</sup> avait été calculé avaient donné des valeurs plus faibles pour la marche (1,18 en moyenne) que pour la course (6,1 en moyenne). Tout compte fait, il semblait qu'un échantillon de 17 sujets serait suffisant pour détecter une taille de l'effet de 1 avec une puissance de 80 % pour un test-t indépendant bilatéral à un niveau  $\alpha = 0,05$ , une taille de l'effet de 1 étant considérée comme un gros effet selon la terminologie utilisée de Cohen (COHEN, 1988). À l'aide des études antérieures, la possibilité d'abandon était estimée à environ

---

<sup>51</sup> La taille de l'effet se mesure en divisant l'effet estimé (i.e. la différence des scores de dépression (BDI) entre le pré-test et le post-test) par le plus grand des écarts-type.

<sup>52</sup> Le calcul de la taille de l'effet pour ce projet a fait l'objet de l'examen pré-doctoral. Le document écrit qui a été déposé au Programme des sciences cliniques à cet effet en présente les informations détaillées.

10 %. Si 40 sujets étaient recrutés, 34 devraient compléter le programme (possibilité d'abandon de 15 %).

### 3.2.4 Processus de recrutement

La figure suivante présente le processus de recrutement et le nombre de sujets qui ont été recrutés avec succès.

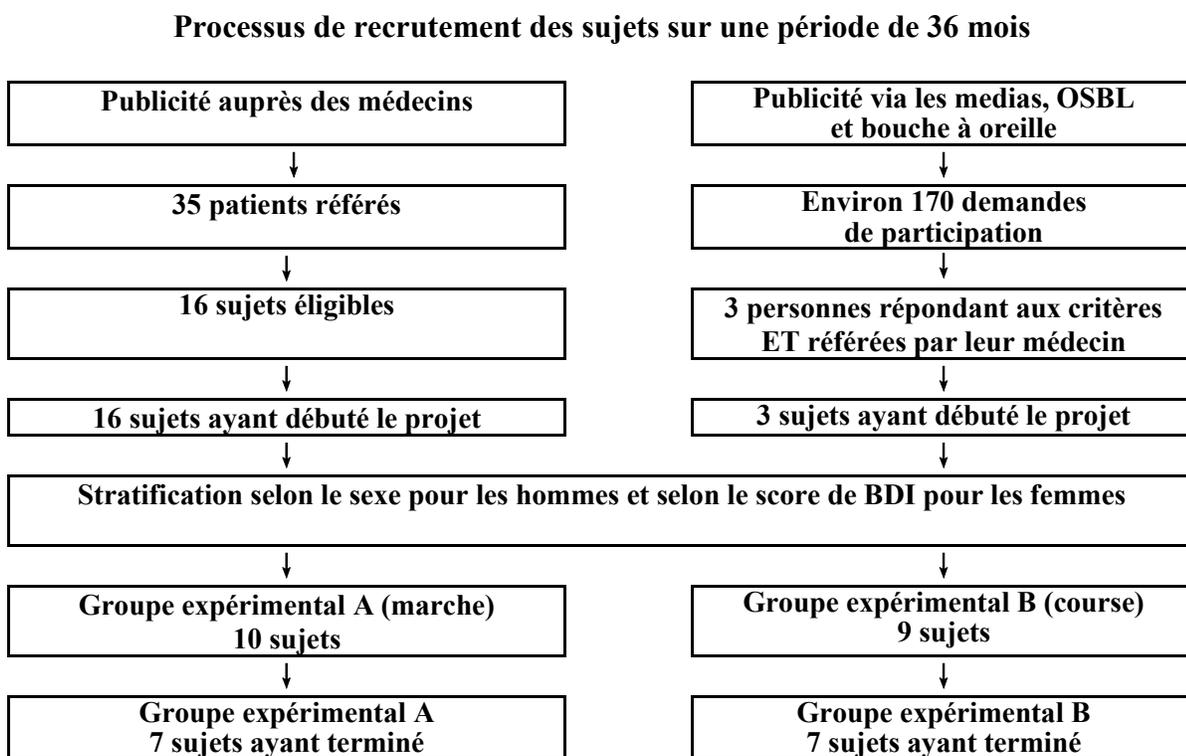


Figure 10 Recrutement des sujets et procédure d'échantillonnage

### **3.3 STRATÉGIES D'OBSERVATION LIÉES AU PROGRAMME D'ENTRAÎNEMENT**

#### **3.3.1 Description des programmes d'entraînement aérobie**

Le programme était d'une durée de huit semaines à raison de trois séances hebdomadaires. L'exercice aérobie se faisait sur tapis roulant motorisé. Un groupe voyait la vitesse et la pente ajustées de façon à maintenir leur fréquence cardiaque à 40 % de la fréquence cardiaque de réserve (FCR)<sup>53</sup>, l'autre à 70 %. La fréquence cardiaque était surveillée en continu à l'aide d'un cardio fréquence-mètre. La durée de marche ou de course était individualisée pour chaque sujet afin que chacun brûle 250 calories par séance. Ainsi, le volume d'entraînement, calculé en kilocalories, était le même entre les deux groupes et seule l'intensité variait (la durée des entraînements était calculée en fonction de la consommation d'oxygène et du poids de chacun des sujets afin d'obtenir la même dépense calorique totale pour chacun). Les sujets ne devaient pas pratiquer d'exercice en-dehors des séances d'entraînement.

Le tableau suivant présente les caractéristiques du programme d'entraînement retenu pour chacun des deux groupes expérimentaux.

**Tableau 5 Description des deux programmes d'entraînement aérobic retenus**

	<b>Condition expérimentale A Intensité légère à modérée</b>	<b>Condition expérimentale B Intensité élevée</b>
<b>Type d'exercice aérobic</b>	Tapis roulant (marche)	Tapis roulant (course)
<b>Intensité</b>	40 % de la FCR	70 % de la FCR
<b>Volume et durée de chaque entraînement</b>	250 calories/entraînement (équivalent à environ 40 minutes mais diffère selon les sujets)	250 calories/entraînement (équivalent à environ 20 minutes mais diffère selon les sujets)
<b>Fréquence</b>	3 fois par semaine	3 fois par semaine
<b>Durée totale</b>	8 semaines (24 séances d'exercice)	8 semaines (24 séances d'exercice)

### **Nombre de sujets par entraînement**

Les équipements disponibles dans les centres de conditionnement physique ainsi que le besoin de surveiller la fréquence cardiaque des sujets faisaient en sorte qu'un maximum d'environ trois personnes auraient pu s'entraîner en même temps si cela avait dû survenir. (Dans les faits, tous les sujets se sont entraînés seuls avec l'entraîneur. Il est arrivé, dans de rares occasions, qu'ils soient deux.)

### **Détermination des fréquences cardiaques d'entraînement correspondant au pourcentage de $\dot{V}O_2$ max souhaité**

Pour chacun des sujets, la formule de Karvonen a été utilisée pour calculer la fréquence cardiaque d'entraînement correspondant au pourcentage ciblé de la  $\dot{V}O_2$  max. Cette fréquence cardiaque se nomme fréquence cardiaque de réserve (FCR) et se calcule à l'aide de la formule suivante :

$$\text{FCR} = [(\text{FCmax} - \text{FC repos}) \times \% \dot{V}O_2 \text{ max}] + \text{FC repos}$$

(40 % OU 70%)

Par exemple, une personne de 40 ans avec une FC repos de 70 battements par minute devrait s'exercer à une fréquence cardiaque de 114 battements/minute si elle faisait partie du groupe à intensité modérée et de 147 battements/minute si elle appartenait au groupe à intensité élevée :

Groupe intensité légère à modérée :  $FCR = [(180 - 70) \times 40 \text{ \%}] + 70 = 114 \text{ battements/minute}$

Groupe intensité élevée :  $FCR = [(180 - 70) \times 70 \text{ \%}] + 70 = 147 \text{ battements/minute}$

### **Déroulement des séances d'exercices et mesures de contrôle de l'intensité**

Chaque séance suivait le déroulement suivant :

**Tableau 6 Déroulement des séances d'entraînements**

Étape	Durée	Objectif	Description
1	1 min	Accueil	S'assurer que chaque personne est en forme pour la tenue des exercices. Installation du cardio fréquence-mètre.
2	5 min	Échauffement	Marche sur tapis roulant.
3	Environ 20-40 min	Période aérobie	La fréquence cardiaque doit être maintenue dans la zone cible pour la durée prescrite en marchant, joggant ou marchant avec pente sur le tapis roulant.
4	5 min	Retour au calme	Marche sur tapis roulant.
5	5-15 min	Carnet de bord	Période où les participants complètent leur carnet de bord. À certaines occasions, ils peuvent aussi avoir à compléter un test de BDI, de SF 36 ou de PSQI.

### **Progression de l'intensité de travail**

Pour assurer l'acclimatation progressive des sujets du groupe à intensité élevée, les personnes pouvaient s'entraîner "en dents de scie", i.e. ralentir le rythme au besoin pendant une minute ou deux avant de poursuivre, mais seulement lorsque nécessaire.

## **Stabilité inter-séance du rythme cardiaque**

Afin d'assurer la stabilité du rythme cardiaque entre les séances, les facteurs suivants étaient contrôlés : pas de café ou stimulants dans l'heure précédant l'activité; température ambiante relativement constante pour toutes les séances; indication s'il y avait eu prise de médication sans ordonnance pouvant affecter la fréquence cardiaque (voir la section "Déroulements des séances et règles de sécurité" à l'annexe 2).

## **Sécurité des sujets par rapport au risque de trouble cardiaque**

La sécurité des sujets quand au risque de trouble cardiaque était assurée de trois manières. D'abord, le protocole d'entraînement se faisait en conformité avec les lignes directrices du ACSM (American College of Sports Medicine, 2000) pour la prescription d'exercice. Selon ces directives, l'exercice est considéré sécuritaire avec une intensité égale ou inférieure à 70 % du  $\dot{V}O_2$  max pour un sujet ne présentant pas de risque selon le Q-AAP, s'il s'agit d'une femme de moins de 50 ans ou d'un homme de moins de 40 ans. À cette intensité, un examen médical et une épreuve d'effort sur tapis roulant sont non recommandés. Si la personne présentait toutefois un facteur de risque, l'approbation du médecin aurait été exigée par écrit. Les hommes âgés entre 40 et 50 ans devaient donc recevoir l'approbation écrite et signée du médecin traitant, tel que l'exigeait la fiche de recrutement (voir figure 9).

Pour l'évaluation du  $\dot{V}O_2$  max, l'intensité pouvait être augmentée jusqu'à 85 % de la fréquence cardiaque maximale, à condition d'avoir préalablement obtenu une opinion médicale signée (tel qu'obtenue avec la fiche de recrutement à l'intention du médecin traitant de la figure 9). Finalement, un instructeur avec formation en RCR était sur place en tout temps et un

protocole d'urgence écrit était établi d'avance pour chacun des centres de conditionnement physique.

### **Calcul du temps d'entraînement par séance pour brûler 250 kcal**

Le calcul du temps d'entraînement se faisait à partir de l'estimation de la quantité d'oxygène consommée par l'individu à une intensité donnée, étant donné que chaque litre d'oxygène utilisé à l'effort aérobic coûte 5 kilocalories (chaque personne devait donc métaboliser 50 litres d'oxygène par séance pour brûler 250 kilocalories).

Pour débiter l'estimation, il fallait estimer la consommation d'oxygène pour une intensité donnée. Pour ce faire, la FCR avait été calculée pour les des deux intensités. Supposons que le sujet ait eu une FCR (40%) de 114 battements/minute et une FCR (70%) de 147 battements/minute (voir tableaux 7 et 8 afin de déterminer les équivalences en METS et VO<sub>2</sub>). Il faudrait ensuite tenter de trouver la vitesse de tapis roulant (lorsque la pente est égale à 0 degrés) correspondant à ces fréquences cardiaques : 6,3 km/h (40%) et 11,3 km/h (70%).

Des formules existent pour estimer la dépense en oxygène nécessaire pour maintenir une vitesse de marche et de course<sup>54 55</sup>.

#### **Marche**

$$VO_2 \text{ (ml/kg/min)} = \text{vitesse (m/min)} \times [(0,1 \text{ ml O}_2 \text{ /kg/min)} / \text{m / min}] + 3,5 \text{ ml O}_2\text{/kg/min}$$

#### **Course**

$$VO_2 \text{ (ml/kg/min)} = \text{vitesse (m/min)} \times [(0,2 \text{ ml O}_2\text{/kg/min)} / \text{m/min}] + 3,5 \text{ ml O}_2\text{/kg/min}$$

<sup>54</sup> Ce résultat est donné en METS, où s'exercer à 1 METS équivaut à brûler 3,5 ml O<sub>2</sub>/kg/min.

<sup>55</sup> La formule mathématique différente pour la course et la marche s'explique par le fait que la course demande un effort plus grand étant donné qu'elle nécessite le déplacement du centre de gravité en hauteur.

Afin de convertir la vitesse en mètres par seconde, les équivalences suivantes étaient

utilisées :

$$1 \text{ km/h} = 16.66 \text{ m / min} \quad \text{et} \quad 1 \text{ mph} = 26.8 \text{ m / min}$$

Les tableaux de conversion suivants ont été complétés afin de poursuivre dans la recherche du nombre de calories dépensées à la minute pour une intensité donnée :

**Tableau 7 Équivalence entre la VO<sub>2</sub>, les METS et les vitesses de tapis roulant à la marche**

<b>Valeurs à la marche</b> (pour une pente de zéro degrés)															
Mph	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9
Km/h	4	4,2	4,3	4,5	4,7	4,8	5	5,2	5,3	5,5	5,6	5,8	6	6,1	6,3
m/min	67	69,7	72,4	75	77,7	80,4	83,1	85,8	88,4	91,1	93,8	96,5	99,2	101,8	104,5
VO <sub>2</sub>	10,2	10,5	10,7	11	11,3	11,5	11,8	12,1	12,3	12,6	12,9	13,2	13,4	13,7	14
METS	2,9	3	3,1	3,2	3,3	3,3	3,4	3,5	3,5	3,6	3,7	3,8	3,8	3,9	4

Mph	4	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5
Km/h	6,4	6,6	6,8	6,9	7,1	7,2
m/min	107,2	109,9	112,6	115,2	117,9	120,6
VO <sub>2</sub>	14,2	14,5	14,8	15	15,3	15,6
METS	4,1	4,2	4,2	4,3	4,4	4,4

**Tableau 8 Équivalence entre la VO<sub>2</sub>, les METS et les vitesses de tapis roulant à la course**

<b>Valeurs à la course</b> (pour une pente de zéro degrés)															
Mph	3,4	3,6	3,8	4	4,2	4,4	4,6	4,8	5	5,2	5,4	5,6	5,8	6	6,2
Km/h	5,5	5,8	6,1	6,4	6,8	7,1	7,4	7,7	8	8,4	8,7	9	9,3	9,7	10
m/min	91,1	96,5	101,8	107,2	112,6	117,9	123,3	128,6	134	139,4	144,7	150,1	155,4	160,8	166,2
VO <sub>2</sub>	21,7	22,8	23,9	24,9	26	27,1	28,2	29,2	30,3	31,4	32,4	33,5	34,6	35,7	36,7
METS	6,2	6,5	6,8	7,1	7,4	7,7	8,1	8,3	8,7	9	9,3	9,6	9,9	10,2	10,5

Mph	6,4	6,6	6,8	7	7,2	7,4	7,6	7,8	8	8,2	8,4	8,6	8,8	9
Km/h	10,3	10,6	10,9	11,3	11,6	11,9	12,2	12,6	12,9	13,2	13,5	13,8	14,2	14,5
m/min	171,5	176,9	182,2	187,6	193	198,3	203,7	209	214,4	219,8	225,1	230,5	235,8	241,2
VO <sub>2</sub>	37,8	38,9	39,9	41	42,1	43,2	44,2	45,3	46,4	47,5	48,5	49,6	50,7	51,7
METS	10,8	11,1	11,4	11,7	12	12,3	12,6	12,9	13,3	13,6	13,9	14,2	14,5	14,8

Ainsi, supposons que le sujet ait atteint sa FCR correspondant à 40% d'intensité aérobie

(114 battements par minute) à une vitesse de marche de 6,3 km/h qui équivaut à 4 METS :

Si 1 METS = 3.5 ml O<sub>2</sub>/kg/min

Alors 4 METS = 14 ml O<sub>2</sub>/kg/min (qui correspond à la valeur du tableau)

Et si la personne pesait 80 kg, alors 14 ml O<sub>2</sub>/kg/min x 70 = 1120 ml O<sub>2</sub>/min. Il aurait donc été estimé que cette personne brûlait, à une vitesse correspondant à 40% de sa FCR, 1,12 litres d'oxygène par minute. Comme il en coûte 5 kcal pour brûler un litre d'oxygène, alors elle brûlait 5,6 kcal à la minute.

1 litre O<sub>2</sub> = 5 kcal → 5,6 kcalories = 1 minute

1,12 litre O<sub>2</sub> = 5,6 kcal 250 kilocalories = 44,6 minutes

La séance de marche de cette personne serait donc d'environ 44,6 minutes/séance à une fréquence cardiaque de 114 battements par minute.

Si cette même personne avait atteint 70% de sa FCR à 147 battements/minute à une vitesse approximant les 11,3 km/h (11,7 METS). Sa VO<sub>2</sub> serait de 41 ml O<sub>2</sub>/kg de poids corporel/min, elle métaboliserait 3280 ml O<sub>2</sub>/minute, ce qui équivaut à 16,4 calories/minute et sa séance aurait dû durer 15,2 minutes.

### **Durée totale du programme**

Le programme durait huit semaines, principalement pour trois raisons. D'abord parce qu'il était estimé qu'une réduction significative des symptômes de la dépression serait obtenue à l'intérieur de 3 à 5 semaines d'entraînement; parce que les sujets qui étaient en arrêt de travail pouvaient être appelés à un retour au travail à partir de 8 semaines suivant le diagnostic médical, période après laquelle il aurait pu s'avérer être plus difficile d'assurer leur participation aux

entraînements; parce que les taux de sérotonine et de cortisol varient chez la femme selon un cycle d'environ 4 semaines, donc les résultats pré-test et post-test devaient représenter environ le même moment du cycle menstruel.

### **Lieu de la tenue du programme**

Le programme a eu lieu dans des centres de conditionnement physique des régions de Sherbrooke et de Beloeil/Saint-Hyacinthe. Les responsables des centres avaient accepté d'offrir la gratuité de ce service et nous les en remercions<sup>56</sup>.

## **3.4 STRATÉGIES D'ACQUISITION ET D'OBSERVATION**

Il n'existait pas encore de tests biologiques permettant de diagnostiquer la dépression. Cette maladie était diagnostiquée via l'identification de symptômes précis, tels que décrits dans le DSM-IV. La sévérité de la dépression se mesurait à l'aide de différents tests, dont le BDI qui avait été retenu pour les fins de cette étude. Les effets de la dépression majeure étaient aussi mesurés à l'aide de tests d'évaluation de la qualité de vie (SF-36) et de sommeil (PSQI). Enfin, les améliorations cardio-vasculaires engendrées par le programme d'entraînement étaient mesurées à l'aide d'un test sous-maximal de la puissance aérobie ( $\dot{V}O_2$  max) sur tapis roulant.

### **Variables dépendantes**

Les variables dépendantes étaient les suivantes : 1) sévérité de la dépression (BDI-II);

---

<sup>56</sup> Région de Sherbrooke : Clinique de Kinésiologie Interdisciplinaire, Énergie Cardio, Pro Gym Serge Moreau et Maxi-Club. Région de Beloeil/Saint-Hyacinthe : Optimum Santé et Énergie Cardio. Autres régions : Énergie Cardio.

2) qualité de vie (SF-36); 3) qualité du sommeil (PSQI); 4) consommation maximale d'oxygène ( $\dot{V}O_2 \text{ max}$ ).

### **Choix et qualités métrologiques des instruments de collecte des données pour les variables dépendantes**

Le choix des tests retenus pour la mesure des variables tenaient compte de la littérature, de leurs qualités métrologiques et de leur facilité d'utilisation.

### **Diagnostic de dépression majeure**

Le diagnostic de dépression majeure devait être fait par un médecin et le patient devait présenter un ensemble bien spécifique de symptômes, tels que décrits dans le DSM-IV:

- A : Avoir au moins cinq symptômes sur neuf (les symptômes 1 ou 2 sont requis) qui durent depuis au moins deux semaines :
1. **Humeur dépressive;**
  2. **Diminution de l'intérêt ou du plaisir;**
  3. Perte d'appétit et de poids d'au moins 5% par mois (par contre, dans une dépression atypique, il peut avoir un gain de poids);
  4. Insomnie ou hypersomnie (dépression atypique);
  5. Agitation ou retard au niveau psychomoteur;
  6. Fatigue et perte d'énergie;
  7. Sentiment de culpabilité ou de manque de valeur;
  8. Trouble de la concentration;
  9. Pensée de mort et de suicide.
- B. Ces symptômes provoquent une détresse chez la personne ou une diminution du fonctionnement sur le plan social ou au travail.
- C. Ces symptômes ne sont pas liés à l'utilisation de médicaments ou d'une substance (ex : l'alcool) ou à un problème médical (ex : l'hypothyroïdie).
- D. Les symptômes ne sont pas le résultat d'un deuil.

### **Sévérité de la dépression (BDI)**

La sévérité de la dépression se mesurait à l'aide du "Beck Depression Inventory II" (BDI-II, 1996). Il s'agit d'un test auto-administré comprenant 21 blocs de questions. Ce test a 35 ans d'utilisation et est abondamment utilisé en recherche clinique. Il est conçu pour être sensible au

changement et pour être utilisé dans le contexte des études cliniques. Il a une consistance  $\infty = 0,92$ ; une stabilité test-retest de 0,93 ( $p < 0,001$ ); une validité de contenu satisfaisante (par rapport aux critères du DSM-IV), une validité de construit de 0,93 (par rapport au BDI-IA et au HAM-D) ainsi qu'une bonne validité factorielle (0,95) (inter-corrélations entre les 21 items).

### **Qualité de vie (SF-36)**

La qualité de vie se mesurait avec le questionnaire auto-administré SF-36 (Ware, 1993). Bien établi, il mesure huit dimensions de la qualité de vie physique et mentale. Il a été conçu pour des populations cliniques et non cliniques et son utilisation a été vérifiée spécifiquement pour la dépression majeure (Pukrop et al., 2003). Il a démontré une fiabilité de l'échelle de mesure, une consistance interne  $\alpha \geq 0,79$ , une validité interne de 0,83 ainsi qu'une validité convergente de 0,75.

### **Qualité du sommeil**

La qualité du sommeil se mesurait grâce au questionnaire auto-administré PSQI (Pittsburg Sleep Quality Index, Buysse et al., 1989). La spécificité du test permet de mesurer la qualité du sommeil dans des populations cliniques et d'évaluer la qualité et les dérangements du sommeil. Son score est établi à l'aide de 19 items, regroupés en sept composantes : qualité subjective, période d'endormissement, durée, efficacité habituelle, dérangements, utilisation de somnifères et dysfonctionnement pendant la journée. Un score  $\geq 5$  donne une sensibilité diagnostique de 89,6 %, une spécificité de 86,5 % ( $\kappa = 0,75$ ,  $p \leq 0,001$ ) permettant de distinguer les "bons" des "pauvres" dormeurs, une bonne fidélité test-retest avec un coefficient de corrélation de 0,85 ( $p \leq 0,001$ ) ainsi qu'une bonne homogénéité interne avec un Alpha de Cronbach de 0,83.

## **Puissance aérobie maximale ( $\dot{V}O_2 \text{ max}$ )**

La  $\dot{V}O_2 \text{ max}$  était mesurée par une épreuve d'effort gradué d'intensité sous-maximale sur tapis roulant. Considérant que le tapis roulant est un ergomètre minimisant les différences inter-individuelles dans l'efficacité mécanique, des valeurs moyennes de consommation d'oxygène ont été calculées pour les différentes vitesses et pentes observées sur tapis roulant motorisé<sup>57</sup>. Selon la revue de la littérature publiée par Léger et Boucher (1980), il existe une corrélation très élevée entre une mesure directe enregistrée en circuit fermé en laboratoire et la mesure indirecte du test sur tapis roulant ( $r = 0,86$  à  $0,97$ ). Le postulat de cette mesure indirecte est la relation linéaire entre la fréquence cardiaque et la consommation d'oxygène (ACSM, 2000). Ce test permet une petite erreur estimée ( $Sy_x = \mp 2,5 - \mp 3,5 \text{ ml/kg.min}$ ), une fidélité avec un coefficient de corrélation  $> 0,95$  et une différence test-retest non significative.

Le test consistait à soumettre une personne à un test d'effort progressif sur tapis roulant. Après avoir calculé sa FC maximale ( $220 - \text{âge}$ ) ainsi que la fréquence cardiaque maximale à atteindre au cours du test (85% de la FCmax), la personne était munie d'un cardio fréquence-mètre puis faisait une période d'échauffement (marche de 3 minutes sur tapis roulant). Par la suite, le tapis roulant, maintenu à une pente de 0 degrés, était réglé à une vitesse donnée pendant deux minutes, le temps pour la fréquence cardiaque d'augmenter puis de se stabiliser. La vitesse du tapis ainsi que la fréquence cardiaque nécessaire pour maintenir cette vitesse étaient notées dans un tableau. On recommençait le processus jusqu'à ce que la personne atteigne 85 % de sa FC maximale, ou avant, si elle n'était plus capable de continuer ou si elle ressentait de la douleur

---

<sup>57</sup> Publications de «l'American College of Sports Medicine».

ou un inconfort. Les données étaient reproduites à la main sur un graphique qui permettait d'estimer la puissance aérobie. Il existait également plusieurs logiciels qui pouvaient faire ce calcul et nous remercions l'Institut de Kinésiologie du Québec ainsi que le Laboratoire d'évaluation de la condition physique du CEPSUM pour leur collaboration à cet effet.

Dans l'exemple suivant, la valeur rencontrée à l'intersection de la droite verticale sur l'axe des X était repérée dans le tableau du bas (ACSM, 2008) afin d'estimer la  $\dot{V}O_2$  max correspondante. Ainsi, une valeur de 4,0 METS (6,3 km/h) sur l'axe des X obtenue à la marche donnait une  $\dot{V}O_2$  max estimée de 14 ml/kg/min alors qu'une valeur de 11,7 METS (11,3 km/h) donnait une  $\dot{V}O_2$  max estimée de 41 ml /kg/min.

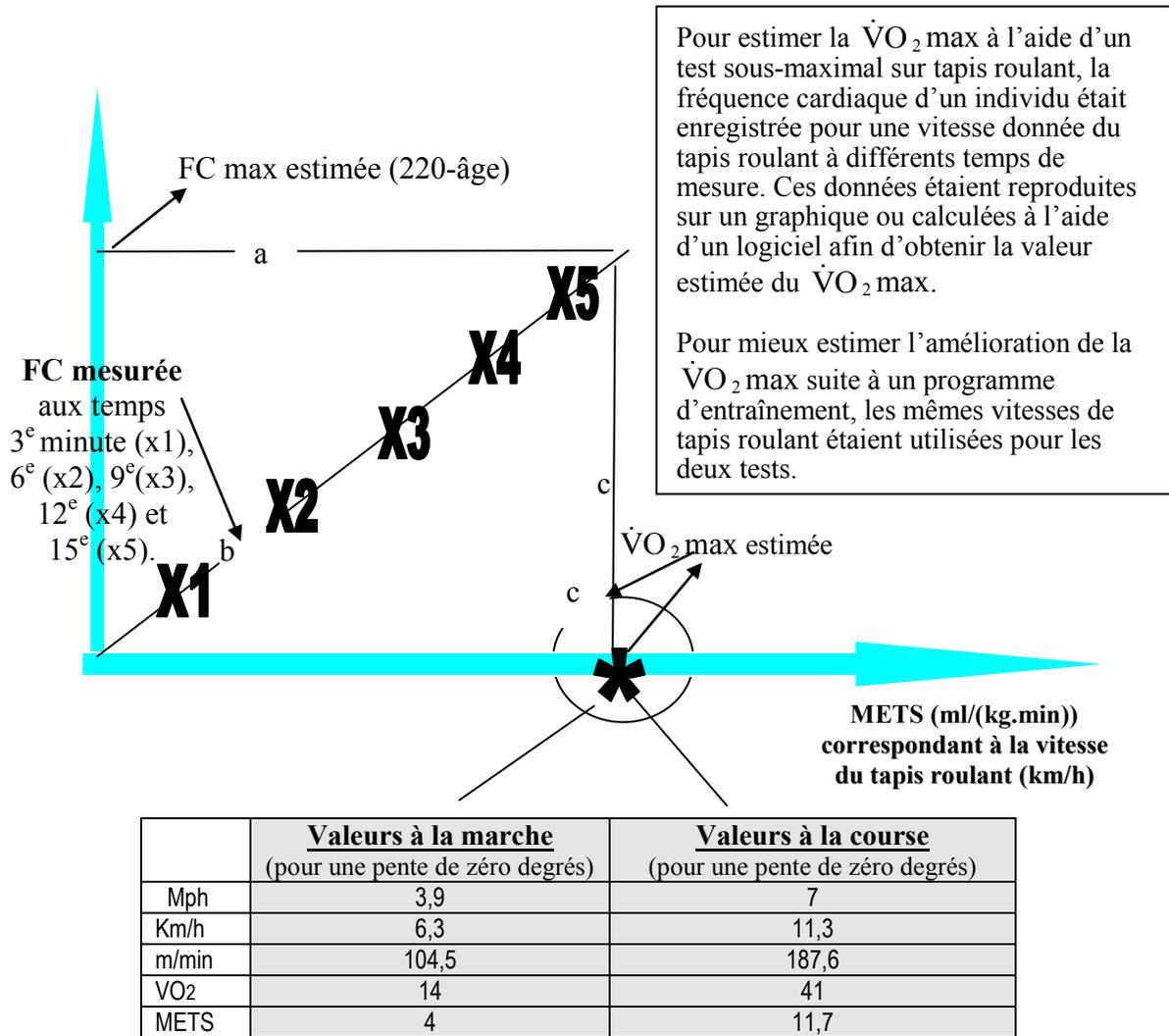


Figure 11 Test sous-maximal gradué pour l'évaluation de la puissance aérobique maximale ( $\dot{V}O_2$  max)

Tiré du manuel de l'ACSM, 2008.

### 3.5 STRATÉGIES D'ANALYSE

#### 3.5.1 Rappel des objectifs, des questions de recherche et des variables observées

L'objectif de cette étude était d'évaluer les changements de la variable dépendante principale (scores de dépression au BDI) et des variables dépendantes secondaires (scores de la qualité de vie (SF-36), de sommeil (PSQI) et de la puissance aérobie ( $\dot{V}O_2 \text{ max}$ ) selon l'appartenance au groupe (gr 1 : intensité légère à modérée (marche); gr 2 : intensité élevée (course)).

#### 3.5.2 Type de données servant à l'analyse

Tel que le démontre le tableau suivant, la variable principale (BDI) avait une valeur numérique avec quatre temps de mesure (temps 1, 2, 3 et 4 correspondant aux séances d'entraînement 1, 8, 16 et 24, i.e. aux semaines 1, 2<sup>2/3</sup>, 5<sup>1/3</sup>, 8 ou aux jours 1, 18, 37, 56). Les trois variables dépendantes secondaires (SF-36, PSQI et  $\dot{V}O_2 \text{ max}$ ) avaient une valeur numérique avec deux temps de mesure (séances 1 et 24, i.e. semaines 1 et 8 ou Jour 1 et Jour 56).

Tableau 9 Description des données d'analyse

<b>Groupe 1</b> <b>Intensité légère à modérée (marche)</b>	<b>Temps 1 (Jour 1)</b>	<b>Temps 2 (Jour 18)</b>	<b>Temps 3 (Jour 37)</b>	<b>Temps 4 (Jour 56)</b>
	<b>7 données</b>	<b>7 données</b>	<b>7 données</b>	<b>6 données</b>
	- BDI - SF-36 - PSQI - $\dot{V}O_2 \text{ max}$	BDI	BDI	- BDI - SF-36 - PSQI - $\dot{V}O_2 \text{ max}$
<b>Groupe 2</b> <b>Intensité élevée (course)</b>	<b>Temps 1</b>	<b>Temps 2</b>	<b>Temps 3</b>	<b>Temps 4</b>
	<b>7 données</b>	<b>7 données</b>	<b>7 données</b>	<b>6 données</b>
	- BDI - SF-36 - PSQI - $\dot{V}O_2 \text{ max}$	BDI	BDI	- BDI - SF-36 - PSQI - $\dot{V}O_2 \text{ max}$

### **3.5.3. Choix des tests statistiques pour l'analyse de la variable dépendante principale (scores de BDI)**

#### **Hypothèse H0**

L'hypothèse principale suivante était posée :  $H_0$  = Les deux moyennes sont égales et il n'existe donc pas de différence dans les changements des scores de dépression entre le groupe 1 et le groupe 2.

Si  $H_0$  était rejetée, alors  $H_1$  serait acceptée où il existerait une différence entre les moyennes. Comme cette différence pourrait être autant dans une direction que dans une autre, le test serait bilatéral.

#### **Tests non paramétriques**

Les données comprendront deux échantillons indépendants où  $n = 7^{58}$  dans chaque groupe<sup>59</sup>. Étant donné le petit nombre de données dans chacun des groupes, on ne pourra prétendre avoir une distribution normale. Les tests non paramétriques seront donc retenus. Par contre, comme il sera difficile de tester une tendance en non paramétrique, il sera difficile d'établir la présence d'une interaction en les deux groupes, i.e. de voir si un groupe présentera un plus grand changement par rapport à l'autre.

#### **Tests statistiques retenus**

Note : Au final, deux échantillons indépendants de 7 sujets seront obtenus. De plus, deux participants (un dans chacun des groupes) ne se sont plus présentés à partir de quelques séances précédant la fin du programme et il n'a pas été possible de leur faire compléter les

---

<sup>58</sup> Il s'agit du nombre total de participants qui ont pu être recrutés et qui ont complété le traitement pour chacun des deux groupes expérimentaux.

<sup>59</sup> Les scores de BDI ne sont pas différents au départ pour les sujets ayant abandonné (voir section 4.2).

post-tests. **Étant donné que leur état s'est visiblement amélioré entre le temps 3 et leur arrêt du programme, leur score au temps 4 a été inscrit comme étant le même qu'au temps 3.** (De plus, si le choix avait été fait d'inscrire plutôt une valeur manquante au temps 4 pour le sujet du groupe à intensité légère à modérée ainsi que pour le sujet du groupe à intensité élevée qui ont terminé quelques séances avant la fin, un nombre insuffisant de données aurait été disponible pour permettre de vérifier s'il y avait présence de changement entre les deux groupes).

L'analyse des scores de dépression (BDI) utilisera des tests non paramétriques et se fera de la façon suivante : l'égalité des groupes au départ sera évaluée à l'aide du test de Willcoxon pour deux échantillons indépendants avec une valeur de  $p < 0,05$ .

La tendance dans le temps (i.e. est-ce que le BDI a changé dans le temps) sera évaluée à l'aide du test de Friedman pour quatre échantillons indépendants (T1, T2, T3 et T4) avec  $p < 0,05$ <sup>60</sup>.

Afin de vérifier si le changement de BDI a été significatif entre le temps 1 et les temps 2, 3 et 4, le test des Rangs signés de Wilcoxon pour échantillons dépendants avec  $p < 0,017$  sera utilisé, car il faut contrôler pour l'erreur de première espèce étant donné que trois tests cumulent des erreurs<sup>61</sup>.

Afin de vérifier s'il y a interaction entre les deux groupes (i.e. si l'intensité a produit un changement différent dans les changements des scores de BDI), le test non paramétrique de Mann-Whitney pour deux échantillons indépendants avec  $p < 0,005$  sera retenu. Pour être sévère, un  $p < 0,017$  sera retenu, mais il deviendra difficile de trouver une différence en non paramétrique.

---

<sup>60</sup> Si le test est positif, cela permettra de rejeter l'idée qu'il ne se passe rien au niveau du score de BDI.

<sup>61</sup> Calcul général :  $0,05 / \text{le nombre de tests } (0,05/3) = 0,01666 = 0,017$

### **3.5.4 Choix des tests statistiques pour l'analyse des variables dépendantes secondaires (scores de SF-36, de PSQI et de $\dot{V}O_2$ max)**

Les groupes semblent être trop petits pour permettre d'évaluer s'il y a une différence entre le temps 1 et le temps 4. Les résultats de tous les sujets seront donc rassemblés dans un premier temps afin de voir s'il y a une différence (avec  $n = 12$ ). Dans un deuxième temps, le calcul permettra de vérifier s'il existe une différence dans chacun des groupes ( $n = 6$ ).

Les analyses des variables dépendantes secondaires, soit les scores de SF-36, de PSQI et de  $\dot{V}O_2$  max se feront en deux temps. Étant donné que les groupes ( $n = 6$  dans chaque groupe) seront trop petits pour évaluer s'il y a une différence, les scores de tous les sujets seront d'abord combinés dans un même groupe ( $n = 12$ ) afin d'évaluer, dans un premier temps, s'il y a eu un changement entre le temps 1 et le temps 4 pour l'ensemble des sujets. Dans un deuxième temps, l'évaluation permettra de vérifier si ce changement peut être observé dans un des groupes ( $n = 6$ ).

Afin de vérifier si chacune des variables indépendantes secondaires ont connu un changement significatif entre le temps 1 et le temps 4, le test des Rangs signés de Wilcoxon sera utilisé pour deux échantillons dépendants (au temps 1 et au temps 4) avec  $p < 0,05$ . Le même test sera ensuite utilisé mais pour deux échantillons indépendants (groupe à intensité légère à modérée et groupe à intensité élevée) afin de vérifier s'il existe un changement significatif entre le temps 1 et le temps 4 pour chacun des groupes.

### **3.6 CONSIDÉRATIONS ÉTHIQUES**

Le formulaire de consentement précisait à chaque sujet les objectifs, risques et avantages de l'étude, la liberté d'y participer et de rompre sa participation à tout moment sans préjudice, ainsi que l'engagement du respect de la confidentialité (voir annexe 1). Cette recherche a été approuvée par le Comité d'éthique de la recherche en santé chez l'humain de l'Université de Sherbrooke le 21 mars 2006 (voir annexe 1).

## CHAPITRE 4 : RÉSULTATS

Les résultats sont présentés dans l'ordre suivant : 1) caractéristiques des sujets ayant participé au projet; 2) description des abandons et de leur analyse statistique; 3) vérification des hypothèses et résultats des tests statistiques pour chaque question de recherche, pour la variable dépendante principale ainsi que pour les variables dépendante secondaires.

### **4.1 CARACTÉRISTIQUES DES SUJETS**

#### **4.1.1 Caractéristiques des personnes n'ayant pu participer au projet**

Parmi les sujets référés par un médecin, les principales causes de non éligibilité ont été, par ordre décroissant : score de BDI trop bas ( $< 18$ ), en psychothérapie, prise d'antidépresseurs, âge trop élevé, le sujet choisit de ne pas participer, incapacité à l'exercice et personne déjà très active.

Parmi les personnes qui ont fait suite à de l'information des médias, les principaux obstacles à leur participation ont été la prise de psychotropes, être plus âgé que 50 ans, un trop faible niveau de sévérité de la dépression, la préférence du médecin traitant de prescrire la médication, l'éloignement et le mode de vie déjà actif.

#### 4.1.2 Caractéristiques des sujets ayant participé à cette étude

Le tableau 10 illustre la répartition des sujets des deux groupes au départ selon l'âge, le niveau de sévérité des symptômes de la dépression et la condition d'emploi (i.e. à l'emploi ou en arrêt de travail pour cause de maladie au début du projet). Les groupes sont équivalents au départ (test de Wilcoxon pour deux échantillons indépendants avec une valeur de  $p < 0,05$ ), sauf pour le niveau de la sévérité des symptômes dépressifs, dont la moyenne des scores de BDI est plus élevée pour le groupe 2. Le test statistique a révélé que cette différence est non significative par une valeur de  $p = 0,53$ . Cet élément sera discuté plus à fond à la section 5.1.5 de la discussion.

Tableau 10 Comparaison au départ des caractéristiques des sujets dans les deux groupes expérimentaux

Item de comparaison	Groupe 1 Intensité modérée (Marche) (n = 7)	Groupe 2 Intensité élevée (Course) (n = 7)	Différence
Âge moyen (E.T.)	38,9 (4,98)	34 (6,29)	NS
Sexe (% hommes)	14%	14%	NS
Sévérité de la dépression (score moyen (E.T.) au BDI)	27 (3,63)	35 (5,83)	NS
À l'emploi*	42% (3 personnes)	57% (4 personnes)	NS

NS : différence statistiquement non significative

\* : Sujets actuellement au travail ou encore travaillant à leur compte, habituellement à un rythme réduit par rapport à la normale (les autres sujets étant en congé de maladie).

#### 4.2 DESCRIPTION DES ABANDONS ET DE LEUR ANALYSE STATISTIQUE

Le pourcentage d'abandons est non statistiquement différent entre les deux groupes : 30% dans le groupe à intensité légère à modérée et 22% dans le groupe à intensité élevée.

Parmi les cinq sujets qui ont abandonné, nous avons retenu, pour analyses statistiques, les deux sujets qui ont arrêté quelques séances avant la fin du programme (un sujet dans chacun des groupes). Nous avons exclu des analyses statistiques les trois sujets qui ont abandonné après quelques séances, car leurs scores de BDI au temps 1 ainsi que leur amélioration au score de BDI entre les temps 1 et 2 n'étaient pas statistiquement différents des autres sujets de l'étude.

## 4.3 RÉSULTATS OBTENUS

### 4.3.1 Données disponibles pour l'analyse

L'analyse des données s'est faite pour un total de 14 sujets. Les données au temps 4 sont disponibles pour 12 sujets, soit 6 dans chaque groupe, étant donné qu'un participant dans chacun des groupes a abandonné quelques séances avant la fin. Leur score de BDI au temps 3 a été reporté au temps 4 pour fins d'analyse<sup>62</sup>, tel que le présente le tableau suivant :

Tableau 11 Description des données disponibles pour analyse

Groupe à intensité légère à modérée (marche)	Temps 1 (Jour 1)	Temps 2 (Jour 18)	Temps 3 (Jour 37)	Temps 4 (Jour 56)
	Données des 7 sujets		Données des 7 sujets	Données de 6 des 7 sujets*
	- BDI - SF-36 - PSQI - $\dot{V}O_2$ max	BDI	BDI	- BDI - SF-36 - PSQI - $\dot{V}O_2$ max
Groupe à intensité Élevée (course)	Temps 1	Temps 2	Temps 3	Temps 4
	Données des 7 sujets		Données des 7 sujets	Données de 6 des 7 sujets*
	- BDI - SF-36 - PSQI - $\dot{V}O_2$ max	BDI	BDI	- BDI - SF-36 - PSQI - $\dot{V}O_2$ max

<sup>62</sup> Il était d'une part évident que les sujets s'étaient améliorés entre le Temps 3 et le moment où ils ont choisi de ne plus continuer à participer au projet. D'autre part, les tests statistiques non paramétriques ne permettraient pas de vérifier la tendance des changements avec six données mais le permettraient avec 7 données.

### 4.3.2 Résultats pour la variable dépendante principale (BDI)

Le BDI a été administré à quatre reprises, soit avant le début du traitement (temps 1), après 18 jours (temps 2) et 37 jours (temps 3) et à la fin du traitement, soit après 56 jours (temps 4). Il y a eu une amélioration moyenne de 18,2 points ( $\pm 8,44$ ) entre le temps 1 et le temps 4, tel que le présente la figure suivante :

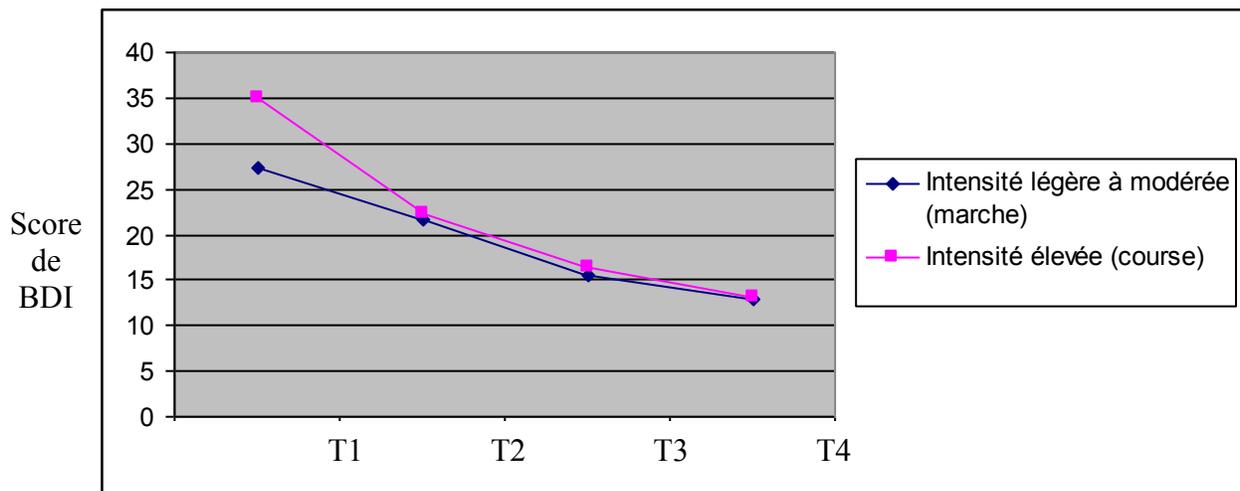


Figure 12 Principaux changements des scores de dépression (BDI) pour chacun des groupes expérimentaux

#### Équivalence des groupes au départ

Avec une valeur  $p = 0,053$  ( $< 0,05$ ), les groupes sont équivalents au départ en relation au score de BDI.

#### Changement dans le score de BDI dans chacun des deux groupes

Le test de Friedman pour quatre échantillons indépendants (avec  $p < 0,05$ ) a donné une valeur  $p = 0,004^*$  pour le groupe à intensité légère à modérée et de  $p = 0,000^*$  dans le groupe à

intensité élevée. L'étude ne peut affirmer qu'il y a eu une variation significative du score de BDI dans chacun des deux groupes entre le temps 1 et le temps 4.

### **Changement dans le score de BDI dans chacun des deux groupes entre le temps 1 et les temps 2, 3 et 4**

Le test de Rangs signés de Wilcoxon pour échantillons indépendants doit permettre d'obtenir un  $p < 0,017$ <sup>63</sup>.

Dans le groupe à intensité légère à modérée, la différence est significative entre le temps 1 et le temps 3 seulement ( $p < 0,016^*$ ) mais ne l'est pas entre le temps 1 et le temps 2 ( $p < 0,063$ ) ni entre le temps 1 et le temps 4 ( $p < 0,031$ ) (car une personne sur sept ne s'est pas améliorée au temps 4).

Pour le groupe à intensité élevée, la réduction du score de BDI est significative entre le temps 1 et les temps 2, 3 et 4 avec  $p < 0,016^*$  pour chacun de ces temps. Ce résultat indique que la réduction de la sévérité des symptômes dépressifs est survenue dès la première mesure, i.e. après 18 jours.

---

<sup>63</sup> Logiciel SPSS : La valeur de  $p$  est calculée selon une approximation par la loi normale (valeur non exacte). La table des valeurs  $p$  (bilatérales) permet de calculer la valeur  $p$  exacte pour le test des rangs signés de Wilcoxon (se référer aux tableaux de données SPSS :  $n$  = somme des rangs positifs et négatifs; et somme des rangs présentée dans la colonne de droite) :

- $n = 7$  et somme des rangs = 25,5 :  $p < 0,0625$
- $n = 7$  et somme des rangs = 28 :  $p < 0,016$
- $n = 6$  et somme des rangs = 21 :  $p < 0,031$
- $n = 7$  et somme des rangs = 28 :  $p < 0,0165$

### **Variation du score de BDI en fonction de l'intensité de l'entraînement**

Le test non paramétrique de Mann-Whitney pour deux échantillons indépendants (avec un  $p < 0,005$ ) permet d'observer un changement différent du score de BDI entre les deux groupes entre le temps 1 et le temps 2 ( $p = 0,038^*$ ) mais pas entre le temps 1 et le temps 3 ( $p = 0,165$ ) ni entre le temps 1 et le temps 4 ( $p = 0,165$ ). Le groupe à intensité élevée s'est donc significativement mieux amélioré au cours des 18 premiers jours. Par contre, en tenant compte d'un  $p$  conservateur ( $p < 0,017$ ), il n'y aurait pas de différence significative entre les deux groupes.

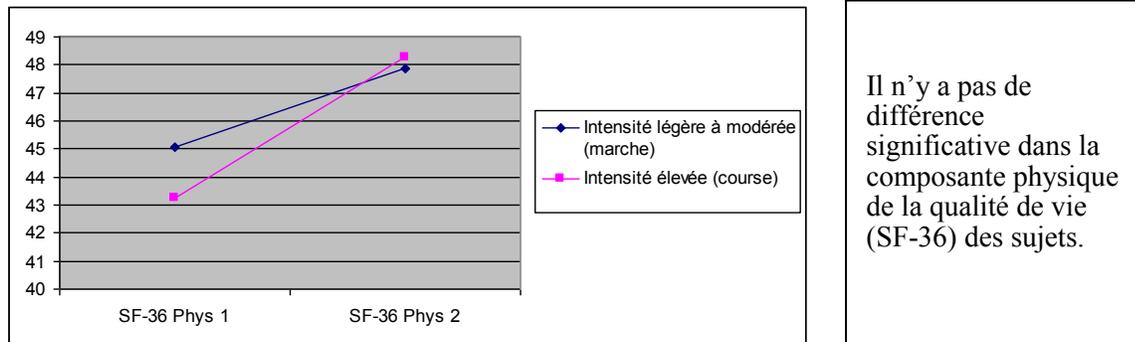
#### **4.3.3 Résultats pour les variables dépendantes secondaires (SF-36, PSQI et VO<sub>2</sub>max)**

La qualité de vie, telle que mesurée à l'aide du SF-36, peut être interprétée selon un score physique et un score mental comprenant chacun quatre volets. Les scores de ces huit volets permettent d'estimer les limites vécues par l'individu à cause de son état psychologique et physique. Voici les composantes physiques : fonctionnement physique, rôles liés aux capacités physiques, présence de douleurs et santé en général. Les composantes psychologiques sont : santé mentale, rôles liés à la santé émotionnelle, fonctionnement social et vitalité (Ware, J.E., 2009).

#### **Amélioration de la qualité de vie (SF-36) pour son volet physique**

Le test des Rangs signés de Wilcoxon pour deux échantillons dépendants (avec un  $p < 0,05$ ) permet d'obtenir un  $p = 0,126$ , ce qui indique qu'il n'y a pas de changement significatif du SF-36 (volet physique) pour l'ensemble des sujets entre le temps 1 et le temps 4. L'analyse des

résultats selon le groupe d'appartenance (test de Wilcoxon pour deux échantillons indépendants) démontre qu'il n'y a pas de changement significatif dans le groupe à intensité légère à modérée ( $p = 0,116$ ) ni dans le groupe à intensité élevée ( $p = 0,462$ ), tel que le présente la figure suivante :



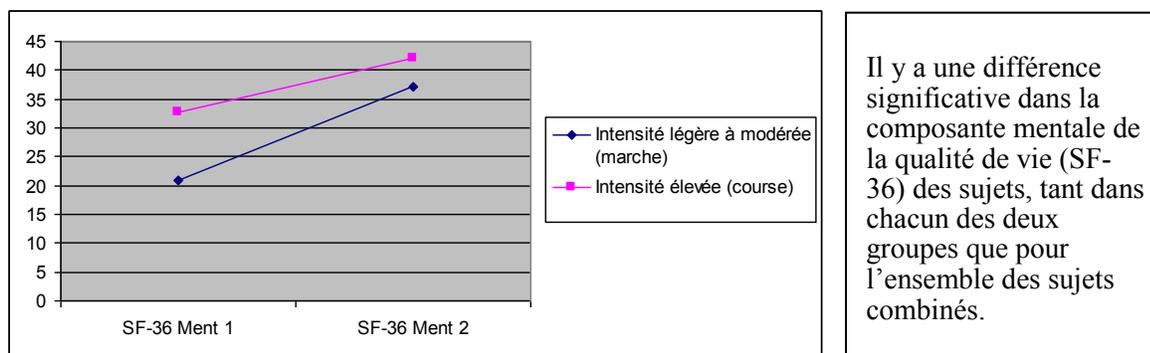
**Figure 13 Principaux changements des scores de qualité de vie physique (SF-36 Phys) pour chacun des groupes expérimentaux**

### **Amélioration de la qualité de vie (SF-36) pour les quatre composantes physiques**

Pour l'ensemble des sujets, le fonctionnement physique s'est amélioré ( $p = 0,028$ ) de même que la santé générale ( $p = 0,014$ ), alors que l'on n'a pas observé de changement significatif du rôle relié aux capacités physiques ( $p = 0,094$ ) ou de la présence de douleurs ( $p = 0,333$ ).

### **Amélioration de la qualité de vie (SF-36) pour son volet mental**

Avec  $p = 0,002^*$ , il y a un changement significatif du SF-36 (volet mental) pour l'ensemble des sujets entre le temps 1 et le temps 4. L'analyse de ces résultats selon le groupe d'appartenance dénote que le changement est significatif pour l'entraînement à intensité légère à modérée ( $p = 0,028^*$ ) ainsi que pour l'entraînement à intensité élevée ( $p = 0,028^*$ ), tel que le présente la figure suivante :



**Figure 14 Principaux changements des scores de qualité de vie mentale (SF-36 Ment) pour chacun des groupes expérimentaux**

### **Amélioration de la qualité de vie (SF-36) pour les quatre composantes mentales**

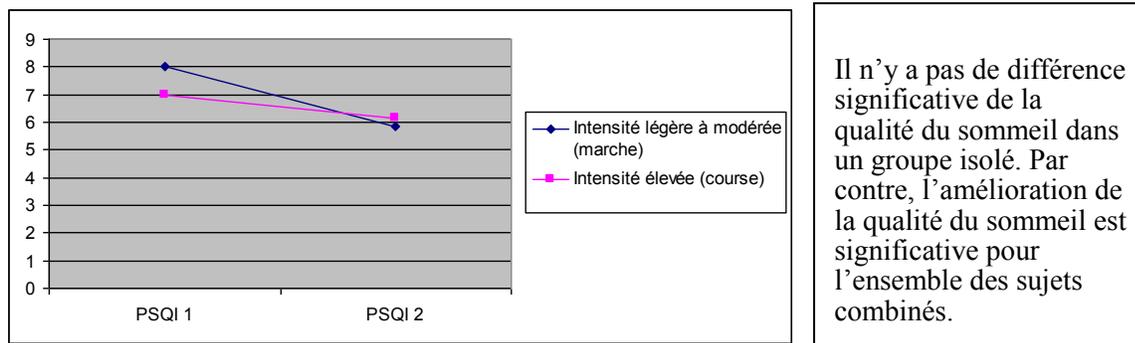
Pour l'ensemble des sujets, toutes les composantes de la santé mentale se sont améliorées : la santé mentale ( $p = 0,002$ ), les rôles liés à la santé émotionnelle ( $p = 0,016$ ), le fonctionnement social ( $p = 0,005$ ) et la vitalité ( $p = 0,009$ ).

En isolant les sujets par groupe, un changement significatif est obtenu pour la santé mentale ( $p = 0,027$  dans le groupe à intensité légère à modérée et  $p = 0,024$  dans le groupe à intensité élevée) et le fonctionnement social ( $p = 0,041$  et  $p = 0,039$  respectivement).

### **Amélioration de la qualité du sommeil (PSQI)**

Le test des Rangs signés de Wilcoxon pour deux échantillons dépendants (avec un  $p < 0,05$ ) donne un  $p = 0,030^*$ . Il y a donc un changement significatif de la qualité du sommeil pour l'ensemble des sujets entre le temps 1 et le temps 4. Par contre, l'analyse des résultats selon le groupe d'appartenance, le changement n'est pas significatif pour l'entraînement à intensité légère

à modérée ( $p = 0,078$ ) ni pour l'entraînement à intensité élevée ( $p = 0,216$ )<sup>64</sup>, tel que le présente la figure suivante :

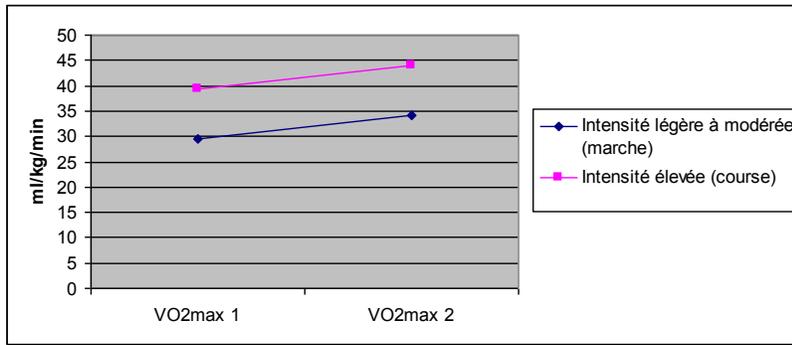


**Figure 15 Principaux changements des scores de qualité du sommeil (PSQI) pour chacun des groupes expérimentaux**

### Amélioration de la puissance aérobie ( $\dot{V}O_2 \max$ )

Le test des rangs signés de Wilcoxon pour deux échantillons dépendants (avec un  $p < 0,05$ ) donne une valeur de  $p = 0,008^*$ . Cela dénote un changement significatif de la puissance aérobie pour l'ensemble des sujets entre le temps 1 et le temps 4. L'analyse des résultats par groupe (test des rangs signés de Wilcoxon pour deux échantillons indépendants) démontre que ce changement n'est pas significatif pour l'entraînement à intensité légère à modérée ( $p = 0,075$ ) alors que les sujets du groupe à intensité élevée ont connu une amélioration significative de leur puissance aérobie ( $p = 0,043^*$ ), tel que le présente la figure suivante (ces résultats sont discutés à la section 5.1.4) :

<sup>64</sup> Cette différence non statistiquement significative s'explique probablement en majeure partie par le petit nombre de sujets de l'analyse.



L'amélioration significative de la puissance aérobie s'observe dans le groupe à intensité élevée de même que pour l'ensemble des sujets combinés.

**Figure 16** Principaux changements de puissance aérobie ( $\dot{V}O_2 \text{ max}$ ) pour chacun des groupes expérimentaux

Le calcul de la corrélation entre l'amélioration de la puissance aérobie et le changement des scores de dépression est non significatif (corrélation de  $-0,28$ ).

## **CHAPITRE 5 : DISCUSSION ET CONCLUSION**

La discussion vise à jeter un éclairage sur l'ensemble de ce projet de recherche et ses principales observations quantitatives et qualitatives. Les observations obtenues seront questionnées, d'une part en les comparant à la littérature et d'autre part, en jetant un regard critique sur les méthodes qui ont été utilisées pour les récolter. Ceci permettra de conclure avec des recommandations pour les projets de recherche à venir.

### **5.1 RÉFLEXIONS QUAND AUX PRINCIPAUX RÉSULTATS DE CETTE ÉTUDE**

#### **5.1.1 Amélioration des scores de dépression**

Dans cette étude, 94% des sujets ont connu une baisse des symptômes dépressifs et 70% étaient considérés non dépressifs à la fin de l'étude (selon l'échelle de Beck). La réduction moyenne au score de Beck a été de 18,2 points ( $\pm 8,44$ ).

Les sujets du groupe à intensité élevée se sont améliorés plus rapidement que le groupe à intensité légère à modérée. Ils ont connu une baisse significative de la sévérité des symptômes de dépression au cours des huit premières séances (18 jours) alors que le groupe à intensité légère à modéré a présenté une réduction significative après 16 séances (37 jours).

Les études portant sur le traitement pharmacologique rapportent une réduction d'environ 60% des scores dépressifs (BDI) après 6 mois de traitement pour environ 40-60% des sujets

(Singh et al., 1997). Le tableau suivant présente le pourcentage d'amélioration du score de Beck entre le début et la fin du programme aérobie pour chacun des sujets et pour chacun des groupes :

**Tableau 12 Réductions des scores de dépression pour chacun des sujets et chacun des groupes**

Sujet	BDI au temps 1 (Jour 1)	BDI au temps 4 (Jour 56)	Amélioration (BDI)	% d'amélioration	% d'amélioration
1	26	7	19	73 %	Groupe intensité légère à modérée (marche)  <b>52,4 %</b>
2	24	6	18	75 %	
3	27	27	0	0 %	
4	20	10	10	50 %	
5	35	12	23	66 %	
6	31	16	15	48 %	
7	29	13	16	55 %	
8	31	11	20	65 %	Groupe à intensité élevée (course)  <b>63 %</b>
9	36	5	31	86 %	
10	32	10	22	69 %	
11	23	10	13	57 %	
12	33	7	26	79 %	
13	51	20	31	61 %	
14	38	29	9	24 %	

Il est important de garder en tête que ces changements sont survenus en huit semaines (cinq semaines seulement pour un sujet de chaque groupe), que les plus grandes améliorations ont été notées au cours des cinq premières semaines et qu'en comparaison, les études portant sur l'efficacité des antidépresseurs est habituellement évaluée sur une période de 3 à 6 mois.

Enfin, les réductions obtenues sont comparables aux résultats d'études antérieures qui obtiennent habituellement entre 8 et 12 points de réduction au score de BDI<sup>65</sup>. Par contre, les méta-analyses préfèrent rapporter ces résultats en relation avec l'écart-type, sous la forme de la taille de l'effet.

<sup>65</sup> Ces différences ont été présentées lors de l'examen pré-doctoral dans un document écrit disponible au Secrétariat des sciences cliniques.

Les résultats de la présente étude supportent les propos de Seime et Vickers, professionnels à la Clinique Mayo, qui écrivaient dans un article paru dans le magazine "American Psychological Association" de 2006 :

*«Suite à la méta-analyse de Stathopoulou et autres... il existe maintenant suffisamment d'évidences qui supportent l'utilisation de l'exercice pour traiter la dépression, que ce soit comme traitement additif à la médication ou à la psychothérapie, ou encore comme traitement unique...»*

### **Taille de l'effet du programme aérobic sur la réduction des scores de dépression (BDI)**

Dans leurs comparaisons entre un groupe exercice et un groupe témoin, les méta-analyses rapportent des tailles de l'effet d'environ 1,39 (Stathopoulou G. et al, 2006) ou 1,42 (Daley, A., 2008). Étant donné que les sujets de cette étude étaient en moyenne plus sévèrement déprimés que ceux des autres études, il est possible que cela ait augmenté la taille de l'effet. Voici les ES obtenues pour chacun des groupes et pour l'ensemble des sujets :

**Tableau 13** Taille de l'effet obtenue pour chacun des groupes et pour l'ensemble des sujets combinés

	<b>BDI T1</b>	<b>BDI T4</b>	<b>Différence BDI</b>	<b>Écart-type</b>	<b>Taille de l'effet (ES)</b>
Groupe à intensité légère à modérée	27,43	13	14,43	5,97	<b>2,42</b>
Groupe à intensité élevée	34,86	13,14	21,72	8,65	<b>2,51</b>
L'ensemble des sujets réunis	31,15	13,07	18,08	7,31	<b>2,47</b>

### **5.1.2 Amélioration de la qualité de vie**

La participation au programme d'entraînement a permis d'améliorer la qualité de vie des personnes et ce à plusieurs niveaux : santé générale, fonctionnement physique, santé mentale, rôles reliés à la santé émotionnelle, fonctionnement social et vitalité. Ces améliorations ont été

observées de façon significative, tant pour un entraînement aérobie d'intensité légère à modérée qu'élévée.

Une des rares études à avoir utilisé le SF-36 est celle de Singh et al. (1997) au cours d'un programme d'entraînement en résistance chez des personnes âgées dépressives. Ils ont observé des changements significatifs des dimensions douleur physique ( $p = 0,001$ ), fonctionnement social ( $p = 0,008$ ) et rôle émotionnel ( $p = 0,02$ ).

Ces résultats sont aussi en accord avec ceux publiés par Duggan et al. (1999). En comparant les résultats obtenus au BDI et au SF-36 au cours d'un traitement antidépresseur, ils ont observé une corrélation élevée entre les deux outils de mesure, tout particulièrement pour les composantes mentales et de façon significative pour les limitations liées au rôle mental, le fonctionnement social, la santé mentale et la vitalité<sup>66</sup>.

### **5.1.3 Amélioration de la qualité du sommeil**

Dans cette étude, les sujets ont connu une amélioration significative de la qualité du sommeil suite au programme d'entraînement aérobie, tant pour l'entraînement à intensité légère à modérée (marche) qu'élévée (course). Leur score au PSQI est passé en moyenne de 7,5 à 6 ( $\pm 2,3$ ) tel que le présente l'annexe 9. Ce changement est petit mais il s'explique en partie par le fait que les scores étaient relativement faibles au départ<sup>67</sup>. Ces changements sont par contre comparables aux résultats de Singh et al. (1997) qui ont enregistré des réductions de 2,4 au PSQI

---

<sup>66</sup> Lorsque la sévérité de la dépression est évaluée par un médecin plutôt que par l'individu, la corrélation demeure vraie pour le fonctionnement social, la santé mentale et, à moindre degré, pour la vitalité.

<sup>67</sup> Les réductions de scores de PSQI rapportées suite à des programmes d'entraînement aérobie ont été supérieures lorsque les sujets étaient sélectionnés en raison de troubles de sommeil (King et al, 1997).

suite à un programme de musculation de dix semaines<sup>68</sup> chez des personnes âgées dépressives.

Fait intéressant, les sujets de leur étude qui servaient de témoin ont eu une légère détérioration de leur score de sommeil pendant la même période. Dans un article paru dans JAMA, des personnes âgées et sédentaires sélectionnés au départ comme ayant de légers troubles de sommeil ont eu des réductions de 3,3<sup>69</sup> (de 8,7 au pré-test à 5,4 au post-test) (King et al, 1997).

Les programmes d'exercice ont démontré avoir un effet sur la quantité totale de sommeil. Notre étude a observé une hausse de 0,72 heure (43 minutes) de sommeil en moyenne entre le début et la fin du programme de huit semaines<sup>70</sup> (cette hausse s'explique principalement par la latence du sommeil (rapidité à s'endormir) et la réduction des périodes d'éveil au cours de la nuit). Ces résultats s'apparentent à ceux de King et al. (1997) qui ont observé des augmentations de la quantité du sommeil de leurs sujets de 46 minutes (vs 13 minutes pour le groupe témoin). Ces augmentations du temps de sommeil sont significatives si nous tenons compte des observations d'études portant sur les effets psychologiques du manque de sommeil. Par exemple, Van Dongen et Dinges (2005) ont observé des réductions significatives et "dose-dépendantes" de différentes qualités psychomotrices à partir de nuits de 7h50 minutes de sommeil et moins par jour, même lorsque les sujets ne croyaient pas manquer de sommeil.

#### **5.1.4 Amélioration de la puissance aérobie**

Dans la présente étude, si la valeur du p a permis de déceler un changement significatif dans le groupe à intensité élevée seulement (avec un écart-type de 4,93 au pré-test et de 4,18 au

---

<sup>68</sup> À raison de 3 séances par semaine.

<sup>69</sup> Programme de 16 semaines consistant en 4 séances de marche par semaine à 60 % - 75 % de VO<sub>2</sub>max.

<sup>70</sup> Réponses des sujets aux questions no 1, 2, 3 et 4 du PSQI.

post-test), c'est fort probablement à cause de l'écart-type qui était très large dans le groupe à intensité légère à modérée au post-test (8,25), malgré qu'il était petit au pré-test (2,53).

Si l'écart-type du groupe à intensité légère à modérée s'est vu multiplié par 3,25 entre le temps 1 et le temps 4, cela signifie que l'amélioration de la capacité aérobie de certains individus s'est beaucoup améliorée comparativement à d'autres. (Il est important de noter qu'au sein de ce groupe, un individu a connu une augmentation de sa capacité aérobie nettement supérieure aux autres). Par contre, pour le groupe à intensité élevée, l'amélioration a été plus semblable entre les individus.

La principale raison d'évaluation de la puissance aérobie avant et après le programme sert à démontrer que les sujets ont été observants au programme, tel que le démontre l'amélioration de leur condition physique. Cette étude démontre une telle amélioration : de 4,51 ml/kg/min pour le groupe à intensité légère à modérée et de 4,72 ml/kg/min pour le groupe à intensité élevée.

Les études publiées chez des adultes dépressifs soumis à un programme d'entraînement aérobie ont rarement rapporté la grandeur de l'amélioration aérobie. Les quelques études à l'avoir fait ont obtenu des améliorations tantôt non significatives, tantôt significatives. Une récente étude ayant un protocole d'entraînement de jogging de huit semaines a rapporté des améliorations de la même grandeur (4,3 ml/kg/min) (Chanudda et al., 2005). Selon ces auteurs, cette grande amélioration serait attribuable en partie au fait que les personnes dépressives ont, au départ, une capacité de travail physique réduite, notamment à cause de leur faible niveau d'activité physique.

### 5.1.5 Égalité des groupes au départ

Les groupes étaient semblables au départ, à part la sévérité des symptômes dépressifs qui étaient différente de 8 points (BDI moyen de 27 dans le groupe à intensité légère à modérée et de 35 dans le groupe à intensité élevée). Cette différence, bien qu'elle ait été démontrée comme non statistiquement significative avec un  $p$  de 0,53, demande quand-même d'être considérée étant donné que 8 points sur l'échelle de Beck est cliniquement significatif.

Cette différence au départ est principalement due à trois éléments : 1) la méthode de stratification choisie avant le début de l'expérience combinée : 2) aux scores de dépression élevés des sujets de cette étude par rapport aux études précédentes; 3) le score particulièrement élevé d'un des sujets du groupe à intensité élevée.

Il est important de mentionner que des analyses non paramétriques ont été retenues pour les analyses statistiques. Ainsi, les tests visant à évaluer les changements des scores de dépression, de qualité de vie, de sommeil et de puissance aérobie dans le temps, dans chacun des groupes et par comparaison entre les deux groupes, ont utilisé le test des Rangs signés de Wilcoxon, où pour ainsi dire, chaque score, peu importe son score brut, est placé en rang dans un premier temps. La suite des calculs des changements (ex : changement de BDI dans le temps à l'intérieur d'un groupe, changements de BDI dans le groupe à intensité légère à modérée vs dans le groupe à intensité élevée, etc.) vérifient les changements de place à l'intérieur des rangs. Ainsi, un score anormalement élevé d'un des sujets au départ aura un impact minimal sur l'interprétation des données par la suite.

## **5.2 PRINCIPALES FORCES ET LIMITES DE CETTE ÉTUDE**

### **5.2.1 Principales forces de cette étude**

Cette étude vient appuyer les divers ouvrages qui citent maintenant qu'un programme d'entraînement physique structuré et de volume suffisant est efficace pour traiter la dépression.

Elle a aussi réussi à démontrer que, contrairement à la croyance populaire qui dit qu'une personne dépressive devrait ne pas trop se dépenser, «faire de l'exercice, mais à son rythme, i.e. lentement...pour ne pas se fatiguer davantage» nécessite une sérieuse remise en question. Toutes les personnes du groupe à intensité élevée ont réussi le programme et il semble même que de se voir capables de réaliser un tel exploit ait eu un effet positif sur leur regard envers elles-mêmes.

Au long du projet, on a entendu plusieurs professionnels avancer que l'on devrait garder une telle approche pour les personnes qui ont une dépression «pas trop sévère, i.e. de niveau léger à modéré». Dans cette étude, les personnes dont la dépression majeure était jugée sévère selon leur score de Beck (i.e.  $\geq 29$ , soit 9 personnes ou 64% des sujets) se sont toutes significativement améliorées au cours de leur participation au programme, même si c'était le seul traitement dont elles bénéficiaient (i.e. absence de médication antidépressive, de psychothérapie, etc.).

Cette étude permet enfin d'envisager une meilleure relation coût/bénéfice des programmes d'entraînement structurés pour personnes dépressives car une intensité plus élevée prend environ la moitié du temps à compléter qu'une activité de niveau léger à modéré.

## 5.2.2 Principales limites de cette étude

Les recherches publiées sur ce sujet ont reçu des critiques qui peuvent déjà mettre en lumière les principales limites de cette étude (Ford, 2008; Malt, 2008).

### **Activation, structure des journées, efficacité personnelle, etc.**

Il est difficile de savoir quelle est la part des aspects psycho-sociaux dans les réductions des symptômes dépressifs. Selon la méta-analyse de Daley (2008), plusieurs auteurs avancent que ce type de programme a l'avantage d'offrir du support social, de la distraction, de la structure, de l'espoir... et même, un aspect de désirabilité sociale qui peut être positif<sup>71</sup> (Buckworth et Dishman, 2002).

Plusieurs études ont mesuré que ces paramètres et d'autres peuvent expliquer les augmentations de la confiance en soi et de l'estime de soi suite à un programme d'entraînement. En eux-mêmes, les aspects psycho-sociaux semblent compter pour une partie des améliorations enregistrées (White et al., 2009).

Dernièrement, des auteurs se sont intéressés à la part de l'activation (i.e. amener la personne à s'engager dans des activités en lien avec ses besoins, ses engagements, ses aspirations...). Dimidjian et al., (2006) ont observé les effets d'un traitement d'activation vs des traitements conventionnels (antidépresseurs et thérapie cognitivo-comportementale) pour des personnes souffrant de dépression majeure de niveau sévère. Les personnes ayant répondu au traitement ont été de 42% (ISRS), 40% (thérapie) et 52% (activation). De plus, le taux de

---

<sup>71</sup> Le sujet s'améliore par désir de plaire à l'entraîneur, au chercheur ou autre.

rémission a été respectivement de 49%, 48% et 76%. Il est intéressant de se demander si la participation à un programme d'exercice n'est pas efficace en partie parce qu'elle met la personne en action et lui permet d'atteindre des buts nobles. Et si oui, est-ce qu'il serait possible qu'un programme à intensité plus élevée engendre un niveau d'activation et un sentiment de réussite supérieurs?

### **Absence d'un groupe placebo**

Un groupe placebo permet de comparer les résultats obtenus avec ceux d'un groupe expérimental recevant un traitement qu'il croit pouvoir être efficace. Suite à la publication de la deuxième plus vaste étude portant sur le traitement de la dépression par un programme d'exercice (exercice vs Zoloft vs exercice et Zoloft), Blumenthal et al. (1999) se sont fait critiquer pour avoir omis d'inclure un groupe placebo. Ils ont donc choisi d'inclure un groupe placebo dans leur expérience publiée en 2007. Les résultats furent les mêmes que déjà publiés à plusieurs reprises (voir tableau 3), soit qu'un placebo permet des rémissions d'environ 25 à 30 % des dépressions et que ces réductions sont plus faibles que les résultats obtenus avec un traitement d'exercice.

Selon les chercheurs s'intéressant au traitement de la dépression par l'exercice, un groupe placebo ne semble pas être de mise. On choisit parfois d'inclure un groupe témoin, qui permet par exemple de recréer le fait de se retrouver en groupe, de sortir de chez-soi, etc. Ceci s'opère par exemple en créant un groupe qui reçoit chaque semaine une formation<sup>72</sup>, qui se réunit pour jouer aux cartes ou encore pour faire des exercices de flexibilité. Chacune des expériences avec groupe témoin a observé que le groupe à l'exercice a connu des réductions des scores de

---

<sup>72</sup> Portant sur un sujet santé ou autre.

dépression significativement plus grandes que le groupe témoin. Il est donc souvent mentionné qu'il n'est plus nécessaire de reprendre ce type de recherche, mais cela peut être débattu.

D'autre part, pour ce qui est de créer un groupe placebo, certains comités d'éthique croient que la dépression est une douleur trop sérieuse pour laisser un groupe sans traitement. Blumenthal et son équipe ont réussi à faire accepter la présence d'un groupe placebo par le comité d'éthique en établissant un code de surveillance constante des symptômes du groupe placebo ainsi qu'un plan d'exclusion des sujets en cours d'étude au besoin. Encore une fois, ils ont démontré que les groupes exercice connaissaient des améliorations supérieures et significatives par rapport au groupe placebo. Il semble donc que d'un point de vue scientifique, tout comme d'un point de vue éthique, la présence ou non d'un groupe placebo puisse être débattue.

### **Relation avec l'entraîneur, désirabilité sociale, soutien, etc.**

Il va sans dire que la relation de soutien développée avec l'entraîneur, qui est probablement nécessaire pour permettre à une personne dépressive de persister à travers un programme d'entraînements réguliers, ait pu avoir un effet sur l'amélioration des scores de dépression.

McNeil et al. (1991) ont vérifié l'effet du soutien social par rapport à celui de l'exercice chez des personnes âgées dépressives, en les divisant en deux groupes : l'un recevant une visite à domicile pour s'asseoir et discuter et l'autre recevant une visite à domicile pour marcher et discuter. Selon ces auteurs : «Chez des personnes âgées de BDI entre 12 et 24, la marche permet de diminuer un éventail plus large de symptômes dépressifs que le contact social seul. L'aspect

social de l'activité physique est probablement responsable d'une partie de la réduction des symptômes dépressifs.»

Blumenthal et al. (2007) ont essayé de répondre à cette question en organisant un groupe de sujets qui s'exercent par eux-mêmes à la maison. Par contre, afin de maintenir la participation, ils ont prévu la visite à domicile d'un entraîneur privé, une fois par semaine d'abord puis de façon plus espacée par la suite. De même, l'entraîneur maintenait un contact téléphonique régulier afin d'assurer le maintien de la motivation. Le groupe s'entraînant à la maison a connu un taux de rémission de 38% et jugé semblable au groupe s'entraînant en petit groupe avec un entraîneur (46%). L'aspect social de l'entraînement supervisé n'explique donc pas en lui seul les réductions des scores dépressifs.

Les études animales permettent de constater que le support social permet de réduire le stress mais que l'exercice aérobie produit des changements neurophysiologiques qui ne s'observent pas dans le contact social (Buckworth et Dishman, 2002). Il est par contre difficile de mesurer, sans l'aide de marqueurs neurophysiologiques, l'effet distinct de ces mécanismes complémentaires au cours de cette étude.

## **5.3 PRINCIPALES RECOMMANDATIONS POUR LES ÉTUDES FUTURES**

### **5.3.1 Augmenter le nombre de sujets recrutés et la puissance statistique**

Devant les problèmes de recrutement occasionnés par le besoin de référence via un médecin traitant ainsi que par le critère d'exclusion des personnes prenant de la médication (antidépresseurs), des études récentes ont choisi d'inclure les personnes médicamentées. Nous avons choisi un traitement sans médication pour deux raisons : d'abord parce que la médication aurait eu un effet confondant. Ensuite parce que toutes les études à date ont démontré qu'un programme d'entraînement était aussi efficace qu'un traitement médicamenteux. Donc, il nous semblait important de procéder de la sorte.

Nous avons aussi choisi d'inclure un diagnostic médical de dépression majeure dans les critères d'inclusion. Nous avons basé ce choix sur les méta-analyses qui retenaient les études qui avaient ce critère d'inclusion. Par contre, étant donné que nous aurions eu tendance à douter du diagnostic médical de dépression majeure de huit des patients référés par un médecin (le score de BDI étant très faible), nous nous demandons à quel point ce critère d'inclusion vaut toute la peine qu'il occasionne. De fait, comme plusieurs patients n'ont pas de médecin traitant, recruter via la population devient ardu lorsque venue l'étape de demander à la personne intéressée d'obtenir l'accord de son médecin. Soit le médecin préfère la médication, soit la personne n'a pas de médecin, et si l'on essaie de lui en trouver un, on se cogne à des portes fermées : les médecins ne prennent plus de nouveaux patients, encore moins des patients dépressifs qui doivent être vus aux mois (selon les lignes directrices de traitement de la dépression).

Une première solution à ce problème serait d'utiliser l'approche de Blumenthal et al. (1999 et 2007) et autres : retenir les services de psychologues cliniciens qui peuvent établir le diagnostic de dépression et son niveau de sévérité à partir d'un interview standardisé (ex : le HRSD : Hamilton Rating Scale for Depression). Il faut toutefois se rappeler que ces chercheurs ont obtenus de larges sommes (millions de dollars) pour faire ces études. Peut-être qu'à défaut de cela, des collaborations pourraient être faites avec l'Association des psychologues dans un projet conjoint?

Sinon, on pourrait se résigner à adopter la stratégie de Nabkasorn C. et al. (2005) et Chu et al. (2009). C'est de se rendre dans un établissement d'enseignement (Université, Collège, etc.)<sup>73</sup>, de présenter le projet aux étudiants en faisant le tour des classes et de distribuer des questionnaires (ex : de BDI). Les personnes sont éligibles à participer au projet si elles ont un score plus élevé qu'un minimum donné. Par mesure de sécurité, si une personne présente un score dépassant un maximum acceptable, elle doit demander une autorisation écrite de participation au projet à un professionnel (médecin, psychologue ou autre). Cette façon de faire sera sûrement critiquée, mais un nombre trop faible de sujets le sera aussi, alors la question est ouverte! Et n'oublions pas l'avantage de cette méthode d'un point de vue éducatif et **préventif**. (Au cours de notre étude, TOUS les sujets qui étaient à l'emploi ont pu prévenir une absence pour cause de trouble psychologique et 6 de ces 7 personnes étaient significativement moins dépressives à la fin des huit semaines.)

---

<sup>73</sup> On pourrait penser que ce processus pourrait se faire aussi en milieu de travail, dans un Club pour le troisième âge, en centre pour personnes âgées...

### **5.3.2 Approfondir la recherche de la prescription optimale**

De pair avec l'amélioration des diagnostics et des plans de traitements, la meilleure connaissance des effets spécifiques d'entraînements différents sera des plus profitables.

Par exemple, il semble que les personnes âgées bénéficient de programmes d'exercices en musculation. Ceci semble être dû en large partie à l'effet de ce type d'entraînement sur la stimulation de la neuroplasticité (via, entre autres, la production d'hormones de croissance qui est maximale avec un entraînement de type musculation en résistance). Il n'est pas clair si des personnes plus jeunes, qui ont déjà des taux sanguins élevés de ces hormones, bénéficieraient autant de ce type de programme vs un programme aérobie.

Jusqu'à maintenant, une augmentation du volume d'exercice a entraîné une augmentation de la réponse antidépressive. Il serait intéressant de voir jusqu'à quel niveau ce volume pourrait être augmenté et comment calculer le volume optimal pour un individu.

Enfin, la recherche de l'intensité d'exercice optimale mériterait d'être poursuivie, tant pour ses avantages temps investi/coût/efficacité que pour d'autres effets possibles tels l'activation, le sentiment d'accomplissement, l'estime de soi, l'amélioration de la condition cardio-vasculaire...

### **5.3.3 Mesure des effets biologiques**

Il serait fort pertinent et important de trouver le financement permettant de mesurer les effets neurobiologiques de différents protocoles d'entraînement. Il aurait été intéressant par

exemple de vérifier l'effet de l'intensité de l'entraînement sur les mesures de sérotonine, de noradrénaline, de BDNF et de cortisol. Les changements de l'activité cérébrale à l'aide de l'analyse quantitative de l'EEG pourraient aussi donner des informations fort pertinentes. Cela permettrait de jeter un regard plus objectif sur l'impact de différents protocoles d'entraînement, de même que de mieux comprendre les différences entre les individus aux différentes étapes du processus. Enfin, la comparaison des effets neurobiologiques et des effets cliniques pourrait permettre d'identifier plus rapidement les facteurs de succès populationnels et/ou individualisés des protocoles d'entraînement visant la réduction des symptômes dépressifs.

#### **5.3.4 Mesure de l'effet coût/bénéfice et des rechutes**

Il deviendra important de mesurer l'effet coût/bénéfice d'un traitement antidépresseur, tant au niveau du coût de traitement que pour les coûts associés qui peuvent être réduits. Par exemple, contrairement aux traitements médicamenteux qui sont souvent accompagnés d'anxiolytiques et/ou de médicaments pour dormir (souvent pour contrer les effets des antidépresseurs), les programmes d'entraînement ont plutôt tendance à favoriser la détente et le sommeil.

Les personnes dépressives sont plus à risque de développer subséquemment des troubles cardio-vasculaires, de diabète, de cancer, de démences... L'activité physique a un effet protecteur démontré pour ces maladies.

Enfin, le nombre de rechutes suite aux traitements demande d'être investigué. À notre connaissance, la seule étude ayant évalué les taux de rechutes six mois suivant le traitement est

celle de Babyak (2000) (suivi de l'étude de Blumenthal, 1999). Le groupe ayant reçu un traitement aérobie a eu un taux de rechute de 8%. Ce taux a été de 38% pour le groupe recevant des antidépresseurs et de 31% pour le groupe ayant reçu la combinaison antidépresseurs et exercice. Peu de publicité a été faite à ce sujet...<sup>74</sup>

---

<sup>74</sup> L'étude de Blumenthal a reçu l'une des plus grandes subventions de l'histoire américaine pour étudier l'effet de l'exercice dans le traitement de la dépression. Elle a été souvent critiquée... et les critiques ont reconnu la robustesse de la méthodologie et des résultats.

## 5.4 CONCLUSION

Cette étude est la première à s'être intéressée à l'évaluation de l'effet de l'intensité d'un programme d'entraînement aérobic en contrôlant pour la quantité totale de calories dépensées. Elle a démontré qu'en augmentant l'intensité d'entraînement à un niveau élevé, on peut réduire le temps d'entraînement d'environ de moitié et obtenir des résultats semblables à un entraînement de même nature mais d'intensité de niveau léger à modéré<sup>75</sup>. De plus, la tendance non statistiquement significative vers une amélioration plus rapide des symptômes de la dépression avec un entraînement à intensité plus élevée mérite d'être investiguée auprès d'une population plus large<sup>76</sup>.

Les personnes dépressives ont non seulement réussi, avec un encadrement professionnel adéquat, à suivre ce programme, mais elles en ont retiré des avantages au niveau de leur qualité du sommeil, de leur condition cardio-vasculaire et des composantes mentales de leur qualité de vie.

Pour donner une utilité aux résultats de cette étude, l'implantation d'un programme d'entraînement physique dirigé pour personnes dépressives sera nécessaire.

---

<sup>75</sup> Étant donné que les personnes dépressives ont habituellement besoin d'un encadrement professionnel afin de persévérer dans un programme d'entraînement physique, cela peut signifier des réductions de coûts importants.

<sup>76</sup> Il est important de mentionner que plusieurs sujets de cette étude présentaient une sévérité des symptômes de la dépression de niveau élevé (i.e. sévère selon le BDI) et qu'ils ont malgré tout réussi leurs entraînements à intensité élevée.

## REMERCIEMENTS

Plusieurs personnes ont participé généreusement à la réalisation de ce projet et je tiens à les remercier des plus sincèrement. Je désire exprimer toute ma gratitude au Docteur Tàmàs Fülöp qui a accepté de m'épauler dès le départ. Il a su me donner à la fois une grande liberté dans le choix de mon projet tout en imposant des lignes de conduite stratégiques aux moments importants. Toute ma reconnaissance va à Madame Dominique Lorrain qui a pris le temps de m'orienter avec une foule de recommandations et de conseils judicieux. Un merci tout particulier va à Monsieur Pierre Gauthier qui m'a accompagnée tout au long de ce long périple, mais qui surtout m'a transmis sa valeur de l'importance de l'intervention santé via l'activité physique il y a de ça quelque vingt ans déjà. Ces trois directeurs m'ont épaulée, encadrée et supportée de mains de maîtres.

Je tiens à transmettre un merci particulier à Madame Denise St-Cyr Tribble, directrice du programme de sciences cliniques. Son attention, sa guidance et son support furent précieux, de même que le partage de son expérience de recherche et de travail auprès de clientèles aux prises avec des troubles de santé mentale.

Je remercie le regretté Docteur Louis Mury, psychiatre à Sherbrooke, qui par son cheminement clinique a su se montrer ouvert et enthousiaste face à ce mode de traitement non officiellement reconnu. Le Docteur François Lespérance, psychiatre à Montréal, a su m'apporter de judicieux conseils dans le choix de la méthodologie. Je le remercie pour son expertise, son ouverture d'esprit et sa disponibilité.

Madame Lise Trottier, mathématicienne au Centre de recherche sur le vieillissement de l'Université de Sherbrooke, a été d'une grande générosité et d'une aide précieuse dans la préparation des analyses statistiques. Grand merci!

Ce projet n'aurait pu être si bien vécu sans le support attentif de Monsieur René Therrien. Par son exemple, il m'a donné le goût du dépassement intellectuel. Et pour m'aider à réussir cette aventure, il a été aidant de précieuses manières. Merci aussi à Huguette Therrien qui a toujours eu le courage et la générosité d'encourager et de supporter les études de tous les siens.

Je fais un clin d'œil à Normand Leduc qui m'a entourée d'humour tout au long du parcours. Il s'est montré patient et ouvert à apprendre tant de découvertes que je tenais à lui partager.

Un merci tout particulier va à chacun des sujets qui a rehaussé ses manches et pris son courage à deux mains pour nous accompagner sur ce périple. Vous m'avez beaucoup appris et je vous en suis infiniment reconnaissante.

La générosité humaine de chacune de ces personnes me donne le goût d'épauler à mon tour ceux qui voudront s'engager sur la route exigeante du développement d'un champ de connaissances.

L'expérience intellectuelle de ce parcours est une étape décisive dans l'orientation de mes projets. Elle me permet d'envisager mes futures activités de recherche, d'interventions en milieu de travail et cliniques avec une clarté d'esprit et une rigueur qui m'étaient jusque là inconnues.

Quel privilège que d'avoir découvert tout ce champ fascinant de connaissances en lien avec la santé du cerveau via les habitudes de vie.

Merci à la Clinique de Kinésiologie Interdisciplinaire, Énergie Cardio, L'Institut de Kinésiologie du Québec, La clinique d'évaluation de kinésiologie du CEPSUM, Optimum Santé, Maxi-Club et Pro Gym Serge Moreau. Votre appui généreux est extrêmement apprécié.

Merci à Kino-Québec pour sa contribution financière par le biais du Secrétariat aux sports et aux loisirs.

## RÉFÉRENCES

- Arnstein P., Caudill, M., Mandle C.L., Norris, A. and Beasley, R. (1999). Self efficacy as a mediator of the relationship between pain intensity, disability and depression in chronic pain patients. *Pain*. 80:483 – 491.
- Angelopoulos, T.J. (2001). Beta-endorphin immunoreactivity during high-intensity exercise with and without opiate blocking. *Eur J Appl Physiol* 86:92-96.
- Babyak M., Blumenthal J., Herman S., Parinda K., Doraiswamy M., Moore K., Craighead E., Baldewicz T. and Krishnan K. (2000). Exercise Treatment for Major Depression : Maintenance of Therapeutic Benefit at 10 Months. *Psychosomatic Medicine* 62(5):633-638.
- Bandura A. (1977). Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. *Psychol Rev* 84(2):191-215.
- Barbour, K. A., Edenfield T.M. and Blumenthal J.A. (2007). Exercise as a Treatment for Depression and Other Psychiatric Disorders. A Review. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention* 27:359-367.
- Barden, N. (2004). Implications of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis in the physiopathology of depression. *Journal of Psychiatry Neuroscience* 29(3):185 – 193.
- Bexton B.G., Tourjman S.V., Debonnel G., Ladouceur R. (2002). La dépression. *L'actualité médicale* 23(42):2-3.
- Blumenthal J.A., Babyak M.A., Moore K.A., Craighead W.E., Herman S., Khatri P., Waugh R., Napolitano M.A., Forman L.M., Appelbaum M., Doraiswamy P.M. and Krishnan K.R. (1999). Effects of exercise training on older patients with major depression. *Arch Intern Med* 159(19):2349-46.
- Blumenthal J.A., Hart A., Sherwood A., Doraiswamy M., Herman S., Watkins L., Hinderliter A., Gullette E. and Krishnan K.R. (2001). Depression and vascular function in older adults : evaluating the benefits of exercise in a new study at Duke University. *N C Med J* 62(2): 95-8
- Blumenthal J.A., Babyak M.A., Doraiswamy P.M., Watkins L., Hoffman B.M., Barbour K.A., Herman S., Craighead W.E., Brosse A.L., Waugh R., Hinderliter A. and Sherwood A. (2007). Exercise and Pharmacotherapy in the Treatment of Major Depressive Disorder. *Psychosomatic Medicine* 69:587-596.
- Buckworth, J. and Dishman, R.K. (2002). *Exercise psychology*. Human Kinetics Publishers Inc. États-Unis.
- Brundtland, G.H. (2000). Mental health in the 21st century. *Bulletin of the World Health Organization* 78(4):411.

Carro, E., Nunez, A., Busiguina, S. et Torres-Aleman I. (2000). Circulating Insulin-Like Growth Factor 1 Mediates Effects of Exercise on the Brain. *The Journal of Neuroscience* 15; 20(8): 2926-2933.

Cameron, H.A. and McKay, R.D.G. (1999). Restoring production of hippocampal neurons in old age. *Nature Neuroscience* 2(10):894 – 897.

Chambliss, H.O., Dunn A.L., Madhukar H., Trivedi, M.D., Kampert J.B. and Clark C.G. (2003). The DOSE study : a clinical trial to examine efficacy and dose response of exercise as a treatment for depression. *Controlled Clinical Trials* 23(5):584-603.

Cotman C.W. and Engesser-Cesar C. (2002). Exercise enhances and protects brain function. *Exercise and Sports Science Reviews* 30(2):75-79.

Craft LL. and Landers DM. (1998). The effect of exercise on clinical depression and depression resulting from mental illness : a meta-analysis. *J Sport Exerc Psycho* 20(4):339-57.

Cramer D. (1991). Social support and psychological distress in women and men. *Br J Med Psychol* 64(Pt 2):147-58.

Daley, A. (2008). Exercise and Depression : A Review of Reviews. *Journal of Clinical Psychological Medicine* 15:140-147.

Damatarca C. and Stahl S. (2003). Pain and Depression : Bridging the Body and Mind. *Depression : Mind and Body* 1(1).

Ding Y., Li J., Luan X., Ding Y.H., Lai Q., Rafols, J.A., Phillis J.W., Clark J.C. and Diaz F.G. (2004). Exercise pre-conditioning reduces brain damage in ischemic rats that may be associated with regional angiogenesis and cellular over-expression of neurotrophin. *Neuroscience* 124:583-591.

Dishman R.K. (1997). Brain monoamines, exercise and behavioural stress : animal models. *Medicine and Science in Sports and Medicine* 29(1):63 – 74.

Dishman R.K., Renner, K.J., White-Welkley, J.E., Burke, K.A. and Bunnell, B.N. (2000). Treadmill exercise training augments brain norepinephrine response to familiar and novel stress. *Brain Research Bulletin* 52(5):337 – 342.

Dishman, R.K. and O'Connor, P.J. (2009). Lessons in exercise neurobiology: The case of endorphins. *Mental Health and Physical Activity* 2:4-9.

Doyne, E. J., Chambless, D. L., and Beutler, L. E. (1983). Aerobic exercise as a treatment for depression in women. *Behavior Therapy* 14:434-440.

Doyne E.J., Ossip-Klein D.J., Bowman E.D., Osborn K.M., McDougall-Wilson I.B. and Neimeyer R.A. (1987). Running versus weight lifting in the treatment of depression. *J Consult Clin Psychol* 55(5):748-54.

DSM-IV : Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders. 4e Ed. (2000). American Psychiatric Association.

Driver, H.S. and Taylor, S.R. (2000). Exercise and sleep. *Sleep Medicine Reviews* 4:387-402.

Duggan C., Chilvers, C., Dewey, M., Fielding, K. and Gretton, V. (1999). How disabling is depression ? Evidence from primary care sample. The counselling versus antidepressants in primary care study group. *British Journal of General Practice* ; 49 : 95-98.

Dunn A.L. and Crnic L.S. (1993). Repeated injections of interferon-alpha A/D in Balb/c mice : behavioral effects. *Brain Behavioral Immunology* 7(1):104-111.

Dunn A.L., Reigle T.G., Youngstedt, S.D., Armstrong, R.B. and Dishman, R.K. (1996). Brain norepinephrine and metabolites after treadmill training and wheel running in rats. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 28(2):204-209.

Dunn A.L., Madhukar H., Trivedi, M.D., Kampert J.B., Clark C.G. and Chambless, H.O. (2003). The DOSE study : a clinical trial to examine efficacy and dose response of exercise as treatment for depression. *Controlled Clinical Trials* 23(5):584-603.

Dunn A.L., Trivedi M.H., Kampert J.B., Clark, C.G. and Chambless, H.O. (2005). Exercise treatment for depression : efficacy and dose response. *American Journal of Prevention Medicine* 28(1):1-8.

Duman, C.H., Schlesinger, L., Russell, D.S. and Duman, R.S. (2008). Voluntary exercise produces antidepressant and anxiolytic behavioral effects in mice. *Brain Research* 1199:148-158.

Egedre, L.E. and Sheng, D. (2003). Independent Factors Associated With Major Depressive Disorder in a National Sample of Individuals With Diabetes. *The American Diabetes Association* 26(1):104-111.

Endres, M., Gertz, K., Lindauer, DVM, Katchavov, J., Schultze, J., Schröck, H., Nickening, G., Kuschinsky, W., Dirnagl, U. and Laufs, U. (2003). Mechanisms of Stroke Protection by Physical Activity. *Ann Neurol* 54:582-590.

Ensinck K.T., Schuurman A.G., van den Akker M., Metsemakers J.F., Kester A.D., Knottnerus J.A. and Buntinx F. (2002). Is There an Increased Risk of Dying after Depression? *American Journal of Epidemiology* 156(11):1043-1048.

Fabel K., Tam, B., Kaufer, D., Baiker, A., Simmons, N., Kuo, C.J. and Palmer, T.D. (2003). VEGF is Necessary for Exercise-Induced Adult Hippocampal Neurogenesis. *Eur J Neurosci* 18(10):2802-12.

Fremont J. and Craighead L.W. (1987). A comparative outcome study of group psychotherapy vs exercise treatments for depression. *Cognit Ther Res* 11(2):241-51.

- Galliven, E.A., Singh, A., Michelson, D., Bina, S., Gold, P.W. and Deuster, P.A. (1997). Hormonal and metabolic responses to exercise across time of day and menstrual cycle phase. *Applied Physiology* 83(6):1822 – 1831.
- Gauthier, P. (2009). *Counselling en kinésiologie. Notes de cours.* Université de Sherbrooke, Faculté d'éducation physique et sportive.
- Gauvin L. and Spence J.C. (1996). Physical activity and psychological well-being : knowledge base, current issues, and caveats. *Nutritional Reviews* 54(4):S53-65.
- Gomez-Pinilla, F., Dao, L. and So, V. (1997). Physical exercise induces FGF-2 and its mRNA in the hippocampus. *Brain Res* 764:1-8.
- Graeff F.G., Guimarães F.S., De Andrade T.G. and Deakin J.F. (1996). Role of 5-HT in stress, anxiety, and depression. Review. *Pharmacol Biochem Behav* 54(1):129-41.
- Goldfarb, A.H. and Jamurtas, A.Z. (1997). Bêta-endorphin response to exercise. An update. *Sports Medicine* 24:8-16.
- Greist J.H., Klein M.H., Eischens R.R., Faris J., Gurman A.S. and Morgan W.P. (1979). Running as a treatment for depression. *Compr Psychiatry* 20(1):41-54.
- Hercher C., Turecki G. and Mechawar N. (2009). Through the looking glass: examining neuroanatomical evidence for cellular alterations in major depression. *Journal of Psychiatric Research* 43(11):947-61.
- Hirschfeld R.M., Keller M.B., Panico S., Arons B.S., Barlow D., Davidoff F., Endicott J., Froom J., Goldstein M., Gorman J.M., Marek R.G., Maurer T.A., Meyer R., Phillips K., Ross J., Schwenk T.L., Sharfstein S.S., Thase M.E. and Wyatt R.J. (1997). The National Depressive and Manic-Depressive Association Consensus Statement on the Undertreatment of Depression. Review. *JAMA* 277(4):333-340.
- Ide K. and Secher N.H. (2000). Cerebral blood flow and metabolism during exercise. Review. *Progress in Neurobiology* 61(4):397-414.
- Joukamaa, M. (1994). Depression and back pain. *Acta Psychiatr Scand Suppl* 377:83-86.
- King A.C., Oman, R.F., Brassington, G.S., Bliwise, D.L. and Haskell, W.L. (1997). Moderate-intensity exercise and self-rated quality of sleep in older adults. A randomized controlled trial. *JAMA* 277(1):32-37.
- Kivelä, S.-L. (1994). Depression and physical and social functioning in old age. *Acta Psychiatr Scand* 377:73-76.
- Klatz, R. (2001). *Grow Young with HGH.* Harper Collins, New York.

- Klein M.H., Greist, J.H., Gurman A.S. and al. (1985). A comparative outcome study of group psychotherapy vs exercise treatments for depression. *Int J Ment Health* 13(3-4):148-76.
- Koehl M., Meerlo, P. Gonzales, D., Rontal, A., Turek, F.W. and Abrous, D.N. (2008). Exercise-induced promotion of hippocampal cell proliferation requires beta-endorphin. *FASEB Journal* 22:2253-2262.
- Kraemer, R.R., Acevedo, E.O., Dzewaltowski, D., Kilgore, J.L., Kraemer, G.R. and Castracane, V.D. (1996). Effects of low-volume resistive exercise on beta-endorphin and cortisol concentrations. *International Journal of Sports Medicine* 17:12 – 16.
- Lancel M., Droste S.K., Sommer S., Reul J.M. (2003). Influence of regular voluntary exercise on spontaneous and social stress-affected sleep in mice. *Eur J Neurosci* 17(10):2171-9.
- Lawlor, D.A. and Hopker S.W. (2001). The effectiveness of exercise as an intervention in the management of depression : systematic review and meta-regression analysis of randomized controlled trials. *BMJ* 322(7289):763-7
- Lespérance, F. and Frasere-Smith, N. (2003). Depression and coronary artery disease : time to move from observation to trials. *JAMC* 168(5):570-571.
- Lopez A.D. (1990). *The Global Burden of Disease. A comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries and risk factors in 1990 and projected to 2020.* Ed. Christopher J.L. Murray, Harvard University, Boston, MA.
- Lorig K.R, Mazonson P.D. and Holman H.R. (1993). Evidence suggesting that health education for self-management in patients with chronic arthritis has sustained health benefits while reducing health care costs. *Arthritis Rheum* 36(4):439-46.
- Lou,S.-J., Liua, J., Changa, H. and Chena, P. (2008). Hippocampal neurogenesis and gene expression depend on exercise intensity in juvenile rats. *Brain Research* 1210:48-55.
- Luthringer R., Minot R., Toussaint M., Calvi-Gries, F., Schaltenbrand N. and Macher J.P. (1995). All-Night EEG Spectral Analysis as a Tool for the Prediction of Clinical Response to Antidepressant Treatment. *Biol Psychiatry* 38:98-104.
- Martinsen E.W., Medhus A. and Sandvik L. (1985). Effects of aerobic exercise on depression : a controlled study. *British Medical Journal, Clin Res ED* 291(6488):109.
- Martinsen E.W., Hoffart R.A. and Kaggstad J.A. (1986). A treatment trial: combination of physical training and group psychotherapy. *Sykepleien* 2;73(8):22-4.
- Martinsen E.W., Hoffart A. and Solbergh O. (1989). Comparing aerobic with nonaerobic forms of exercise in the treatment of clinical depression : a randomized trial. *Compr Psychiatry* 30(4):324-31.

- Martinsen E.W. (1994). Physical activity and depression : clinical experience. *Acta Psychiatr Scand Suppl* 377:23-7.
- Matrisciano, F., Bonaccorso, S., Ricciardi, A., Scaccianoce, S., Panaccione, I., Wang, L., Ruberto, A. Tatarelli, R., Nicoletti, F., Girardi, P. and Shelton, R.C. (2009). Changes in BDNF serum levels in patients with major depression disorder (MDD) after 6 months treatment with sertraline, escitalopram, or venlafaxine. *Journal of Psychiatric Research* 43: 247–254.
- Mattson, M.P., Maudsley, S. and Martin, B. (2004). A neural signaling triumvirate that influences ageing and age-related disease : insulin/IGF-1, BDNF and serotonin. *Ageing Research Reviews* 3:445–464
- McCann I.L. and Hormes D.S. (1984). Influence of aerobic exercise on depression. *J Pers Soc Psychol* 46(5):1142-1147.
- McNeil J.K., LeBlanc E.M. and Joyner M. (1991). The effect of exercise on depressive symptoms in the moderately depressed elderly. *Psychol Aging* 6(3):487-488.
- Meerlo, P., Mistlberger R.E., Jacobs, B.L., Heller, C.H. and McGinty, D. (2009). Physiological Review : New neurons in the adult brain : The role of sleep and consequences of sleep loss. *Sleep Medicine Reviews* 13:187–194
- Meeusen, R., Piacentini, M.F. and De Meirleir, K. (2001). Brain microdialysis in exercise research. *Sports Medicine* 31:965-983.
- Nabkasorn, C., Miyai, N., Sootomongkol, A., Junprasert, S., Yamamoto, H., Arita, M. and Miyashita, K. (2005). Effects of physical exercise on depression, neuroendocrine stress hormones and physiological fitness in adolescent females with depressive symptoms. *European Journal of Public Health* 6(2):179-184.
- Nolin, B. (2006). Intensité de pratique d'activité physique : définitions et commentaires. *Institut national de santé publique du Québec et Infokine*, 16(1):5-10.
- North T.C., McCullagh P. and Tran Z.V. (1990). The effect of exercise on depression. *Exerc Sport Sci Rev* 18:379-415.
- Paffenbarger R.S. Jr, Kampert J.B., Lee I.M., Hyde R.T., Leung R.W. and Wing A.L. (1994). Changes in physical activity and other lifeway patterns influencing longevity. *Med Sci Sports Exerc* 26(7):857-65.
- Ravindran, L. and Kennedy, S.H. (2007). Are Antidepressants as Effective as Claimed? Yes, But... *Canadian Journal of Psychiatry* 52:98-99.
- Remick R.A. (2002). Diagnosis and management of depression in primary care : a clinical update and review. *CMAJ – JAMC* 167(11):1253- 1260.

- Rhodes, J.S., Jeffrey, S., Girard, I. Mitchell, G.S., Gage, F.H., Praag, H. and Garland, T.Jr. (2003). Exercise Increases Hippocampal Neurogenesis to High Levels but Does Not Improve Spatial Learning in Mice Bred for Increased Voluntary Wheel Running. *Behavioral Neuroscience* 117(5):1006-1016.
- Rojas Vega S., Strüder, H.K., Wahrmann B.V., Schmidt, A., Bloch W. and Hollmann W. (2007). Corrigendum to “Acute BDNF and cortisol response to low intensity exercise and following ramp incremental exercise to exhaustion in humans”. *Brain Research* 1156:174-175.
- Rot M.A.H., Collins, K.A. and Fitterling H.L. (2009). Special Feature. Physical Exercise and Depression. *Mount Sinai Journal of Medicine* 76(2):204-214.
- Reuter, M., Mutrie, N., and Harris, D. V. (1984). Running as an adjunct to counseling in the treatment of depression. Unpublished manuscript.
- Schwartz A.J., Brasel J.A., Hintz R.L., Mohan, S. and Cooper D.M. (1996). Acute effect of brief low and high-intensity exercise on circulating insulin-like growth factor (IGF-1), II and IGF-binding protein 3 and its proteolysis in young healthy men. *J Clin Endocrinol Metab* 81:3492-3497.
- Sheline, Y.I., Gado, M.H. and Kraemer, H.C. (2003). Untreated depression and hippocampal volume loss. *American Journal of Psychiatry* 160(8):1516 – 1518.
- Sime, W. E. (1987). Exercise in the prevention and treatment of depression. W. P. Morgan & S. E. Goldston (Eds.), *Exercise and mental health*. Washington, DC: Hemisphere:145-152.
- Singh N.A., Clements K.M. and Singh Fiatarone M.A. (2001). The efficacy of exercise as a long-term antidepressant in elderly subjects : A randomized, controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 56(8):M497-504.
- Singh N.A., Clements, K.M and Fiatarone, M.A. (1997). A randomized controlled trial of the effect of exercise on sleep. *Sleep* 20:95 – 101.
- Sexton H., Maere, A. and Dahi, N.H. (1989). Exercise intensity and reduction in neurotic symptoms : a controlled follow-up study. *Acta Psychiatr Scand* 80:231-235.
- Stahl, S.M. (2000). *Essential Pharmacology*. 2nd Ed. New York : Cambridge University Press.
- Stathopoulou G., Powers, M.B., Berry, A.C., Smiths, J.A.J. and Otto, M.W. (2006). Exercise interventions for mental health : a quantitative and qualitative review. *Clinical Psychology and Science Practice* 13:179-193.
- Stephens M.A., Crowther J.H., Koss P.G. and Bolen K. (1988). Effects of daily activities and social behavior on blood-pressure elevation. *J Behav Med* 11(6):553-63.

Strüder H.K, Weicker H. (2001). Physiology and pathophysiology of the serotonergic system and its implications on mental and physical performance. Part II. Review. *Int J Sports Med* 22(7): 482-97.

Strüder H.K., Weicker H. (2001). Physiology and pathophysiology of the serotonergic system and its implications on mental and physical performance. Part I. Review. *Int J Sports Med* 22(7): 467-81.

Teychenne M. and Salmon J. (2008). Physical activity and likelihood of depression in adults : a review. *Preventive Medicine* 46 : 397-411.

Tong L., Shen H., Perreau V.M., Balazs R. and Cotman C.W. (2001). Effects of exercise on gene-expression profile in the rat hippocampus. *Neurobiol Dis* 8(6):1046-56.

Travis L.A. and Lyness J.M. (2002). Minor Depression : diagnosis and management in primary care. *Geriatrics* 57(5):65-66.

Vandewalle H. (2004). Oxygen uptake and maximal oxygen uptake: interests and limits of their measurements. Review. *Ann Readapt Med Phys* 47(6):243-57.

Van Praag H.M. (2002). Crossroads of corticotropin releasing hormone, corticosteroids and monoamines. About a biological interface between stress and depression. *Neurotox Res* 4 (5-6):531-555

Veale D., Le Fevre K., Pantelis C., De Souza V., Mann A. and Sargeant A. (1992). Aerobic exercise in the adjunctive treatment of depression : a randomized controlled trial. *J R Soc Med.* 85(9):541-4.

Viru, A. and Tenzegolskis, Z. (1995). Plasma endorphin species during dynamic exercise in humans. *Clinical Physiology* 15(1):73 – 79.

Ware, J.E. (2009). SF-36 Health Survey Update. Disponible sur le site web : <http://www.sf-36.org/tools/sf36.shtml>

Weicker H., Strüder H.K. (2001). Influence of exercise on serotonergic neuromodulation in the brain. *Amino Acids.* 20(1):35-47.

Weicker H. et Strüder H.K. Influence of exercise on serotonergic neuromodulation in the brain. *Amino Acids* (2001) 20 : 35-47.

Weyerer S. (1992). Physical inactivity and depression in the community. Evidence from the Upper Bavarian Field Study. *Int J Sports Med.* Aug;13(6):492-6.

Winokur A, Gary KA, Rodner S, Rae-Red C, Fernando AT, Szuba MP. (2001). Depression, sleep physiology, and antidepressant drugs. Review. *Depress Anxiety.* 14(1):19-28.

ANNEXE 1 Formulaire de consentement et approbation par le Comité d'éthique

Étude no 06-003

Ce projet de recherche et son formulaire de consentement ont été approuvés par le Comité d'éthique de la recherche en santé chez l'humain du Centre hospitalier universitaire de Sherbrooke et de l'Université de Sherbrooke le 21 mars 2006.

## FORMULAIRE DE CONSENTEMENT À LA RECHERCHE

- TITRE DE L'ÉTUDE :** L'EFFET D'UN PROGRAMME D'ENTRAÎNEMENT DE NATURE AÉROBIE SUR LA SÉVÉRITÉ DES SYMPTÔMES DE LA DÉPRESSION : L'EFFET DE L'INTENSITÉ D'EXERCICE.
- RESPONSABLE DE PROJET :** Dr Tamàs Fülöp, M.D., Ph.D.  
Centre de recherche de gériatrie, Université de Sherbrooke ; Tél : (xxx) xxx-xxxx poste xxxx
- CHERCHEUSE PRINCIPALE :** Francine Therrien, M.Sc., étudiante au doctorat, Programme de sciences cliniques, Université de Sherbrooke ; Tél : (xxx) xxx-xxxx
- CHERCHEURS ASSOCIÉS :** Mme Dominique Lorrain, Ph.D.  
Département de psychologie, Université de Sherbrooke ; Tél : (xxx) xxx-xxxx Poste xxxx
- M. Pierre Gauthier, Ph.D.  
Département de kinanthropologie, Université de Sherbrooke ; Tél : (xxx) xxx-xxxx Poste xxxx
- COMMANDITAIRE :** Kino-Québec (Ministère aux sports et aux loisirs)

Vous êtes invité à participer à un projet de recherche. Le présent document vous renseigne sur les modalités de ce projet. S'il y a des mots ou des choses que vous ne comprenez pas, n'hésitez pas à poser des questions. Pour participer à ce projet, vous devrez signer le consentement à la fin de ce document et nous vous en remettrons une copie signée et datée pour vos dossiers.

### EN CAS D'URGENCE

Si vous souffrez de désespoir ou d'idées suicidaires, vous pouvez vous fier en tout temps aux professionnels qualifiés que vous pouvez rejoindre, 24 heures par jour, 7 jours par semaine :

**Pour les résidants de la Montérégie, peu importe où que vous soyez en province :**

**1-866-APPELLE (1-866-277-3553)** (Centre de crise Richelieu-Yamaska)

**Pour les résidents de l'Estrie :**

**(819) 564-1354** (JEVI) ou le **(819) 563-2572** (demander urgence détresse)

## INTRODUCTION

Vous souffrez actuellement d'une dépression majeure. Nous vous proposons de participer à une étude qui a pour but d'évaluer l'efficacité d'un programme d'exercice aérobic sur la réduction des symptômes de la dépression.

Nous croyons que votre participation à un programme de marche ou de course peut vous aider à réduire vos symptômes dépressifs. Jusqu'à maintenant, une vingtaine d'études du genre se sont montrées efficaces.

La particularité et le but de cette étude est de comparer deux modalités d'entraînement aérobic sur la réduction des symptômes dépressifs.

## DÉROULEMENT DE L'ÉTUDE

Si vous acceptez de participer à cette étude, vous serez attribué à l'un des deux groupes expérimentaux : un groupe de marche et un groupe de jogging léger. Vous devrez vous rendre trois fois par semaine dans un centre de conditionnement physique de la région, pendant 8 semaines consécutives. Vous devrez également revoir votre médecin traitant après 4 et 8 semaines d'entraînement. Après l'étude, le chercheur vous contactera chaque semaine, pendant 3 semaines, afin de vous motiver à continuer votre entraînement.

Pour participer à cette étude, **vous ne devez pas prendre d'antidépresseurs de type naturel** (ex : millepertuis). Vous acceptez également, avec l'accord de votre médecin traitant, de ne pas prendre d'antidépresseurs et de vous abstenir de faire une psychothérapie pendant les 8 semaines que dure l'étude. Vous devez également **vous abstenir de faire de l'exercice en-dehors des 3 périodes d'entraînement hebdomadaires**.

Pendant la durée de l'étude, vous devrez compléter 3 séances d'exercice par semaine. Elles consisteront en de la marche vigoureuse ou du jogging léger sur tapis roulant. Un entraîneur personnel supervisera vos séances. Nous vous demanderons également de prendre 2 minutes à votre lever et à votre coucher pour remplir un agenda de sommeil.

Pour être admissible à l'étude, vous devrez compléter un formulaire d'aptitude à l'activité physique. Si vous présentiez une condition particulière limitant votre capacité à l'effort, votre médecin traitant devra approuver votre participation à l'étude.

Au début et à la fin de l'étude ainsi qu'à mi-temps, vous devrez compléter trois questionnaires écrits qui dureront environ 15 minutes. Les questions, sous forme de choix de réponse, porteront sur vos symptômes dépressifs, votre qualité de vie et de sommeil. Également, la première et la dernière séance d'exercice consisteront en une épreuve d'effort d'environ 12 minutes sur tapis roulant.

Si vous ne participez pas à cette étude, vous n'aurez pas à compléter ces questionnaires ou à faire un test d'effort sur tapis roulant.

## **RISQUES ET INCONVÉNIENTS**

Votre participation à ce projet de recherche ne vous fait courir aucun risque sur le plan médical et votre participation n'aura aucun effet sur tout traitement auquel vous seriez éventuellement soumis(e).

Par contre, une condition dépressive comporte un risque suicidaire, peu importe le traitement choisi. C'est pourquoi vos symptômes seront suivis de près par les entraîneurs et les chercheurs. Nous vous demanderons également de contacter les ressources d'urgence appropriées au besoin (les numéros de téléphone d'urgence apparaissant sur la première page).

Vos risques de trouble cardiaque lors des séances d'exercice sont minimisés par le fait que votre médecin traitant doit juger de votre sécurité à participer à ce projet. Cependant, si un malaise devait survenir, vous serez entouré de personnes qualifiées pour intervenir dans ce type d'accident.

Enfin, aucun inconvénient direct ne devrait découler de votre participation, si ce n'est que le temps que vous devrez consacrer au transport et à l'entraînement. Aussi, certains participants pourraient trouver difficile de faire des efforts physiques ou de sortir de leur résidence.

## **BÉNÉFICES**

En participant à cette étude, il est possible que vous amélioriez votre condition physique et possiblement votre état mental. Du même coup, vous permettrez de faire avancer les connaissances en matière de santé.

## **TRAITEMENTS DE RECHANGE**

Si vous choisissiez de ne pas participer à cette étude ou d'en arrêter la participation, vous devrez revoir votre médecin traitant qui vous prescrira le(s) traitement(s) approprié(s).

## **PARTICIPATION VOLONTAIRE ET RETRAIT DE L'ÉTUDE**

Il est entendu que votre participation au présent projet de recherche est tout à fait volontaire et que vous restez, à tout moment, libre de mettre fin à votre participation sans avoir à motiver votre décision ni à subir de préjudice de quelque nature que ce soit. Dans un tel cas, nous vous demanderons de compléter un questionnaire de sortie (auquel vous êtes libre de répondre ou non) et de revoir votre médecin traitant dans les jours suivants. Nous devons nous assurer que cette rencontre a bien eu lieu.

Si vous n'êtes pas en mesure de vous conformer au protocole de recherche, que ce soit par une incapacité à atteindre l'intensité d'exercice requise, par manque d'assiduité aux

séances d'entraînement ou pour d'autres raisons, le chercheur se garde le droit de mettre fin à votre participation au projet d'étude. À ce moment, nous vous demanderons de compléter un questionnaire de sortie (auquel vous êtes libre de répondre ou non) et de revoir votre médecin traitant dans les jours suivants.

## **COMPENSATIONS**

Vous ne serez pas payé pour participer à cette étude. Par contre, l'encadrement, la supervision professionnelle lors des séances d'exercice et l'utilisation du centre de conditionnement physique vous seront offerts gratuitement.

## **INDEMNISATIONS**

Si vous subissez une lésion en lien avec l'étude, vos soins médicaux sont couverts par l'Assurance maladie du Québec. En signant le formulaire de consentement, vous ne renoncez à aucun de vos droits qui sont protégés par les lois en vigueur au Québec.

## **CONFIDENTIALITÉ**

Dans tous les rapports concernant une étude clinique, les participants sont identifiés par un code (souvent un numéro avec leurs initiales) et seule l'équipe de recherche de l'Institut universitaire de gériatrie de Sherbrooke peut savoir à qui correspond ce code. Il peut arriver que certaines personnes aient à vérifier dans votre dossier de recherche si les procédures effectuées ou les données recueillies sont exactes. Ces personnes sont mandatées par le Comité d'éthique de la recherche en santé chez l'humain du CHUS de l'Université de Sherbrooke, qui a évalué et approuvé ce projet de recherche. En signant ce formulaire de consentement, vous donnez l'autorisation à ces personnes de consulter vos dossiers de recherche. Si les résultats de cette étude sont publiés, aucun participant ne sera jamais identifié par son nom.

## **PERSONNES RESSOURCE**

Si vous avez des questions supplémentaires, quelles qu'elles soient, concernant cette étude, vous pouvez rejoindre Madame Francine Therrien, étudiante responsable de cette étude, Docteur Tamàs Fülöp, Madame Dominique Lorrain, ou Monsieur Pierre Gauthier aux numéros apparaissant sur la première page de ce formulaire.

Si vous désirez obtenir de l'information concernant votre participation à ce projet de recherche, vous pouvez rejoindre le secrétariat du Comité d'éthique de la recherche en santé chez l'humain du CHUS de l'Université de Sherbrooke au numéro (xxx) xxx-xxxx, poste xxxxx ou xxxxx. Ce comité est chargé d'évaluer les aspects scientifique et éthique des projets de recherche qui se déroulent au CHUS.

Vous pouvez également adresser vos préoccupations concernant vos droits en tant que sujet d'étude en vous adressant à la Direction de la qualité de l'Institut universitaire de gériatrie de Sherbrooke au (xxx) xxx-xxxx poste xxxxx.

## CONSENTEMENT

J'ai lu les informations qui précèdent dans ce formulaire de consentement. J'ai eu l'occasion de poser des questions et j'ai reçu des réponses satisfaisantes. J'accepte volontairement de participer à l'étude décrite dans ce formulaire de consentement.

_____ Nom du participant (lettres moulées)	_____ Signature du participant	_____ Date
_____ Nom du témoin (lettres moulées)	_____ Signature du témoin	_____ Date
_____ Nom de la personne qui obtient le consentement (lettres moulées)	_____ Signature de la personne	_____ Date
_____ Nom du chercheur (lettres moulées)	_____ Signature du chercheur	_____ Date

## AUTORISATION DE TRANSMETTRE LES RÉSULTATS

Autorisez-vous les personnes responsables de ce projet à transmettre les résultats de votre évaluation à votre médecin traitant ou aux autres intervenants de l'Institut universitaire de gériatrie de Sherbrooke si cela s'avère être pertinent ?

OUI       NON

\_\_\_\_\_  
Signature du participant

## CALENDRIER

### HORAIRE DES ÉVALUATIONS ET DES SÉANCES D'EXERCICE

Le tableau suivant présente la durée des évaluations que vous devrez compléter :

	<b>AVANT le début de l'étude</b>	<b>À la 8<sup>ième</sup> séance*</b>	<b>Après la 12<sup>ième</sup> séance</b>	<b>À la 16<sup>ième</sup> séance*</b>	<b>À la 24<sup>ième</sup> séance (FIN de l'étude)*</b>	<b>Après la 24<sup>ième</sup> séance</b>
<b>DURÉE TOTALE DE LA SÉANCE D'ÉVALUATION</b>	30 min	5 min		5 min	30 min	
<b>TYPES D'ÉVALUATIONS À COMPLÉTER</b>						
<b>Évaluation médicale avec le médecin traitant</b>	X		X			X
<b>Puissance aérobie (test sur tapis roulant)</b>	X				X	
<b>Symptômes dépressifs**</b>	X	X		X	X	
<b>Qualité de vie**</b>	X				X	
<b>Qualité du sommeil**</b>	X				X	

\* : À raison de 3 séances par semaine, d'une durée variant entre 20 et 50 minutes chacune.

\*\* : Questionnaires écrits à choix de réponse

Tout au long de l'étude, vous devrez également remplir un agenda du sommeil, auquel vous devrez consacrer 2 minutes au lever et au coucher.

**Dès la fin de l'étude, le chercheur vous contactera chaque semaine, pendant 3 semaines, afin de vous motiver à continuer votre entraînement!**

Le 23 mars 2006

Dr Tamas Fülöp  
Centre de recherche sur le vieillissement  
IUGS, Pavillon Youville

**OBJET:** Projet # 06-003  
L'effet d'un programme d'entraînement de nature aérobie sur la dépression: l'influence de  
l'intensité de l'exercice.  
version de Janvier 2006

---

Dr Fülöp ,

Nous vous remercions d'avoir accepté de venir présenter votre étude aux membres du comité d'éthique, en compagnie de la co-directrice Madame Lorrain et de l'étudiante Madame Therrien, lors de notre réunion du 21 mars courant. Nous tenons à vous réitérer notre appréciation de la qualité de présentation de ce dossier.

Après délibération, le comité d'éthique de la recherche en santé chez l'humain du CHUS et de l'Université de Sherbrooke a jugé les aspects scientifiques et éthiques de l'étude satisfaisants et la pertinence des réponses tout à fait adéquate. Veuillez donc trouver ci-joint le formulaire d'approbation de votre projet.

Nous avons avisé Dr Moutquin, directeur scientifique du Centre de recherche clinique du CHUS, que vous avez reçu votre approbation éthique pour le projet et il est à noter que **vous devez attendre son autorisation pour démarrer le projet.**

Espérant le tout à votre convenance, je vous prie d'agréer, docteur Fülöp, mes salutations distinguées.

Gérard E. Plante, M.D.  
Président du comité



Le 27 mars 2006

Dr Tamas Fülöp  
Centre de recherche sur le vieillissement  
IUGS, Pavillon Youville

**OBJET:** Projet # 06-003

L'effet d'un programme d'entraînement de nature aérobie sur la dépression: l'influence de l'intensité de l'exercice.

Protocole complet: version de Janvier 2006

Formulaire de consentement: 16 mars 2006

Version française

Amendement #

Autre:

Fiche de référence du MD. Formulaire d'invitation à participer pour les médecins

---

Dr Fülöp,

Nous aimerions, par la présente, vous aviser que votre protocole de recherche cité en rubrique a été approuvé par le Comité d'éthique de la recherche sur l'humain du CHUS.

Les conditions requises à la réalisation de ce projet de recherche étant réunies, il nous fait plaisir de vous autoriser à débiter l'étude.

S'il y a lieu, je vous demande de bien vouloir inscrire votre projet et votre grille d'examen dans le système ARIANE, ceci afin d'améliorer le suivi médical de vos sujets de recherche et également de permettre à l'hôpital de récupérer ses frais.

Vous souhaitant tout le succès escompté dans le déroulement de cette étude, je vous prie de croire à l'expression de mes sentiments les plus distingués.

Jean-Miguel Moutquin, M.D.  
Directeur scientifique du  
Centre de recherche clinique du CHUS

/ml

cc:



## APPROBATION

Comité d'éthique de la recherche en santé chez l'humain du  
Centre hospitalier universitaire de Sherbrooke et  
de l'Université de Sherbrooke

### Membres du Comité:

BAILLARGEON, Jean-Daniel, M.D., service de gastro-entérologie, CHUS  
BAILLARGEON, Jean-Patrice, M.D., service d'endocrinologie, CHUS  
BLACKBURN, Pierre, philosophe éthicien, CEGEP de Sherbrooke  
BOLDUC, Brigitte, pharmacienne, CHUS  
BROCHU, Marie-Claude, M.D. service de cardiologie, CHUS  
CABANAC, Julien, avocat  
CLOUTIER, Sylvie, pharmacienne, CHUS  
DESROSIERS, Nicole, Maîtrise droit de la santé, extérieur  
DONAHUE, Marie-Josée, Bsc. infirmière, unités des soins intensifs, CHUS  
FORTIN, David, M.D., service de neurochirurgie, CHUS  
FROST, Eric, Ph.D., département de microbiologie, CHUS  
GAGNÉ, Ginette, représentante du public  
GIRARDIN, Colette, M.D. département de pédiatrie, CHUS  
LEBLOND, Julie, pharmacienne, CHUS  
PINEAULT, Caroline, représentante du public  
PLANTE, Gérard E., M.D. service de néphrologie, CHUS  
ROBERGE, Jean-Pierre, représentant du public  
CLOUTIER, Yvan, éthicien (suppléant)

En raison de son implication dans le projet de recherche, la personne suivante, membre du comité d'éthique, n'a pas participé à son évaluation ou à son approbation : S/O

Approbation demandée par: Dr Tamas Fülöp

Approuvé en réunion plénière du comité le 21 mars 2006

Pour :

<input checked="" type="checkbox"/> Protocole complet: <u>version de Janvier 2006</u>
<input checked="" type="checkbox"/> Formulaire de consentement: 16 mars 2006                      Version française
<input type="checkbox"/> Amendement #
<input checked="" type="checkbox"/> Autre: <u>Fiche de référence du MD. Formulaire d'invitation à participer pour les médecins</u>
Brochure de l'investigateur fournie pour l'évaluation:
<u>Titre du protocole</u> CRC # 06-003
L'effet d'un programme d'entraînement de nature aérobie sur la dépression: l'influence de l'intensité de l'exercice.

23 mars 2006

Signé par:

Gérard E. Plante, M.D.  
Président du comité

Date de la signature

**La présente approbation est valide pour une période de 12 mois.**  
À la fin de cette période, l'approbation deviendra caduque à moins que le chercheur principal ne fasse un rapport de suivi, et éventuellement une demande de renouvellement, sur le formulaire qu'il recevra.  
Pour toute modification au protocole, le chercheur doit faire une demande d'approbation sur le formulaire CRC/RC3 (disponible au CRC).

### est rappelé à l'investigateur principal:

- ) qu'il doit rapporter au Comité tout problème majeur intervenant dans la réalisation du protocole;
- ) qu'il doit rapporter aux sujets participant aux recherches tout résultat ou information susceptibles de modifier leur consentement;
- ) qu'il doit remettre au sujet une copie du formulaire de consentement identique à l'original signé par celui-ci;
- ) que tous les patients ou sujets sains participant à un projet de recherche doivent avoir un dossier au CHUS.

**ANNEXE 2    Formulaire de suivi des sujets**

## Déroulements des séances et règles de sécurité

Les séances d'entraînement se dérouleront aux jours et aux heures qui suivent :

# séance	Date	Jour	Heure	# séance	Date	Jour	Heure
1				13			
2				14			
3				15			
4				16			
5				17			
6				18			
7				19			
8				20			
9				21			
10				22			
11				23			
12				24			

*N.B. Si vous deviez manquer une séance, elle sera reprise dans les jours suivants.*

Chaque séance se déroulera de la façon suivante :

1. Accueil
2. Tests psychométriques (aux séances 8, 16 et 24)
3. Échauffement (5 minutes)
4. Période aérobie

VITESSE DU TAPIS ROULANT	DURÉE	FRÉQUENCE CARDIAQUE À MAINTENIR PENDANT L'EXERCICE
km/heure	minutes	pulsations/minute

5. Retour au calme (5 minutes)
6. Carnet de bord (2 minutes)

Étant donné que votre rythme cardiaque est l'élément clé du programme d'exercice, nous vous demandons de vous abstenir de prendre des substances qui modifient le pouls. Voici une liste des substances en question et la période d'abstinence nécessaire avant l'entraînement :

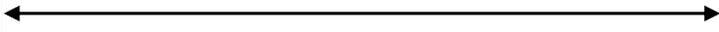
SUBSTANCE	PÉRIODE D'ABSTINENCE PRÉ-ENTRAÎNEMENT	SUBSTANCE	PÉRIODE D'ABSTINENCE PRÉ-ENTRAÎNEMENT
Café	1 heure	Décongestionnants	12 heures
Alcool	5 heures	Drogues	8 heures

Pour votre sécurité, nous vous demandons de bien vouloir :

- Porter des vêtements d'exercice légers (gilet à manches courtes et short ou survêtement léger)
- Porter des souliers de marche ou de course confortables
- Apporter une serviette pour vous essuyer le front
- Apporter un cadenas afin de garder vos effets personnels en toute sécurité
- Apporter une bouteille d'eau et/ou de jus

### Formulaire de suivi des sujets (carnet de bord)

<b>Séance #</b>			
<b>Aisance à l'activité selon l'échelle de Bord</b>			
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20		
	OUI	NON	Si oui, expliquer
<b>Changements dans l'état de santé ? (douleurs, maladies, etc.)</b>			
<b>Changement important de l'état mental ?</b>			
<b>Idéations suicidaires ?</b>			
<b>Changements de vie importants ?</b>			
<b>Déviations au protocole d'entraînement ?</b>			
<b>Commentaires du participant</b>			
<b>Commentaires du kinésiologue</b>			
<b>Commentaires du chercheur</b>			

<b>Séance #</b>			
<b>Aisance à l'activité selon l'échelle de Bord</b>			
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20		
	OUI	NON	Si oui, expliquer
<b>Changements dans l'état de santé ? (douleurs, maladies, etc.)</b>			
<b>Changement important de l'état mental ?</b>			
<b>Idéations suicidaires ?</b>			
<b>Changements de vie importants ?</b>			
<b>Déviations au protocole d'entraînement ?</b>			
<b>Commentaires du participant</b>			
<b>Commentaires du kinésiologue</b>			
<b>Commentaires du chercheur</b>			

### ANNEXE 3 Tableau synthèse des données brutes

Sujet	Beck 1	Beck 2	Beck 3	Beck 4	PSQI 1	PSQI 2	PCS 1	PCS 2	MCS 1	MCS 2	$\dot{V}O_{2\max}$ 1	$\dot{V}O_{2\max}$ 2	Groupe
1	26	17	11	7	8	8	35,5	32,7	28,4	42,9	33,6	50,7	1
2	24	10	11	6	4	2	58,2	61,6	22,6	42,9	31,33	29,5	1
3	27	24	24	27	8	6	53,3	50,6	15,5	28,9	26,5	31,4	1
4	20	15	10		7								1
5	35	24	17	12	11	5	43,7	51,1	10,1	33,3	28,2	29,2	1
6	31	29	26	16	14	9	39,2	42,3	26,5	41,5	28,4	32,4	1
7	29	32	10	13	4	5	40,6	48,9	22,6	33,9	29,2	31,1	1
8	31	19	13	11	8	5	38,6	51,6	37,2	47			2
9	36	18	12	5	6	6	39	42,1	26	41	31	36,7	2
10	32	21	15	10	5	7	50,5	36,6	35,3	43,4	39,2	45,8	2
11	23	13	11	10	6	5	53	49,6	46,3	55,2	40,25	46,9	2
12	33	20	14	7	9	7	39,9	58,4	26,3	33	43,4	44,45	2
13	51	33	20		6								2
14	38	32	30	29	9	7	38,4	51,4	25,5	33	42,6	46,2	2

## ANNEXE 4 Statistiques descriptives des scores de dépression (BDI)

### Groupe = 1

#### Statistiques descriptives<sup>a</sup>

	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
Beck 1	7	20	35	27.43	4.860
Beck 2	7	10	32	21.57	7.892
Beck 3	7	10	26	15.57	6.901
Beck 4	7	6	27	13.00	7.071
N valide (listwise)	7				

a. Groupe = 1

### Groupe = 2

#### Statistiques descriptives<sup>a</sup>

	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
Beck 1	7	23	52	35.00	8.869
Beck 2	7	13	33	22.29	7.432
Beck 3	7	11	30	16.43	6.655
Beck 4	7	5	29	13.14	8.435
N valide (listwise)	7				

a. Groupe = 2

## Tests non paramétriques

### Test de Mann-Whitney

#### Rangs

	Groupe	N	Rang moyen	Somme des rangs
Beck 1	1	7	5.36	37.50
	2	7	9.64	67.50
	Total	14		

#### Test<sup>b</sup>

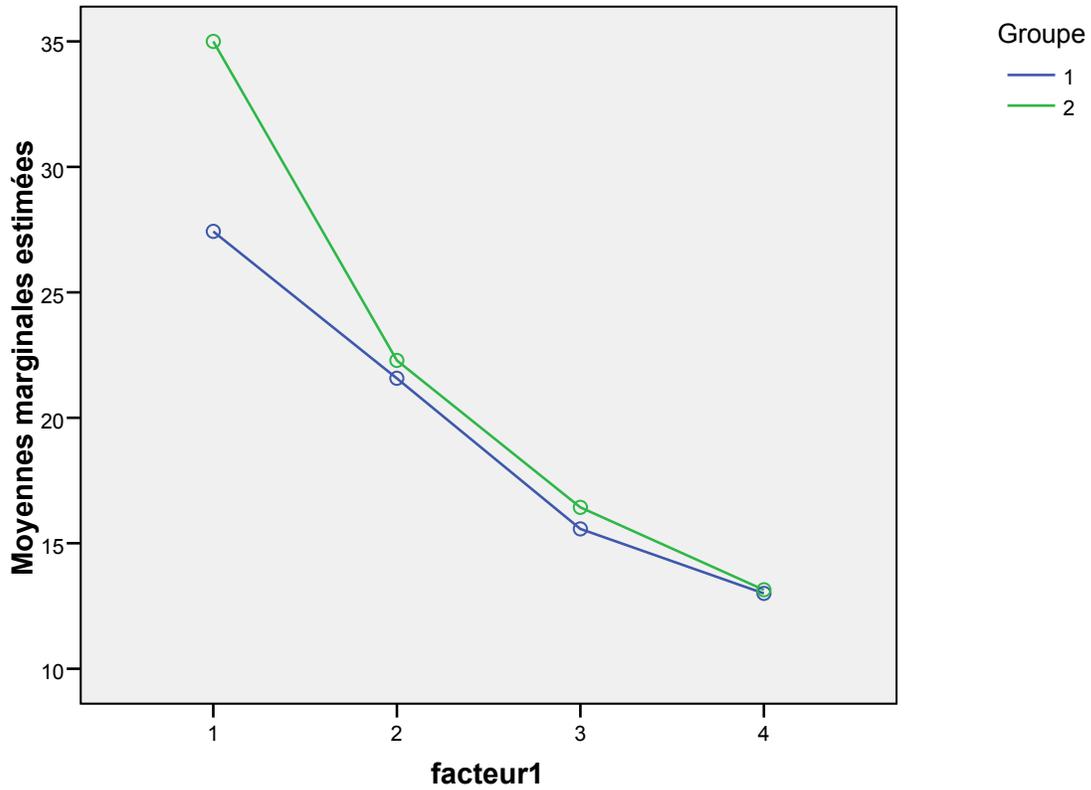
	Beck 1
U de Mann-Whitney	9.500
W de Wilcoxon	37.500
Z	-1.919
Signification asymptotique (bilatérale)	.055
Signification exacte [2*(signification unilatérale)]	.053 <sup>a</sup>

a. Non corrigé pour les ex aequo.

b. Critère de regroupement : Groupe

## Diagramme des profils

## Moyennes marginales estimées de MESURE\_1



### Tests non paramétriques

#### Groupe = 1

#### Test de Friedman

##### Rangs<sup>a</sup>

	Rang moyen
Beck 1	3.79
Beck 2	2.79
Beck 3	1.86
Beck 4	1.57

a. Groupe = 1

##### Test<sup>a,b</sup>

N	7
Khi-deux	13.209
ddl	3
Signification asymptotique	.004

a. Test de Friedman

b. Groupe = 1

#### Groupe = 2

## Test de Friedman

Rangs<sup>a</sup>

	Rang moyen
Beck 1	4.00
Beck 2	3.00
Beck 3	1.93
Beck 4	1.07

a. Groupe = 2

Test<sup>a,b</sup>

N	7
Khi-deux	20.739
ddl	3
Signification asymptotique	.000

a. Test de Friedman

b. Groupe = 2

## Tests non paramétriques

### Groupe = 1

### Test de Wilcoxon

Rangs<sup>j</sup>

		N	Rang moyen	Somme des rangs
Beck 2 - Beck 1	Rangs négatifs	6 <sup>a</sup>	4.25	25.50
	Rangs positifs	1 <sup>b</sup>	2.50	2.50
	Ex aequo	0 <sup>c</sup>		
	Total	7		
Beck 3 - Beck 1	Rangs négatifs	7 <sup>d</sup>	4.00	28.00
	Rangs positifs	0 <sup>e</sup>	.00	.00
	Ex aequo	0 <sup>f</sup>		
	Total	7		
Beck 4 - Beck 1	Rangs négatifs	6 <sup>g</sup>	3.50	21.00
	Rangs positifs	0 <sup>h</sup>	.00	.00
	Ex aequo	1 <sup>i</sup>		
	Total	7		

a. Beck 2 < Beck 1

b. Beck 2 > Beck 1

c. Beck 2 = Beck 1

d. Beck 3 < Beck 1

e. Beck 3 > Beck 1

f. Beck 3 = Beck 1

g. Beck 4 < Beck 1

h. Beck 4 > Beck 1

i. Beck 4 = Beck 1

j. Groupe = 1

## Test de Wilcoxon

### Rangs<sup>j</sup>

		N	Rang moyen	Somme des rangs
Beck 2 - Beck 1	Rangs négatifs	7 <sup>a</sup>	4.00	28.00
	Rangs positifs	0 <sup>b</sup>	.00	.00
	Ex aequo	0 <sup>c</sup>		
	Total	7		
Beck 3 - Beck 1	Rangs négatifs	7 <sup>d</sup>	4.00	28.00
	Rangs positifs	0 <sup>e</sup>	.00	.00
	Ex aequo	0 <sup>f</sup>		
	Total	7		
Beck 4 - Beck 1	Rangs négatifs	7 <sup>g</sup>	4.00	28.00
	Rangs positifs	0 <sup>h</sup>	.00	.00
	Ex aequo	0 <sup>i</sup>		
	Total	7		

a. Beck 2 < Beck 1

b. Beck 2 > Beck 1

c. Beck 2 = Beck 1

d. Beck 3 < Beck 1

e. Beck 3 > Beck 1

f. Beck 3 = Beck 1

g. Beck 4 < Beck 1

h. Beck 4 > Beck 1

i. Beck 4 = Beck 1

j. Groupe = 2

## Moyennes

Tableau de bord

Groupe		diff 21	diff 31	diff 41
1	Moyenne	5.8571	11.8571	14.4286
	N	7	7	7
	Ecart-type	5.84319	6.17599	7.50238
2	Moyenne	12.7143	18.5714	21.8571
	N	7	7	7
	Ecart-type	4.53557	7.82852	8.66850
Total	Moyenne	9.2857	15.2143	18.1429
	N	14	14	14
	Ecart-type	6.15728	7.61758	8.69002

## Tests non paramétriques

### Test de Mann-Whitney

### Rangs

	Groupe	N	Rang moyen	Somme des rangs
diff 21	1	7	5.21	36.50
	2	7	9.79	68.50
	Total	14		
diff 31	1	7	5.86	41.00
	2	7	9.14	64.00
	Total	14		
diff 41	1	7	5.86	41.00
	2	7	9.14	64.00
	Total	14		

### Test<sup>b</sup>

	diff 21	diff 31	diff 41
U de Mann-Whitney	8.500	13.000	13.000
W de Wilcoxon	36.500	41.000	41.000
Z	-2.047	-1.473	-1.469
Signification asymptotique (bilatérale)	.041	.141	.142
Signification exacte [2* (signification unilatérale)]	.038 <sup>a</sup>	.165 <sup>a</sup>	.165 <sup>a</sup>

a. Non corrigé pour les ex aequo.

b. Critère de regroupement : Groupe

## Tests non paramétriques

### Groupe = 1

### Test de Wilcoxon

#### Rangs<sup>d</sup>

	N	Rang moyen	Somme des rangs
PSQI 2 - PSQI 1	Rangs négatifs	5 <sup>a</sup>	19.50
	Rangs positifs	1 <sup>b</sup>	1.50
	Ex aequo	1 <sup>c</sup>	
	Total	7	

a. PSQI 2 < PSQI 1

b. PSQI 2 > PSQI 1

c. PSQI 2 = PSQI 1

d. Groupe = 1

**Test<sup>b,c</sup>**

	PSQI 2 - PSQI 1
Z	-1.897 <sup>a</sup>
Signification asymptotique (bilatérale)	.058

- a. Basée sur les rangs positifs.
- b. Test de Wilcoxon
- c. Groupe = 1

## Groupe = 2

### Test de Wilcoxon

**Rangs<sup>d</sup>**

		N	Rang moyen	Somme des rangs
PSQI 2 - PSQI 1	Rangs négatifs	5 <sup>a</sup>	3.40	17.00
	Rangs positifs	1 <sup>b</sup>	4.00	4.00
	Ex aequo	1 <sup>c</sup>		
	Total	7		

- a. PSQI 2 < PSQI 1
- b. PSQI 2 > PSQI 1
- c. PSQI 2 = PSQI 1
- d. Groupe = 2

**Test<sup>b,c</sup>**

	PSQI 2 - PSQI 1
Z	-1.382 <sup>a</sup>
Signification asymptotique (bilatérale)	.167

- a. Basée sur les rangs positifs.
- b. Test de Wilcoxon
- c. Groupe = 2

## ANNEXE 5 Statistiques descriptives des scores de qualité de vie (SF-36), volet physique

### Statistiques descriptives

	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
PCS1	12	35.5	58.2	44.158	7.5097
PCS2	12	32.7	61.6	48.075	8.3593
N valide (listwise)	12				

### Groupe = 1

### Statistiques descriptives<sup>a</sup>

	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
PCS1	6	35.5	58.2	45.083	8.8094
PCS2	6	32.7	61.6	47.867	9.6810
N valide (listwise)	6				

a. Groupe = 1

### Groupe = 2

### Statistiques descriptives<sup>a</sup>

	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
PCS1	6	38.4	53.0	43.233	6.6641
PCS2	6	36.6	58.4	48.283	7.7399
N valide (listwise)	6				

a. Groupe = 2

### Test de Wilcoxon

#### Rangs

	N	Rang moyen	Somme des rangs
PCS2 - PCS1 Rangs négatifs	4 <sup>a</sup>	4.88	19.50
Rangs positifs	8 <sup>b</sup>	7.31	58.50
Ex aequo	0 <sup>c</sup>		
Total	12		

a. PCS2 < PCS1

b. PCS2 > PCS1

c. PCS2 = PCS1

#### Test<sup>b</sup>

	PCS2 - PCS1
Z	-1.531 <sup>a</sup>
Signification asymptotique (bilatérale)	.126

a. Basée sur les rangs négatifs.

b. Test de Wilcoxon

### Groupe = 1

**Rangs<sup>d</sup>**

		N	Rang moyen	Somme des rangs
PCS2 - PCS1	Rangs négatifs	2 <sup>a</sup>	1.50	3.00
	Rangs positifs	4 <sup>b</sup>	4.50	18.00
	Ex aequo	0 <sup>c</sup>		
	Total	6		

a. PCS2 &lt; PCS1

b. PCS2 &gt; PCS1

c. PCS2 = PCS1

d. Groupe = 1

**Test<sup>b,c</sup>**

	PCS2 - PCS1
Z	-1.572 <sup>a</sup>
Signification asymptotique (bilatérale)	.116

a. Basée sur les rangs négatifs.

b. Test de Wilcoxon

c. Groupe = 1

**Groupe = 2****Rangs<sup>d</sup>**

		N	Rang moyen	Somme des rangs
PCS2 - PCS1	Rangs négatifs	2 <sup>a</sup>	3.50	7.00
	Rangs positifs	4 <sup>b</sup>	3.50	14.00
	Ex aequo	0 <sup>c</sup>		
	Total	6		

a. PCS2 &lt; PCS1

b. PCS2 &gt; PCS1

c. PCS2 = PCS1

d. Groupe = 2

**Test<sup>b,c</sup>**

	PCS2 - PCS1
Z	-.736 <sup>a</sup>
Signification asymptotique (bilatérale)	.462

a. Basée sur les rangs négatifs.

b. Test de Wilcoxon

c. Groupe = 2

## ANNEXE 6 Statistiques descriptives des scores de qualité de vie (SF-36), volet mental

### Statistiques descriptives

	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
MCS1	12	10.1	46.3	26.858	9.5713
MCS2	12	28.9	55.2	39.667	7.4690
N valide (listwise)	12				

### Groupe = 1

#### Statistiques descriptives<sup>a</sup>

	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
MCS1	6	10.1	28.4	20.950	6.9163
MCS2	6	28.9	42.9	37.233	5.9742
N valide (listwise)	6				

a. Groupe = 1

### Groupe = 2

#### Statistiques descriptives<sup>a</sup>

	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
MCS1	6	25.5	46.3	32.767	8.3622
MCS2	6	33.0	55.2	42.100	8.5339
N valide (listwise)	6				

a. Groupe = 2

## Tests non paramétriques

### Test de Wilcoxon

#### Rangs

	N	Rang moyen	Somme des rangs
MCS2 - MCS1			
Rangs négatifs	0 <sup>a</sup>	.00	.00
Rangs positifs	12 <sup>b</sup>	6.50	78.00
Ex aequo	0 <sup>c</sup>		
Total	12		

a. MCS2 < MCS1

b. MCS2 > MCS1

c. MCS2 = MCS1

**Test<sup>b</sup>**

	MCS2 - MCS1
Z	-3.061 <sup>a</sup>
Signification asymptotique (bilatérale)	.002

- a. Basée sur les rangs négatifs.  
b. Test de Wilcoxon

**Groupe = 1****Rangs<sup>d</sup>**

		N	Rang moyen	Somme des rangs
MCS2 - MCS1	Rangs négatifs	0 <sup>a</sup>	.00	.00
	Rangs positifs	6 <sup>b</sup>	3.50	21.00
	Ex aequo	0 <sup>c</sup>		
	Total	6		

- a. MCS2 < MCS1  
b. MCS2 > MCS1  
c. MCS2 = MCS1  
d. Groupe = 1

**Test<sup>b,c</sup>**

	MCS2 - MCS1
Z	-2.201 <sup>a</sup>
Signification asymptotique (bilatérale)	.028

- a. Basée sur les rangs négatifs.  
b. Test de Wilcoxon  
c. Groupe = 1

**Groupe = 2****Rangs<sup>d</sup>**

		N	Rang moyen	Somme des rangs
MCS2 - MCS1	Rangs négatifs	0 <sup>a</sup>	.00	.00
	Rangs positifs	6 <sup>b</sup>	3.50	21.00
	Ex aequo	0 <sup>c</sup>		
	Total	6		

- a. MCS2 < MCS1  
b. MCS2 > MCS1  
c. MCS2 = MCS1  
d. Groupe = 2

**Test<sup>b,c</sup>**

	MCS2 - MCS1
Z	-2.201 <sup>a</sup>
Signification asymptotique (bilatérale)	.028

- a. Basée sur les rangs négatifs.
- b. Test de Wilcoxon
- c. Groupe = 2

**ANNEXE 7** Statistiques descriptives des scores de qualité de vie (SF-36), volets :  
fonctionnement physique (PF), rôles reliés aux capacités physiques (RP),  
présence de douleurs (BP), santé en général (GH), santé mentale (MH), rôles  
reliés à la santé émotionnelle (RE), fonctionnement social (SF) et vitalité  
(VT).

## **Tests non paramétriques**

### **Test de Wilcoxon**

### Rangs

		N	Rang moyen	Somme des rangs
pf2 - pf1	Rangs négatifs	2 <sup>a</sup>	3.00	6.00
	Rangs positifs	8 <sup>b</sup>	6.13	49.00
	Ex aequo	2 <sup>c</sup>		
	Total	12		
rp2 - rp1	Rangs négatifs	1 <sup>d</sup>	8.50	8.50
	Rangs positifs	8 <sup>e</sup>	4.56	36.50
	Ex aequo	3 <sup>f</sup>		
	Total	12		
bp2 - bp1	Rangs négatifs	3 <sup>g</sup>	6.00	18.00
	Rangs positifs	7 <sup>h</sup>	5.29	37.00
	Ex aequo	2 <sup>i</sup>		
	Total	12		
gh2 - gh1	Rangs négatifs	1 <sup>j</sup>	2.00	2.00
	Rangs positifs	8 <sup>k</sup>	5.38	43.00
	Ex aequo	3 <sup>l</sup>		
	Total	12		
vt2 - vt1	Rangs négatifs	1 <sup>m</sup>	2.00	2.00
	Rangs positifs	9 <sup>n</sup>	5.89	53.00
	Ex aequo	2 <sup>o</sup>		
	Total	12		
sf2 - sf1	Rangs négatifs	0 <sup>p</sup>	.00	.00
	Rangs positifs	10 <sup>q</sup>	5.50	55.00
	Ex aequo	2 <sup>r</sup>		
	Total	12		
re2 - re1	Rangs négatifs	0 <sup>s</sup>	.00	.00
	Rangs positifs	7 <sup>t</sup>	4.00	28.00
	Ex aequo	5 <sup>u</sup>		
	Total	12		
mh2 - mh1	Rangs négatifs	0 <sup>v</sup>	.00	.00
	Rangs positifs	12 <sup>w</sup>	6.50	78.00
	Ex aequo	0 <sup>x</sup>		
	Total	12		

- a. pf2 < pf1
- b. pf2 > pf1
- c. pf2 = pf1
- d. rp2 < rp1
- e. rp2 > rp1
- f. rp2 = rp1
- g. bp2 < bp1
- h. bp2 > bp1
- i. bp2 = bp1
- j. gh2 < gh1
- k. gh2 > gh1
- l. gh2 = gh1
- m. vt2 < vt1
- n. vt2 > vt1
- o. vt2 = vt1
- p. sf2 < sf1
- q. sf2 > sf1

Test<sup>b</sup>

	pf2 - pf1	rp2 - rp1	bp2 - bp1	gh2 - gh1	vt2 - vt1	sf2 - sf1	re2 - re1	mh2 - mh1
Z	-2.197 <sup>a</sup>	-1.676 <sup>a</sup>	-.969 <sup>a</sup>	-2.450 <sup>a</sup>	-2.601 <sup>a</sup>	-2.831 <sup>a</sup>	-2.401 <sup>a</sup>	-3.072 <sup>a</sup>
Signification asymptotique (bilatérale)	.028	.094	.333	.014	.009	.005	.016	.002

a. Basée sur les rangs négatifs.

b. Test de Wilcoxon

## Tests non paramétriques

groupe = 1.00

Test de Wilcoxon

### Rangs<sup>y</sup>

		N	Rang moyen	Somme des rangs
pf2 - pf1	Rangs négatifs	1 <sup>a</sup>	3.50	3.50
	Rangs positifs	5 <sup>b</sup>	3.50	17.50
	Ex aequo	0 <sup>c</sup>		
	Total	6		
rp2 - rp1	Rangs négatifs	0 <sup>d</sup>	.00	.00
	Rangs positifs	4 <sup>e</sup>	2.50	10.00
	Ex aequo	2 <sup>f</sup>		
	Total	6		
bp2 - bp1	Rangs négatifs	2 <sup>g</sup>	3.00	6.00
	Rangs positifs	3 <sup>h</sup>	3.00	9.00
	Ex aequo	1 <sup>i</sup>		
	Total	6		
gh2 - gh1	Rangs négatifs	1 <sup>j</sup>	1.00	1.00
	Rangs positifs	4 <sup>k</sup>	3.50	14.00
	Ex aequo	1 <sup>l</sup>		
	Total	6		
vt2 - vt1	Rangs négatifs	1 <sup>m</sup>	2.00	2.00
	Rangs positifs	5 <sup>n</sup>	3.80	19.00
	Ex aequo	0 <sup>o</sup>		
	Total	6		
sf2 - sf1	Rangs négatifs	0 <sup>p</sup>	.00	.00
	Rangs positifs	5 <sup>q</sup>	3.00	15.00
	Ex aequo	1 <sup>r</sup>		
	Total	6		
re2 - re1	Rangs négatifs	0 <sup>s</sup>	.00	.00
	Rangs positifs	4 <sup>t</sup>	2.50	10.00
	Ex aequo	2 <sup>u</sup>		
	Total	6		
mh2 - mh1	Rangs négatifs	0 <sup>v</sup>	.00	.00
	Rangs positifs	6 <sup>w</sup>	3.50	21.00
	Ex aequo	0 <sup>x</sup>		
	Total	6		

a. pf2 < pf1

b. pf2 > pf1

c. pf2 = pf1

d. rp2 < rp1

e. rp2 > rp1

f. rp2 = rp1

g. bp2 < bp1

h. bp2 > bp1

i. bp2 = bp1

j. gh2 < gh1

k. gh2 > gh1

l. gh2 = gh1

m. vt2 < vt1

n. vt2 > vt1

o. vt2 = vt1

p. sf2 < sf1

Test<sup>b,c</sup>

	pf2 - pf1	rp2 - rp1	bp2 - bp1	gh2 - gh1	vt2 - vt1	sf2 - sf1	re2 - re1	mh2 - mh1
Z	-1.476 <sup>a</sup>	-1.841 <sup>a</sup>	-.405 <sup>a</sup>	-1.753 <sup>a</sup>	-1.782 <sup>a</sup>	-2.041 <sup>a</sup>	-1.841 <sup>a</sup>	-2.207 <sup>a</sup>
Signification asymptotique (bilatérale)	.140	.066	.686	.080	.075	.041	.066	.027

a. Basée sur les rangs négatifs.

b. Test de Wilcoxon

c. groupe = 1.00

**groupe = 2.00**

**Test de Wilcoxon**

### Rangs<sup>y</sup>

		N	Rang moyen	Somme des rangs
pf2 - pf1	Rangs négatifs	1 <sup>a</sup>	1.00	1.00
	Rangs positifs	3 <sup>b</sup>	3.00	9.00
	Ex aequo	2 <sup>c</sup>		
	Total	6		
rp2 - rp1	Rangs négatifs	1 <sup>d</sup>	4.50	4.50
	Rangs positifs	4 <sup>e</sup>	2.63	10.50
	Ex aequo	1 <sup>f</sup>		
	Total	6		
bp2 - bp1	Rangs négatifs	1 <sup>g</sup>	3.00	3.00
	Rangs positifs	4 <sup>h</sup>	3.00	12.00
	Ex aequo	1 <sup>i</sup>		
	Total	6		
gh2 - gh1	Rangs négatifs	0 <sup>j</sup>	.00	.00
	Rangs positifs	4 <sup>k</sup>	2.50	10.00
	Ex aequo	2 <sup>l</sup>		
	Total	6		
vt2 - vt1	Rangs négatifs	0 <sup>m</sup>	.00	.00
	Rangs positifs	4 <sup>n</sup>	2.50	10.00
	Ex aequo	2 <sup>o</sup>		
	Total	6		
sf2 - sf1	Rangs négatifs	0 <sup>p</sup>	.00	.00
	Rangs positifs	5 <sup>q</sup>	3.00	15.00
	Ex aequo	1 <sup>r</sup>		
	Total	6		
re2 - re1	Rangs négatifs	0 <sup>s</sup>	.00	.00
	Rangs positifs	3 <sup>t</sup>	2.00	6.00
	Ex aequo	3 <sup>u</sup>		
	Total	6		
mh2 - mh1	Rangs négatifs	0 <sup>v</sup>	.00	.00
	Rangs positifs	6 <sup>w</sup>	3.50	21.00
	Ex aequo	0 <sup>x</sup>		
	Total	6		

a. pf2 < pf1

b. pf2 > pf1

c. pf2 = pf1

d. rp2 < rp1

e. rp2 > rp1

f. rp2 = rp1

g. bp2 < bp1

h. bp2 > bp1

i. bp2 = bp1

j. gh2 < gh1

k. gh2 > gh1

l. gh2 = gh1

m. vt2 < vt1

n. vt2 > vt1

Test<sup>b,c</sup>

	pf2 - pf1	rp2 - rp1	bp2 - bp1	gh2 - gh1	vt2 - vt1	sf2 - sf1	re2 - re1	mh2 - mh1
Z	-1.473 <sup>a</sup>	-.816 <sup>a</sup>	-1.219 <sup>a</sup>	-1.890 <sup>a</sup>	-1.841 <sup>a</sup>	-2.060 <sup>a</sup>	-1.633 <sup>a</sup>	-2.264 <sup>a</sup>
Signification asymptotique (bilatérale)	.141	.414	.223	.059	.066	.039	.102	.024

a. Basée sur les rangs négatifs.

b. Test de Wilcoxon

c. groupe = 2.00

## Descriptives

groupe = 1.00

### Statistiques descriptives<sup>a</sup>

	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
pf 1	6	45.00	90.00	65.0000	15.16575
pf 2	6	70.00	95.00	76.6667	9.83192
rp1	6	.00	75.00	25.0000	31.62278
rp2	6	.00	100.00	58.3333	46.54747
bp1	6	12.00	100.00	64.5000	34.32637
bp2	6	42.00	100.00	70.3333	24.41038
gh1	6	10.00	77.00	48.5000	24.71235
gh2	6	37.00	97.00	61.3333	21.93323
vt1	6	.00	35.00	18.3333	13.66260
vt2	6	20.00	70.00	46.6667	22.50926
sf 1	6	.00	37.50	20.8333	15.13825
sf 2	6	25.00	100.00	58.3333	27.00309
re1	6	.00	33.30	5.5500	13.59467
re2	6	.00	100.00	50.0000	45.95167
mh1	6	8.00	50.00	32.3333	13.88044
mh2	6	48.00	88.00	60.6667	17.23562
N valide (listwise)	6				

a. groupe = 1.00

groupe = 2.00

**Statistiques descriptives<sup>a</sup>**

	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
pf 1	6	40.00	85.00	61.6667	19.66384
pf 2	6	70.00	95.00	82.5000	8.21584
rp1	6	.00	100.00	45.8333	45.87120
rp2	6	.00	100.00	75.0000	38.72983
bp1	6	41.00	100.00	64.5000	22.14272
bp2	6	41.00	100.00	74.5000	20.31502
gh1	6	35.00	72.00	46.8333	15.21074
gh2	6	47.00	77.00	61.1667	9.70395
vt1	6	5.00	65.00	38.3333	20.16598
vt2	6	5.00	80.00	54.1667	25.77143
sf 1	6	25.00	75.00	41.6667	20.41241
sf 2	6	50.00	100.00	62.5000	19.36492
re1	6	.00	100.00	38.8833	49.06609
re2	6	.00	100.00	61.1000	44.31370
mh1	6	40.00	60.00	45.3333	7.86554
mh2	6	56.00	80.00	62.0000	9.03327
N valide (listwise)	6				

a. groupe = 2.00

**Descriptives**

**Statistiques descriptives**

	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
pf 1	12	40.00	90.00	63.3333	16.83251
pf 2	12	70.00	95.00	79.5833	9.15978
rp1	12	.00	100.00	35.4167	39.10698
rp2	12	.00	100.00	66.6667	41.74236
bp1	12	12.00	100.00	64.5000	27.54005
bp2	12	41.00	100.00	72.4167	21.52148
gh1	12	10.00	77.00	47.6667	19.58354
gh2	12	37.00	97.00	61.2500	16.17026
vt1	12	.00	65.00	28.3333	19.46247
vt2	12	5.00	80.00	50.4167	23.39953
sf 1	12	.00	75.00	31.2500	20.29610
sf 2	12	25.00	100.00	60.4167	22.50842
re1	12	.00	100.00	22.2167	38.48827
re2	12	.00	100.00	55.5500	43.42803
mh1	12	8.00	60.00	38.8333	12.71959
mh2	12	48.00	88.00	61.3333	13.13796
N valide (listwise)	12				

## ANNEXE 9 Statistiques descriptives des scores de qualité du sommeil (PSQI)

### Groupe = 1

#### Statistiques descriptives<sup>a</sup>

	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
PSQI 1	7	4	14	8.00	3.606
PSQI 2	6	2	9	5.83	2.483
N valide (listwise)	6				

a. Groupe = 1

### Groupe = 2

#### Statistiques descriptives<sup>a</sup>

	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
PSQI 1	7	5	9	7.00	1.633
PSQI 2	6	5	7	6.17	.983
N valide (listwise)	6				

a. Groupe = 2

#### Statistiques descriptives

	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
PSQI 1	14	4	14	7.50	2.739
PSQI 2	12	2	9	6.00	1.809
N valide (listwise)	12				

### Test de Wilcoxon

#### Rangs

	N	Rang moyen	Somme des rangs
PSQI 2 - PSQI 1 Rangs négatifs	8 <sup>a</sup>	6.06	48.50
Rangs positifs	2 <sup>b</sup>	3.25	6.50
Ex aequo	2 <sup>c</sup>		
Total	12		

a. PSQI 2 < PSQI 1

b. PSQI 2 > PSQI 1

c. PSQI 2 = PSQI 1

**Test<sup>b</sup>**

	PSQI 2 - PSQI 1
Z	-2.170 <sup>a</sup>
Signification asymptotique (bilatérale)	.030

a. Basée sur les rangs positifs.

b. Test de Wilcoxon

**Groupe = 1****Rangs<sup>d</sup>**

	N	Rang moyen	Somme des rangs
PSQI 2 - PSQI 1 Rangs négatifs	4 <sup>a</sup>	3.50	14.00
Rangs positifs	1 <sup>b</sup>	1.00	1.00
Ex aequo	1 <sup>c</sup>		
Total	6		

a. PSQI 2 < PSQI 1

b. PSQI 2 > PSQI 1

c. PSQI 2 = PSQI 1

d. Groupe = 1

**Test<sup>b,c</sup>**

	PSQI 2 - PSQI 1
Z	-1.761 <sup>a</sup>
Signification asymptotique (bilatérale)	.078

a. Basée sur les rangs positifs.

b. Test de Wilcoxon

c. Groupe = 1

**Groupe = 2****Rangs<sup>d</sup>**

	N	Rang moyen	Somme des rangs
PSQI 2 - PSQI 1 Rangs négatifs	4 <sup>a</sup>	3.00	12.00
Rangs positifs	1 <sup>b</sup>	3.00	3.00
Ex aequo	1 <sup>c</sup>		
Total	6		

a. PSQI 2 < PSQI 1

b. PSQI 2 > PSQI 1

c. PSQI 2 = PSQI 1

d. Groupe = 2

Test<sup>b,c</sup>

	PSQI 2 - PSQI 1
Z	-1.236 <sup>a</sup>
Signification asymptotique (bilatérale)	.216

a. Basée sur les rangs positifs.

b. Test de Wilcoxon

c. Groupe = 2

## ANNEXE 10 Statistiques descriptives de la puissance aérobie ( $\dot{V}O_2$ max)

### Statistiques descriptives

	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
VO2max1	11	26.5	43.4	33.971	6.2369
VO2max2	11	29.2	50.7	38.577	8.2488
N valide (listwise)	11				

### Groupe = 1

#### Statistiques descriptives<sup>a</sup>

	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
VO2max1	6	26.5	33.6	29.538	2.5354
VO2max2	6	29.2	50.7	34.050	8.2449
N valide (listwise)	6				

a. Groupe = 1

### Groupe = 2

#### Statistiques descriptives<sup>a</sup>

	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
VO2max1	5	31.0	43.4	39.290	4.9372
VO2max2	5	36.7	46.9	44.010	4.1828
N valide (listwise)	5				

a. Groupe = 2

## Tests non paramétriques

### Test de Wilcoxon

#### Rangs

	N	Rang moyen	Somme des rangs
VO2max2 - VO2max1 Rangs négatifs	1 <sup>a</sup>	3.00	3.00
Rangs positifs	10 <sup>b</sup>	6.30	63.00
Ex aequo	0 <sup>c</sup>		
Total	11		

a. VO2max2 < VO2max1

b. VO2max2 > VO2max1

c. VO2max2 = VO2max1

**Test<sup>b</sup>**

	VO2max2 - VO2max1
Z	-2.667 <sup>a</sup>
Signification asymptotique (bilatérale)	.008

a. Basée sur les rangs négatifs.

b. Test de Wilcoxon

**Groupe = 1****Rangs<sup>d</sup>**

		N	Rang moyen	Somme des rangs
VO2max2 - VO2max1	Rangs négatifs	1 <sup>a</sup>	2.00	2.00
	Rangs positifs	5 <sup>b</sup>	3.80	19.00
	Ex aequo	0 <sup>c</sup>		
	Total	6		

a. VO2max2 < VO2max1

b. VO2max2 > VO2max1

c. VO2max2 = VO2max1

d. Groupe = 1

**Test<sup>b,c</sup>**

	VO2max2 - VO2max1
Z	-1.782 <sup>a</sup>
Signification asymptotique (bilatérale)	.075

a. Basée sur les rangs négatifs.

b. Test de Wilcoxon

c. Groupe = 1

**Groupe = 2****Rangs<sup>d</sup>**

		N	Rang moyen	Somme des rangs
VO2max2 - VO2max1	Rangs négatifs	0 <sup>a</sup>	.00	.00
	Rangs positifs	5 <sup>b</sup>	3.00	15.00
	Ex aequo	0 <sup>c</sup>		
	Total	5		

a. VO2max2 < VO2max1

b. VO2max2 > VO2max1

c. VO2max2 = VO2max1

d. Groupe = 2

Test<sup>b,c</sup>

	VO2max2 - VO2max1
Z	-2.023 <sup>a</sup>
Signification asymptotique (bilatérale)	.043

a. Basée sur les rangs négatifs.

b. Test de Wilcoxon

c. Groupe = 2

## ANNEXE 11 Statistiques descriptives de la corrélation entre l'amélioration de BDI et l'amélioration de $\dot{V}O_2$ max

### Tests non paramétriques

#### Test de Wilcoxon

		Rangs		
		N	Rang moyen	Somme des rangs
amevo2max - amebdi	Rangs négatifs	10 <sup>a</sup>	6.40	64.00
	Rangs positifs	1 <sup>b</sup>	2.00	2.00
	Ex aequo	0 <sup>c</sup>		
	Total	11		

a. amev o2max < amebdi

b. amev o2max > amebdi

c. amev o2max = amebdi

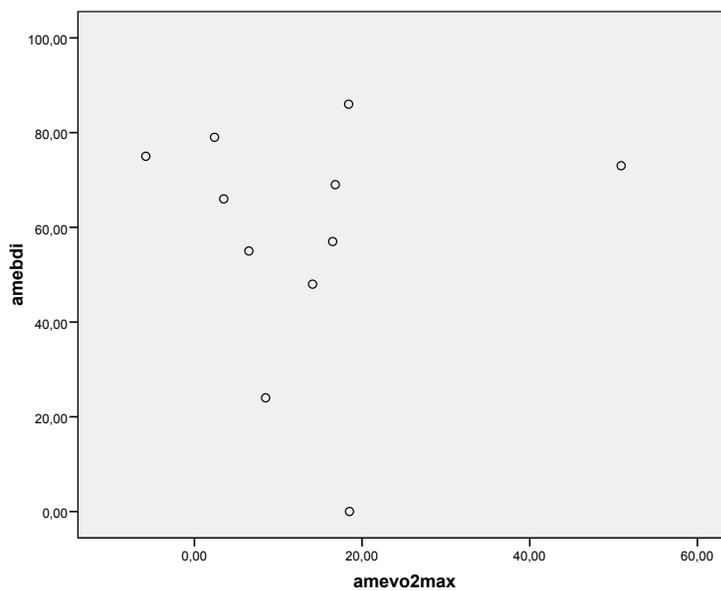
#### Test<sup>b</sup>

	amevo2max - amebdi
Z	-2.756 <sup>a</sup>
Signification asymptotique (bilatérale)	.006

a. Basée sur les rangs positifs.

b. Test de Wilcoxon

### Diagramme (pourcentage d'amélioration de BDI vs de $VO_2$ max )

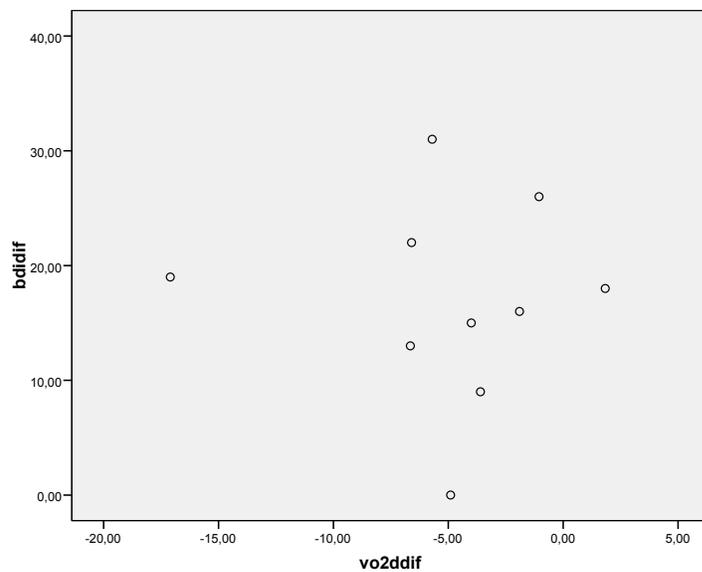


## Corrélations

Corrélations

		amebdi	amevo2max
amebdi	Corrélation de Pearson	1	-.004
	Sig. (bilatérale)		.991
	N	14	11
amevo2max	Corrélation de Pearson	-.004	1
	Sig. (bilatérale)	.991	
	N	11	11

## Diagramme (Amélioration des scores de BDI vs de VO<sub>2</sub>max)



## Corrélations

Corrélations

		bdidif	vo2ddif
bdidif	Corrélation de Pearson	1	-.028
	Sig. (bilatérale)		.939
	N	14	10
vo2ddif	Corrélation de Pearson	-.028	1
	Sig. (bilatérale)	.939	
	N	10	10