

## Table des matières

Résumé .....	ii
Abstract .....	iii
Liste des tableaux .....	vii
Liste des figures.....	viii
Introduction .....	9
Chapitre 1 .....	12
Recension des écrits .....	12
1.1 L'endurance cardiorespiratoire et le $VO_{2max}$ .....	12
1.2 Les expressions du $VO_{2max}$ .....	13
1.3 Le $VO_{2max}$ : l'étalon d'or de la condition physique .....	14
1.4 L'identification du plateau et les facteurs limitant le $VO_{2max}$ .....	17
1.5 Le plateau réfuté.....	19
1.6 $VO_{2max}$ vs $VO_{2pic}$ .....	20
1.7 L'évaluation du $VO_{2max}$ et la fréquence cardiaque .....	21
1.8 La mesure du $VO_{2max}$ : La méthode directe par rapport la méthode indirecte .....	22
1.8.1 Les tests indirects maximaux et sous-maximaux .....	23
1.8.1.1 Le 12 minutes Cooper .....	23
1.8.1.2 Le test navette de 20 mètres Léger et Gadoury (1989) .....	24
1.8.1.3 Les limites des tests maximaux de course.....	25
1.8.2 Le CLW et la méthodologie .....	25
1.9 Le principe de la spécificité du $VO_{2max}$ , de l'entraînement et de l'ergomètre .....	31
Chapitre 2 .....	35
Problématique.....	35
2.1 Question de recherche/hypothèses .....	37
Chapitre 3 .....	38

Méthodologie.....	38
3.1 Les variables.....	38
3.2 Participants et recrutement.....	39
3.3 Déroulement.....	41
3.4 Analyse statistique.....	43
Chapitre 4.....	44
Résultats.....	44
4.1 Description statistique des candidats.....	45
4.2 Analyse statistique : Les moyennes.....	47
4.2.1 Les hommes et les femmes : différence pour le $VO_{2max}$ .....	48
4.2.2 L'ANOVA : différence entre le CLW et le CLW2.....	49
4.3 La corrélation.....	51
4.3.1 La capacité du CLW à prédire la performance des tests de course.....	51
4.4 La régression linéaire.....	53
4.4.1 Confirmation de la corrélation entre le CLW et les tests de course.....	53
4.5 Les rangs centiles, la catégorisation et le Kappa pondéré.....	55
4.5.1 L'existence d'une relation entre les données brutes des 4 tests.....	55
4.5.2 Le Kappa pondéré.....	56
Chapitre 5.....	61
Discussion.....	61
5.1 Il existe une différence significative du $VO_{2max}$ entre les sexes.....	62
5.2 Il existe une corrélation significative pour la prédiction CLW et les tests de course.....	62
5.3 Il existe une relation significative entre le CLW et les tests de course.....	63
5.4 Il existe une concordance significative entre le CLW et les tests de courses.....	64
5.5 Le CLW et la prédiction de la performance à la course.....	64
5.6 Forces, limites et retombées.....	67
Conclusion.....	69
Remerciements.....	71
Références.....	72

Annexes.....	83
Annexe A.....	84
Protocole du CLW.....	84
Annexe B.....	87
Certificat éthique.....	87
Annexe C.....	89
Formulaire de consentement.....	89
Annexe D.....	96
Questionnaire d'aptitude en activité physique.....	96

## Liste des tableaux

Tableau 1 <i>Comparatif des moyennes du <math>VO_{2max}</math> obtenues</i> .....	16
Tableau 2 <i>Les paliers du CLW de la mesure directe du <math>VO_{2max}</math></i> .....	26
Tableau 3 <i>Critères de sélection</i> .....	40
Tableau 4 <i>Matériels</i> .....	41
Tableau 5 <i>Description des candidats</i> .....	45
Tableau 6 <i>Niveau d'activité des candidats</i> .....	46
Tableau 7 <i>L'IMC selon le sexe</i> .....	47
Tableau 8 <i>Test-t : différence entre les hommes et les femmes pour chacun des tests du <math>VO_{2max}</math></i> ...	49
Tableau 9 <i>ANOVA : CLW</i> .....	50
Tableau 10 <i>ANOVA : CLW2</i> .....	50
Tableau 11 <i>Corrélation : les tests cardiovasculaires pour les hommes</i> .....	52
Tableau 12 <i>Corrélation : entre les tests cardiovasculaires pour les femmes</i> .....	52
Tableau 13 <i>Régression linéaire : Le CLW, le navette de 20 mètres et le 12 minutes Cooper</i> .....	53
Tableau 14 <i>Régression linéaire : Le CLW2, le navette 20 mètres et le 12 minutes de Cooper</i> .....	54
Tableau 15 <i>Rangs centiles : des 4 tests chez les hommes</i> .....	55
Tableau 16 <i>Rangs centiles : les 4 tests chez les femmes</i> .....	56
Tableau 17 <i>Catégories pour les 4 tests chez les hommes</i> .....	57
Tableau 18 <i>Catégories pour les 4 tests chez les femmes</i> .....	57
Tableau 19 <i>Kappa pondéré : concordance entre les 4 tests</i> .....	58
Tableau 20 <i>Interprétation du Kappa proposé par Landis et Koch (1977)</i> .....	59
Tableau 21 <i>Comparaison entre les normes standards et les 4 tests chez les hommes</i> .....	66
Tableau 22 <i>Comparaison entre les normes standards et les 4 tests chez les femmes</i> .....	67

## Liste des figures

Figure 1. Normes du $VO_{2max}$ (ml/kg/min) selon l'âge et le sexe.....	15
Figure 2. Consommation d'oxygène en relation avec l'intensité de l'exercice.....	18
Figure 3. Boîtes à moustache : différence entre les hommes et les femmes.....	48

## Introduction

À l'heure actuelle, le  $VO_{2max}$  demeure, selon la plupart des physiologistes et des spécialistes de l'activité physique, la mesure par excellence pour déterminer la capacité cardiovasculaire d'un individu (Heyward, 2006; Wilmore et coll., 2008; McArdle et coll., 2009). Les spécialistes de l'activité physique, dont les kinésioles et les éducateurs physiques, qui sont les principaux utilisateurs de ce type d'évaluation de la condition physique, ont accès à une multitude de tests cardiovasculaires pour mesurer de façon directe ou indirecte le  $VO_{2max}$  soit pour mesurer les effets d'un entraînement cardiovasculaire, ou encore prédire une performance de type aérobie, ou bien détecter les sujets à risque de souffrir d'une maladie cardiaque ou pulmonaire, et ce, pour répondre autant à une population générale sédentaire qu'à une clientèle spécifique comme les athlètes de haut niveau.

D'une part, nous retrouvons des tests maximaux indirects permettant de prédire le  $VO_{2max}$  comme le test de 12 minutes de marche/course de Cooper (Cooper, 1968) et le test de course navette de 20 mètres (Léger, Lambert, Goulet, Rowan, et Dinelle, 1984; Léger, Mercier, Gadoury, Lambert, 1988; Léger, Gadoury, 1989). Ces tests, très exigeants, requièrent un gymnase ou une piste d'athlétisme, ainsi qu'une volonté de fer des participants et seront utilisés auprès d'une clientèle de gens actifs (Kline et coll., 1987; George et coll., 1993; Baumgartner et coll., 2007). D'autre part, les tests sous-maximaux comme le test 1,6 km de marche (Kline et coll., 1987) ou encore le Physitest Canadien modifié ou PACm (Jetté, 1975, 1976, 1979, 1982, 1983; Weller, 1992, 1993, 1995) peuvent être intéressants à employer chez des sujets plutôt sédentaires. Toutefois, il existe un inconvénient, lorsqu'ils sont utilisés en milieu scolaire, pour ce genre de tests qui ne se terminent pas en même temps pour tout le monde: la gestion de classe. Donc, compiler les données, s'assurer que les sujets exécutent adéquatement le test, ou encore faire régner la discipline au sein du groupe pendant que les autres terminent peut causer quelques désagréments au professeur (Baumgartner et coll., 2007).

Pour donner suite à l'utilisation du PACm chez les étudiants du cégep de Lévis-Lauzon, certaines insatisfactions au sujet de la précision de la prédiction du  $VO_{2max}$  firent leur apparition chez les

éducateurs physiques de ce cégep. C'est alors que Chiasson, Lasnier et Whittom ont mis sur pied un test, dérivé du PACm : le CLW (Chiasson, Lasnier et Whittom, 2014). Ce test à doubles marches comporte trois formules différentes de régression pour prédire le  $VO_{2max}$  chez une population étudiante âgée entre 17 et 20 ans. Il a été développé auprès de 62 étudiants ( $n=28$ ) et étudiantes ( $n=34$ ) dont la mesure directe du  $VO_{2max}$  a été prise directement sur ces mêmes marches, grâce à l'appareil de spirométrie de Cosmed, le K4b<sup>2</sup>. Trois équations de prédiction du  $VO_{2max}$  ont été retenues lors de l'élaboration du CLW. À l'aide de la première équation de régression multiple, le CLW a comme principaux avantages d'être sous-maximal, de requérir peu de place pour son exécution et, à la fin du compte, de comprendre seulement deux paliers de 3 min, dont une pause de 30 secondes pour un total de 6 min 30 s pour sa réalisation. Pour ce qui est des deux autres équations, la passation du test se voit rallongée. La décision reposera sur le degré de précision que nous désirons obtenir. Nous pouvons utiliser l'équation à trois ou à neuf paliers; selon les auteurs, plus il y a de paliers, plus le test sera précis. Dans ces conditions, nous prolongeons le CLW de 4 min à 24 min 30 s respectivement. Selon Chiasson et ses collègues, la corrélation obtenue auprès d'une mesure directe du  $VO_{2max}$ , prise directement sur les marches doubles, et celles prédites par les équations est de  $r= 0,77$ , ESE 5,09 pour la première,  $r= 0,80$ , ESE= 4,92 pour la deuxième et  $r= 0,90$ , ESE= 4,03 pour la troisième (Chiasson, Lasnier et Whittom, 2014). Malheureusement, la nouveauté et la faible diffusion de ce test font qu'actuellement aucun écrit scientifique à son sujet n'est encore accessible publiquement. Toutefois, les auteurs nous ont donné accès à leur méthodologie.

Dans ces circonstances, la question se pose à savoir si le résultat obtenu au test CLW est comparable aux résultats obtenus d'après les tests navette de 20 mètres et 12 minutes de Cooper chez les étudiants et étudiantes de 17 à 20 ans du cégep de l'Abitibi-Témiscamingue, dans l'optique de substituer le CLW à l'un de ces tests de course lorsque l'espace pour les exécuter n'est pas disponible.

Or, la présente étude a pour principal objectif de vérifier la capacité du CLW à prédire les résultats des tests de course navette de 20 mètres (Léger et Gadoury, 1989) et le 12 minutes de marche/course de Cooper (Cooper, 1968) auprès d'une population étudiante âgée entre 17 et 20 ans du cégep de l'Abitibi-Témiscamingue, et ce, dans l'optique de les remplacer par le CLW.

Dans un deuxième temps, cette recherche comparera les résultats obtenus d'après le CLW à une deuxième équation de régression multiple (CLW2) avec ceux des deux autres tests de course pour connaître si l'ajout d'un troisième palier au CLW est nécessaire pour une meilleure concordance entre les tests. Finalement, comme dernier objectif, nous regrouperons les valeurs obtenues des trois tests en catégories pour déterminer s'il existe une meilleure concordance entre ceux-ci en raison de cette catégorisation.

Ainsi, la prochaine partie de ce travail consiste en une revue de littérature. Nous traiterons principalement du  $VO_{2max}$  et de sa définition, des différentes approches de la mesure  $VO_{2max}$  ainsi que des principaux tests étudiés dans cette recherche, soit le CLW et ses deux formules de régression, le test navette de 20 mètres et le test de course 12 minutes de Cooper.

## Chapitre 1

### Recension des écrits

Tout d'abord, les prochains paragraphes survolent les principales notions de l'endurance cardiorespiratoire. Plus précisément, la mesure du  $VO_{2max}$  et l'atteinte du plateau; les termes utilisés pour le  $VO_{2max}$ ; comment le mesurer; les différents points de vue sur l'atteinte du  $VO_{2max}$ . En deuxième lieu, nous jetterons un regard sur le lien entre la fréquence cardiaque et la consommation d'oxygène lors d'un effort physique. Finalement, nous présentons les tests cardiovasculaires suivant : le CLW, le test navette de 20 mètres et le test 12 minutes de course/marche de Cooper.

#### 1.1 L'endurance cardiorespiratoire et le $VO_{2max}$

Lors d'un effort physique, le système cardiorespiratoire est sollicité pour répondre à la demande des muscles en fonction. Lorsque la sollicitation est prolongée, comme lors d'un entraînement, le corps doit s'adapter en améliorant le volume d'oxygène maximal ( $VO_{2max}$ ) ainsi que l'endurance (Willmore, Costill et Kenney, 2008). Nous parlerons donc d'endurance cardiorespiratoire; c'est la capacité du cœur, des poumons et du système circulatoire à fournir efficacement de l'oxygène et les nutriments à la masse musculaire sollicitée lorsqu'elle est soumise à un effort physique de longue durée (Heyward, 2006; Willmore et coll., 2008; McArdle, Katch et Katch, 2009). C'est l'un des déterminants les plus importants faisant foi d'une bonne condition physique : être capable de réaliser nos activités occupationnelles, récréatives et quotidiennes sans ressentir une fatigue excessive (Heyward, 2006). La plupart des physiologistes affirment que la meilleure mesure pour déterminer la capacité cardiovasculaire chez un individu est le  $VO_{2max}$ , c'est-à-dire, la consommation maximale d'oxygène atteinte lors d'un effort physique intense et prolongé (Heyward, 2006; Willmore et coll., 2008; McArdle et coll., 2009). Donc, pouvons-nous nous attendre à une mesure étalon du  $VO_{2max}$ ? C'est ce que nous aborderons au point suivant.

## 1.2 Les expressions du $VO_{2max}$

Le  $VO_{2max}$  est exprimé principalement de deux façons, soit de façon absolue, en  $l \cdot min^{-1}$  ou bien de façon relative, en  $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$  (Wilmore et coll., 2008). Lorsqu'exprimé de façon absolue, le  $VO_{2max}$  dépend directement de la masse corporelle (Heyward, 2006; Wilmore et coll., 2008). Dans ce cas, il est difficile de comparer des individus entre eux; surtout lorsque l'activité pratiquée implique le poids corporel comme la course à pied ou le ski de fond. Nous l'utiliserons plutôt pour des activités comme la natation ou le vélo; le poids corporel a moins d'influence sur ce type de performance (Wilmore et coll., 2008). C'est pourquoi, lorsqu'il faut comparer ou classer des individus selon leur  $VO_{2max}$ , il est préférable d'utiliser l'expression relative  $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ . Toutefois, cette expression a tendance à sous-évaluer les individus plus lourds ( $>75,4$  kg) et surévaluer les individus plus légers ( $< 67,7$  kg) (Heil, 1997; Buresh et Berg, 2002; Nevill et coll., 2004; Vandewalle, 2004; Heyward, 2006). D'ailleurs, les tests que fait passer l'armée américaine à ses soldats sous-estiment le résultat des individus plus lourds de 10 à 20 % (Vanderburgh, 2007).

Une autre approche pour comparer la consommation d'oxygène d'un groupe est l'utilisation de la masse maigre des individus (McArdle et coll., 1987). Selon l'équipe de McArdle (1987), lorsque l'on compare les résultats en  $VO_{2max}$  absolu des hommes et des femmes, nous obtenons une différence remarquable entre les sexes. Cette différence aura tendance à diminuer lorsqu'on utilise la valeur relative du  $VO_{2max}$  (McArdle et coll., 1987). Cet écart est davantage réduit lorsque le poids réfère seulement à la masse maigre (McArdle et coll., 1987). Il est, dans ces conditions, intéressant d'utiliser la masse maigre lorsque l'on veut connaître l'effet d'un programme d'entraînement sur le  $VO_{2max}$  indépendamment de la perte de poids encourue (Heyward, 2006).

D'autres préfèrent utiliser la superficie corporelle plutôt que la masse maigre; on représentera le  $VO_{2max}$  par les unités suivantes :  $ml \cdot m^{-2} \cdot min^{-1}$  (Rodgers, Olson, Wilmore, 1995; Buresh et Berg, 2002). Selon Buresh et Bergh, peu font appel à cette dernière méthode (Buresh et Berg, 2002).

Finalement, Buresh et Bergh suggèrent d'ajuster la formule en utilisant un exposant de 0,67 pour des groupes homogènes (même groupe d'âge, même poids et même sexe) et un exposant de 0,75

pour des groupes hétérogènes (âge, sexe, poids différents) (Heil, 1997; Buresh et Bergh, 2002). Par contre, il peut être difficile d'appliquer cet ajustement aux tests actuels, car leurs normes ont été établies suivant la formule  $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  plutôt que par  $\text{ml.kg}^{-0,67\text{ou-}0,75}.\text{min}^{-1}$  (Heyward, 2006). Toutefois, le « *American College of Sport Medicine* » (ACSM) a commencé à ajuster ses résultats. L'ACSM a ajouté aux anciens résultats les nouveaux fondés d'après la méthode allométrique à la puissance 0,67 (ACSM, 2000; Buresh et Berg, 2002). Toutefois, d'autres recherches sont nécessaires pour valider cette nouvelle méthode. Qui plus est, le  $\text{VO}_{2\text{max}}$  se veut le meilleur indicateur de la condition physique générale (Cooper et coll., 2005; Heyward, 2006; Wilmore et coll., 2008; McArdle et coll., 2009).

### 1.3 Le $\text{VO}_{2\text{max}}$ : l'étalon d'or de la condition physique

Le  $\text{VO}_{2\text{max}}$  est considéré comme le meilleur indicateur de la condition physique (Cooper et coll., 2005; Heyward, 2006; Wilmore et coll., 2008; McArdle et coll., 2009). Plusieurs ont essayé de déterminer des standards pour comparer le  $\text{VO}_{2\text{max}}$  des populations selon leur tranche d'âges par des analyses comparatives entre plusieurs études à ce sujet comme Shvartz (1990) ou Olds et coll. (2006). Quant à l'institut Cooper, il a précisé ces valeurs normatives sous forme de tableau que nous retrouvons à la figure 1. Une autre étude d'envergure de Bouchard et coll. (1998) prétend que le  $\text{VO}_{2\text{max}}$  moyen chez un homme sédentaire en santé est de 41ml/kg/min et de 33ml/kg/min pour une femme sédentaire du même âge. C'est en référence à plusieurs années de compilation de résultats mesurés de façon directe auprès de différentes clientèles que ce tableau a pu être réalisé. L'utilité de celui-ci est de classer un individu, à la suite d'une évaluation de sa capacité cardiovasculaire ( $\text{VO}_{2\text{max}}$ ), dans une catégorie nominale pour faciliter la compréhension du  $\text{VO}_{2\text{max}}$ . À titre d'exemple, un étudiant âgé de 19 ans ayant réalisé le test 12 minutes de marche/course de Cooper a obtenu un résultat de 43ml/kg/min d' $\text{O}_2$ . Ce qui le classe dans la catégorie « fair ». Pour faire suite à ce résultat, l'évaluateur est en mesure de recommander à cet étudiant de suivre un programme d'activité physique favorisant le maintien, ou encore mieux, l'amélioration de sa capacité cardiovasculaire. Un autre exemple, un étudiant âgé de 17 ans, à la suite d'un test cardiovasculaire réalisé en classe, obtient un résultat de 36,7 ml/kg/min d' $\text{O}_2$ . En comparant son résultat à la figure 1, cela nous informe que l'étudiant se situe dans la catégorie « poor ». Les conséquences de cette classification ont une incidence directe sur sa capacité à

exécuter des tâches quotidiennes sans ressentir une fatigue excessive à la fin de sa journée (Heyward, 2006).

Female (ml/kg/min)

Age	Very Poor	Poor	Fair	Good	Excellent	Superior
13-19	<25.0	25.0 - 30.9	31.0 - 34.9	35.0 - 38.9	39.0 - 41.9	>41.9
20-29	<23.6	23.6 - 28.9	29.0 - 32.9	33.0 - 36.9	37.0 - 41.0	>41.0
30-39	<22.8	22.8 - 26.9	27.0 - 31.4	31.5 - 35.6	35.7 - 40.0	>40.0
40-49	<21.0	21.0 - 24.4	24.5 - 28.9	29.0 - 32.8	32.9 - 36.9	>36.9
50-59	<20.2	20.2 - 22.7	22.8 - 26.9	27.0 - 31.4	31.5 - 35.7	>35.7
60+	<17.5	17.5 - 20.1	20.2 - 24.4	24.5 - 30.2	30.3 - 31.4	>31.4

Male (values in ml/kg/min)

Age	Very Poor	Poor	Fair	Good	Excellent	Superior
13-19	<35.0	35.0 - 38.3	38.4 - 45.1	45.2 - 50.9	51.0 - 55.9	>55.9
20-29	<33.0	33.0 - 36.4	36.5 - 42.4	42.5 - 46.4	46.5 - 52.4	>52.4
30-39	<31.5	31.5 - 35.4	35.5 - 40.9	41.0 - 44.9	45.0 - 49.4	>49.4
40-49	<30.2	30.2 - 33.5	33.6 - 38.9	39.0 - 43.7	43.8 - 48.0	>48.0
50-59	<26.1	26.1 - 30.9	31.0 - 35.7	35.8 - 40.9	41.0 - 45.3	>45.3
60+	<20.5	20.5 - 26.0	26.1 - 32.2	32.3 - 36.4	36.5 - 44.2	>44.2

HEYWARD, V (2006) *Advanced Fitness Assessment and Exercise Prescription*, Fifth Edition, Champaign, IL: Human Kinetics.

**Figure 1. Normes du  $VO_{2max}$  (ml/kg/min) selon l'âge et le sexe**

Tremblay et coll. (2010) ont récolté des données pour dessiner un portrait du niveau de conditionnement physique chez les jeunes canadiens âgés de 6 à 19 ans. La prédiction moyenne du  $VO_{2max}$  pour les 15-19 ans est de 51ml/kg/min pour les garçons et de 42ml/kg/min pour les filles. Ce qui est légèrement supérieur aux normes répertoriées de la revue de littérature de Shvartz (1990) et de Wilmore et coll. (2008) : Shvartz obtient 48ml/kg/min pour les garçons âgés de 18 ans et de 41ml/kg/min pour les filles du même âge (Shvartz, 1990); alors que Wilmore et coll. obtient une moyenne pour le groupe d'âges des 18-22 ans entre 44-50ml/kg/min pour les hommes et entre 38-42ml/kg/min pour les femmes (Wilmore et coll., 2008). Chiasson (2001) rapporte, à la suite de la cueillette des résultats obtenus auprès de 1578 étudiants et étudiantes, une valeur moyenne du  $VO_{2max}$  de 48ml/kg/min pour les hommes âgés de 17 à 20 ans et pour les

femmes de la même tranche d'âges, la valeur moyenne est 37ml/kg/min, ce qui est légèrement plus faible que celle de Shvartz et Tremblay. Le prochain tableau compare ces résultats selon les auteurs et les méthodes utilisées pour l'obtention de ces moyennes.

Tableau 1 *Comparatif des moyennes du VO<sub>2max</sub> obtenues*

Auteurs	Hommes Âge/VO <sub>2max</sub>	Femmes Âge/VO <sub>2max</sub>	Méthodes utilisées pour mesurer le VO <sub>2max</sub>
Institut Cooper	13 ans-19 ans : <b>38— 45,4 ml/kg/min</b>	13 ans-19 ans : <b>31— 34,9 ml/kg/min</b>	Compilation des résultats obtenus d'un protocole direct
Tremblay et coll.	15 ans-19 ans : <b>51ml/kg/min</b>	15 ans-19 ans : <b>42ml/kg/min</b>	Compilation obtenue d'un protocole indirect (PACm)
Shvartz	18 ans <b>48ml/kg/min</b>	18 ans <b>41ml/kg/min</b>	Compilation d'études utilisant des protocoles directs
Willmore et coll.	18 ans-22 ans <b>44-50ml/kg/min</b>	18 ans-22 ans <b>38-42ml/kg/min</b>	Compilation de résultats obtenus de protocoles directs
Chiasson	17 ans-22 ans <b>48ml/kg/min</b>	17 ans-22 ans <b>37ml/kg/min</b>	Compilation protocole indirect (PACm)
Bouchard et coll.	16 ans-65 ans <b>41ml/kg/min</b>	17 ans- 65 ans <b>33ml/kg/min</b>	Ergocycle, protocole indirect

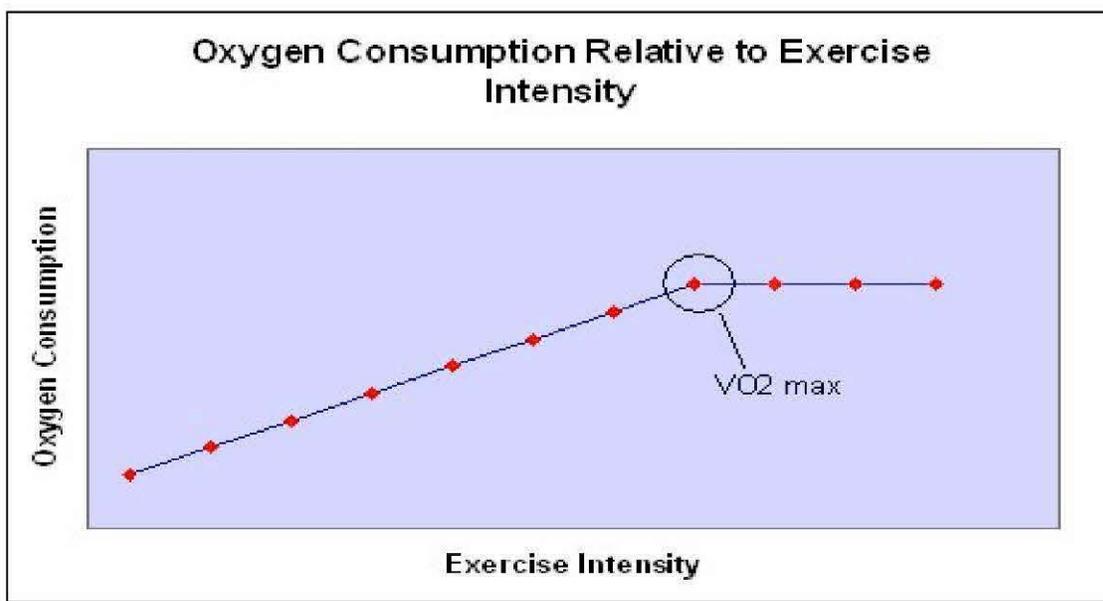
Bien sûr, il est important de souligner que les résultats obtenus par Tremblay et coll., tout comme Chiasson (2001), proviennent d'un test cardiovasculaire indirect, le Physitest canadien modifié (PACm), pour l'obtention du VO<sub>2max</sub>. Donc, les résultats obtenus proviennent d'une prédiction;

comme nous le verrons au point 1.8 de cet ouvrage, cette méthode est moins précise que celle employée par Shvartz ou encore l'institut Cooper, qui eux, ont utilisé, lors de leur recension des données, des études ayant utilisé des protocoles de mesure directe du  $VO_{2max}$ . De cette façon, nous obtenons une valeur du  $VO_{2max}$  plus précise qu'une simple prédiction obtenue d'un test indirect comme le PACm.

Préalablement, avant de survoler les différents tests de terrain de la présente étude, nous nous devons de présenter, dans les prochains paragraphes, les principaux postulats qui déterminent le  $VO_{2max}$  ainsi que ses facteurs limitatifs.

#### **1.4 L'identification du plateau et les facteurs limitant le $VO_{2max}$**

Tout d'abord, sous sa forme la plus simple, le  $VO_2$  est le volume d'oxygène inspiré moins le volume d'oxygène expiré (Willmore et coll., 2008), définissant ainsi le  $VO_{2max}$  comme étant le plus haut ratio d'oxygène consommé atteint lors d'un exercice physique à intensité maximale prolongée (Willmore et coll., 2008). Comme démontré dans la figure 2, le  $VO_{2max}$  est identifié lorsque la consommation d'oxygène du sujet ne suit plus, ou à peine, l'augmentation de l'intensité du travail, c'est-à-dire une augmentation inférieure à  $150 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$  d'oxygène; un ratio d'échanges gazeux respiratoires  $\leq 1,15$  (certains utilisent 1,10); une perception de l'effort de Borg supérieure ou égale à 17 sur une échelle de 6-20; la fréquence cardiaque qui plafonne alors que l'effort demandé augmente (ACSM, 2000; Baumgartner et coll., 2007). À ce moment-là, le sujet a atteint un plateau ou le  $VO_{2max}$  (Hill et Lupton, 1923; McArdle et coll., 1987; Basset et Howley, 1997, 2000; Bergh, Elkbom et Astrand, 2000; Robergs, 2001; Baumgartner et coll., 2007; Hale, 2008; Willmore et coll., 2008).



Source : [www.sport-fitness-advisor.com/VO2max.html](http://www.sport-fitness-advisor.com/VO2max.html)

**Figure 2. Consommation d'oxygène par rapport à l'intensité de l'exercice**

Par contre, ce plateau n'est pas toujours atteignable, même impossible à atteindre selon certains physiologistes, qui préfèreront plutôt parler de  $VO_{2pic}$  (Marino, Lambert et Noakes, 2004; Noakes et St Clair Gibson, 2004; Lambert, St Clair, Gibson et Noakes, 2005; Noakes, Lambert et St Clair Gibson, 2005; Brink-Elfegoun et coll., 2007; Foster et coll., 2007; Hawkins et coll., 2007; Thomas et Stephane, 2008). En raison de la difficulté à atteindre ce plateau, nous nous devons de présenter le principal protagoniste qui réfute l'existence de ce plateau, le physiologiste, Noakes (1988).

## 1.5 Le plateau réfuté

En 1988, un physiologiste, Noakes, vient réfuter le concept du plateau. Selon Noakes, les recherches de Hill ont été mal interprétées par la communauté scientifique et dans aucun cas le  $VO_{2max}$  n'est limité par les systèmes circulatoires et respiratoires. Il y aurait 4 prémisses pour réfuter ce concept :

Hill et ses collègues n'ont pas été capables de prouver l'existence d'un plateau lors de l'augmentation de l'intensité lors d'un effort physique (1988); la recherche a échoué dans la démonstration de l'existence du phénomène du plateau lors de l'exercice (1997); Hill n'a jamais voulu chercher et ne croit pas en l'existence du phénomène du plateau ou le concept de consommation maximale d'oxygène individuelle (1998); Hill croyait en une consommation d'oxygène maximale universelle de 4 l.min<sup>-1</sup> (1998); Hill et Lupton ne fournissent aucune preuve qu'ils ont mesuré simultanément la dette d'oxygène et la production d'acide lactique (1988). (p.365) (Noakes, 1988, 1997, 1998, 2008, cité par Hale, 2008) (traduction libre).

Noakes soutient que ce n'est pas le système cardiovasculaire qui limite la consommation maximale d'oxygène, mais bien le système musculo-squelettique : un système directeur qui empêcherait l'atteinte d'une consommation maximale d'oxygène (Noakes, 1988, 1997, 1998a, 1998b, 2008). Le cœur étant lui-même un muscle dépend lui aussi de son approvisionnement en oxygène. Donc, s'il existe une limite maximale de la consommation en oxygène, alors il y aurait des conséquences lors d'exercices à intensité maximale, causant ainsi une ischémie du myocarde (Noakes, 1998b). D'où l'utilité du système gouverneur qui viendrait limiter la consommation maximale d'oxygène.

Toutefois, plusieurs ont su défaire les arguments de Noakes (Basset et Howley, 1997, 2000; Bergh, Elkbom et Astrand, 2000; Robergs, 2001; Hale, 2008). Basset et Howley (2000) stipulent trois arguments qui viennent à l'encontre de ceux de Noakes : « 1) quand la livraison d'oxygène est modifiée (le dopage sanguin, l'hypoxie, ou des bêtabloquants), la valeur du  $VO_{2max}$  est modifiée; 2) l'augmentation du  $VO_{2max}$  résultant d'un entraînement est due essentiellement à une augmentation de la production cardiaque maximale (et non à une augmentation de la différence a-vO<sub>2</sub> [artérioveineuse d'oxygène]); et 3) quand une petite masse musculaire est surcompensée en oxygène, pendant l'exercice, on augmente de façon extrême sa capacité à consommer l'oxygène ».

Cependant, l'atteinte d'un plateau n'est pas nécessaire pour déterminer le  $VO_{2max}$ ; il suffit que le candidat soumis au test réponde au moins à un des trois critères nécessaires pour l'atteinte du  $VO_{2max}$  : un lactate sanguin ayant un taux  $> 8 \text{ mmol.l}^{-1}$ ; un quotient respiratoire de 1,15 l; l'atteinte de la fréquence cardiaque (FC) maximale selon l'âge  $\pm 10$  (Vandewalle, 2004; Hale, 2008). Alors, la valeur la plus élevée répertoriée sera le  $VO_{2max}$  ou plutôt le  $VO_{2pic}$ . Celle-ci peut être plus haute, plus basse, ou égale au plateau du  $VO_{2max}$ . Cette valeur, comme mentionnée plus haut, est acceptée par la plupart des physiologistes comme un indicateur valable pour mesurer la consommation maximale d'oxygène (Hale, 2008). Donc, un nouveau terme vient d'apparaître : le  $VO_{2pic}$ .

### 1.6 $VO_{2max}$ vs $VO_{2pic}$

Comme introduite plus haut, l'atteinte d'un plateau lors d'un effort physique intense serait difficile à atteindre. (Marino, Lambert et Noakes, 2004; Noakes et St Clair Gibson, 2004; Lambert, St Clair, Gibson et Noakes, 2005; Noakes, Lambert et St Clair Gibson, 2005; Brink-Elfegoun et coll., 2007; Foster et coll., 2007; Hawkins et coll., 2007; Thomas et Stephane, 2008). Cette situation est fréquente, surtout chez les sédentaires, les enfants, les personnes âgées et celles atteintes d'une maladie cardiorespiratoire (Heyward, 2006). En conséquence, certains utiliseront le terme « atteinte d'un pic » de consommation d'oxygène en remplacement de « l'atteinte d'un plateau » de consommation d'oxygène (Noakes, 1988; Myers, Walsh, Sullivan et Froelicher, 1990; Day et coll., 2003; Vandewalle, 2004; Midgley, McNaughton et Carroll, 2007; Whipp, 2010). Le pic est le point le plus élevé noté lors d'un test cardiovasculaire maximal, sans être nécessairement maintenu. Donc, dans ce contexte, le terme  $VO_{2max}$  sera remplacé par  $VO_{2pic}$  ( $VO_{2peak}$ ) (Vandewalle, 2004; Willmore et coll., 2008). D'autres facteurs viennent rendre l'atteinte du plateau difficile, ou encore, influencer la prédiction du  $VO_{2max}$ . Le type d'exercice, l'hérédité, le niveau d'entraînement, le sexe, la composition corporelle, l'âge, la motivation et la mesure de la fréquence cardiaque sont tous des facteurs pouvant influencer le  $VO_{2max}$  (Willmore et coll. 2008, 2008; McArdle et coll., 2009). C'est de ce dernier facteur, la fréquence cardiaque, que nous approfondirons au point suivant.

## 1.7 L'évaluation du $VO_{2max}$ et la fréquence cardiaque

Initialement, l'évaluation du  $VO_{2max}$  a été conçue pour prédire une performance sportive de longue durée, principalement à la course (McArdle et coll., 1987). On voulait déterminer qui, parmi les coureurs, est susceptible de remporter l'épreuve (McArdle et coll., 1987). Or, on a vite observé que, chez les athlètes de haut niveau, ce n'est pas nécessairement l'athlète ayant le  $VO_{2max}$  le plus élevé qui remportait la course (McArdle et coll., 1987). Néanmoins, il demeure un excellent prédicateur de la condition physique chez les sédentaires (Shephard, 1984,1999; ACSM, 2000; Heyward, 2006; Wilmore et coll., 2008). Qui plus est, au même titre que la composition corporelle, étroitement reliée avec le risque de mortalité, une faible capacité aérobie est associée avec un haut risque de mortalité (Shephard, 1984, 1999; ACSM, 2000).

Comme il a été mentionné plus haut, d'autres facteurs peuvent influencer la prédiction du  $VO_{2max}$ . Le type d'exercice, l'hérédité, le niveau d'entraînement, le sexe, la composition corporelle, l'âge et la motivation sont tous des facteurs pouvant influencer le  $VO_{2max}$  (Wilmore et coll., 2008; McArdle et coll., 2009). La fréquence cardiaque (« FC ») est directement reliée à la consommation d'oxygène lors d'un effort physique (Wilmore et coll., 2008; McArdle et coll., 2009). C'est pourquoi, lorsqu'il est difficile d'évaluer la consommation d'oxygène, plusieurs chercheurs se tournent vers la FC pour prédire le  $VO_{2max}$  (Wilmore et coll., 2008; McArdle et coll., 2009). Néanmoins, une même FC chez deux sujets ne signifie pas nécessairement la même consommation d'oxygène (McArdle et coll., 2009). De plus, la fréquence cardiaque entretiendrait une relation avec le  $VO_{2max}$  que l'on peut catégoriser d'asymptotique (Rowell et coll. 1964; Davies, 1968; Legge et coll., 1986; Akalan et coll., 2008). C'est-à-dire qu'à un certain point, la fréquence cardiaque cesse d'augmenter linéairement avec la consommation d'oxygène alors que celle-ci continue d'augmenter avec l'intensité de l'effort; c'est alors que le sujet aurait atteint la limite entre le seuil aérobie et anaérobie (Conconi et coll., 1982). D'autre part, plusieurs facteurs, autres que la consommation d'oxygène, pouvant influencer la FC sont à prendre en considération : température, émotion, apport alimentaire, posture, groupe de masse musculaire sollicité, modalité de travail, type de contraction (Wilmore et coll., 2008; McArdle et coll., 2009).

Comme mentionnée auparavant, lorsqu'on utilise la FC pour mesurer le  $VO_{2max}$ , la précision de l'évaluation repose sur quatre postulats (Grant, 1999) :

1. Linéarité relationnelle entre la fréquence cardiaque et la consommation d'oxygène (intensité de travail);
2. La fréquence cardiaque maximale identique chez tous les sujets;
3. L'efficacité mécanique constante;
4. La variation journalière de la FC.

Malgré ces limitations citées plus haut, le  $VO_{2max}$  prédit par un test cardiovasculaire indirect diffère seulement de 10-20 % avec le  $VO_{2max}$  réel mesuré par un test cardio-vasculaire direct (McArdle et coll., 1987, 2009; Vanderburgh, 2007). La FC maximale peut également jouer de  $\pm 10$  bat/min chez des individus du même groupe d'âges; c'est pourquoi une nouvelle formule de l'estimation de FC maximale a été proposée pour diminuer cet écart :  $208 - (0,7 \times \text{âge})$  (Tanaka et coll., 2001; Wilmore et coll., 2008).

Après avoir déterminé les principaux facteurs entourant le  $VO_{2max}$ , pour le prochain point, nous pouvons entrer dans le vif du sujet : les tests cardiovasculaires. Nous débuterons avec un survol des méthodes pour mesurer le  $VO_{2max}$ , pour poursuivre avec le principe de la spécificité et terminer avec la description des tests de terrain, c'est-à-dire, le test à doubles marches, le CLW, le test de course navette de 20 mètres et le test de marche/course de 12 minutes Cooper.

### **1.8 La mesure du $VO_{2max}$ : La méthode directe par rapport la méthode indirecte**

La méthode directe est celle des deux qui permet une mesure précise du  $VO_{2max}$ ; l'instrument préconisé est le spiromètre à circuit ouvert (Baumgartner et coll., 2007). Le test demande à être réalisé en laboratoire à l'aide d'un protocole progressif sur un tapis roulant ou un vélo ergométrique ou tout autre ergomètre spécifique à la spécialité de l'athlète. Le principe du spiromètre est de mesurer les échanges gazeux lors de l'expiration durant un exercice maximal. Cette dernière méthode qui est relativement simple, mais très coûteuse, demande un personnel expérimenté et entraîné, et en plus, un sujet prêt à réaliser le test jusqu'à épuisement. C'est pour

ces raisons que ce type de test n'est pas à privilégier pour évaluer l'endurance cardiorespiratoire chez une population générale (Baumgartner et coll., 2007). Par conséquent, la méthode indirecte se voit comme la méthode tout indiquée pour répondre aux attentes de l'éducateur physique (Baumgartner et coll., 2007). Il est possible de prédire le  $VO_{2max}$ , car la consommation d'oxygène est reliée à un certain nombre de postulats, dont la consommation d'oxygène qui est reliée linéairement avec la fréquence cardiaque et l'augmentation de l'intensité lors d'un exercice; la prédiction de la fréquence cardiaque maximale; la constance de l'efficacité mécanique de l'exercice; la variation quotidienne de la fréquence cardiaque (Grant, Joseph et Campagna, 1999). Donc, avec l'aide de la méthode indirecte, le  $VO_{2max}$  peut être estimé de façon relativement juste (Baumgartner et coll., 2007). Les points suivants traitent de tests reconnus pour être valides, soit le test navette de 20 mètres de Léger et Gadoury (1989) et le test de marche/course de 12 minutes de Cooper (1968).

### **1.8.1 Les tests indirects maximaux et sous-maximaux**

Comme nous l'avons décrit auparavant, deux méthodes sont à notre disposition pour prédire le  $VO_{2max}$ , soit par des tests maximaux ou par des tests sous-maximaux. Dans cette partie, nous décrirons les trois principaux tests utilisés pour cette recherche : le test de 12 minutes de marche/course de Cooper (Cooper, 1968); le test navette de 20 mètres de Léger, Gadoury (1989); le test CLW.

#### **1.8.1.1 Le 12 minutes Cooper**

Le test de course/marche de 12 minutes porte le nom de son inventeur : Dr Kenneth Cooper. Ce test fut mis au point pour déterminer la condition des soldats américains (Cooper, 1968). Le test consiste à parcourir la plus grande distance possible en 12 minutes. À l'aide de la formule de régression suivante, d'après Heywood (2006), il est possible de prédire le  $VO_{2max}$  :

$$VO_{2max} = (distance\ en\ m\ sur\ 12min - 504,9) / 44,73$$

Le 12 minutes de Cooper aurait obtenu un coefficient de corrélation de  $> 0,90$  (Cooper, 1968). Ce test a été critiqué par Williamson et Hamley (1984) : le test repose sur la motivation et les

compétences d'autostimulation et les résultats pourraient être en partie attribuables au système anaérobie et aux compétences athlétiques des candidats, donc, plus appropriés pour les populations sportives (Andrew, 2010). Dans la même direction, Penery et coll. (2008) reporte que le Cooper sous-évalue le  $VO_{2max}$  pour les candidats moins entraînés et le surévalue pour les candidats les plus forts, lorsque comparés avec la mesure directe. Selon cette étude de Jason et coll. (2011), le test navette de 20 mètres serait plus approprié pour évaluer une population hétérogène, en raison de la possibilité d'erreur de la moyenne.

### **1.8.1.2 Le test navette de 20 mètres Léger et Gadoury (1989)**

Pour répondre à une demande du milieu de l'éducation, Léger et Gadoury ont validé en 1989 le test navette de 20 mètres avec palier de 1 minute auprès des jeunes adultes (18 à 29 ans). Le test consiste à faire des allers-retours sur une distance de 20 mètres. La vitesse du premier palier est de 8,5 km/h et augmente après une minute de 0,5 km/h, et ce, à chaque palier. Un timbre sonore dicte la vitesse à suivre. À chaque timbre sonore qui se fait entendre, le candidat doit pivoter et retourner de l'autre côté avant ou en même temps que le prochain timbre sonore. À l'aide d'une formule de régression, il est alors possible d'estimer le  $VO_{2max}$  :

$$VO_{2max} = 31,025 + (3,238 * (\text{palier atteint}/2 + 8)) - (3,248 * \text{âge}) + (0,1536 * (\text{palier atteint}/2 + 8)) * \text{âge}$$

Ils ont obtenu une corrélation de 0,90 et une erreur standard de 4,4 ml.kg-1.min-1 (Baumgartner et coll., 2007). Contrairement, à Jason et coll. (2011), Léger et coll. (1989), Ramsbottom et coll. (1988), Cooper et coll. (2005) reconnaissent que le test navette de 20 mètres est fiable sur la reproductivité, mais qu'il n'est pas valide pour prédire le  $VO_{2max}$ . La principale cause est que les études ultérieures sur le test navette de 20 mètres, selon Cooper et coll. (2005), ont été réalisées avec les mauvais tests statistiques. Ils ont utilisé la corrélation, alors que selon ces auteurs, les statistiques de concordance auraient été plus appropriées pour valider le test navette de 20 mètres. Par contre, lorsque la corrélation est utilisée, ils obtiennent une corrélation de  $r = 0,78$  (Cooper et coll., 2005).

### 1.8.1.3 Les limites des tests maximaux de course

Le postulat principal des tests maximaux de course est que plus la distance prédéterminée est parcourue rapidement, ou encore, plus la distance parcourue est grande selon le temps fixé, plus le niveau de condition physique du candidat est élevé (Heyward, 2006). Par contre, plusieurs facteurs peuvent nuire à la fiabilité des prédictions du  $VO_{2max}$ , dont la motivation et l'efficacité de la technique de course. D'une part, ces deux facteurs peuvent faire en sorte que les tests Cooper et le test navette de 20 mètres sous-estiment la valeur du  $VO_{2max}$  chez les candidats non entraînés, et de l'autre, surestiment cette valeur chez les candidats entraînés (Vandewalle, 2004; Heyward, 2006; Penry, 2008; Penry et coll., 2011).

D'ailleurs à cet effet, Péronnet et Thibault (1989) ont mis au point une formule qui permet d'estimer le  $VO_{2max}$  en prenant en considération l'efficacité de la technique de course. La formule tient compte des variables suivantes : distance en mètre; temps en seconde; vitesse de course en km/h; le  $VO_2$ ; la puissance aérobique maximale (« PAM »). Toutefois, nous ne tiendrons pas compte de cette formule pour cette recherche; elle demande une expérience solide en évaluation de la course à pied de la part de l'équipe de recherche. Ce que nous n'avions pas au moment de la cueillette des données.

### 1.8.2 Le CLW et la méthodologie

Subséquentement à l'utilisation du PACm chez les étudiants du cégep de Lévis-Lauzon, certaines insatisfactions au sujet de la précision de la prédiction du  $VO_{2max}$  firent leur apparition chez les éducateurs physiques de ce même cégep. C'est alors que Chiasson (ancien éducateur physique et enseignant-chercheur au cégep de Lévis Lauzon), Lasnier (consultant en éducation) et Whittom (kinésologue) ont mis sur pied, en 2005, un test, dérivé du PACm : le CLW (Chiasson, Lasnier et Whittom, 2014). Les directives du CLW se trouvent à la fin de ce document (annexe A).

Toujours selon ces auteurs, ce qui distingue ce test progressif à doubles marches est que les 3 équations de régression multiple qui en découlent, servant à la prédiction du  $VO_{2max}$ , que nous décrirons, d'ailleurs, plus loin dans ce chapitre, ont été comparées à la valeur directe du  $VO_{2max}$  obtenue sur le même ergomètre, soit les marches doubles, plutôt qu'être comparé, comme la plupart des autres tests indirects, à un protocole direct sur tapis roulant ou ergocycle.

Le CLW a été créé pour une population étudiante âgée de 17 à 20 ans. Il a été développé auprès de 62 étudiants (n=28) et étudiantes (n=34). La mesure directe du  $VO_{2max}$  a été prise directement sur ces mêmes marches, grâce à l'appareil portatif de spirométrie de Cosmed, le K4b<sup>2</sup>. Les étudiants devaient réaliser le test, jusqu'à concurrence de 9 paliers de 3 minutes chacun avec une pause de 30 secondes entre chaque palier, en suivant la cadence imposée. Si l'étudiant atteignait le palier 6 et plus, les marches augmentaient de 0,5 pouce à chaque palier. Le tempo et la hauteur des marches par palier sont décrits dans le tableau 2. Le test prenait fin lorsque l'étudiant ne pouvait plus continuer en raison d'une sensation de fatigue extrême ou bien s'il ressentait des douleurs musculaires aiguës. L'étudiant pouvait aussi être arrêté par les évaluateurs lorsque celui-ci atteignait l'un de ces trois critères déterminant l'atteinte du  $VO_{2max}$  :

- L'atteinte d'un ratio d'échange respiratoire ( $RER = VCO_2/VO_2$ ) supérieur à 1,05;
- Plafonnement au niveau de la progression du  $VO_2$ ;
- Plafonnement au niveau de fréquence cardiaque ou l'atteinte de la fréquence cardiaque maximale selon la formule  $(220-\text{âge}) \times 0,95$ ;

Tableau 2 *Les paliers du CLW de la mesure directe du  $VO_{2max}$*

Palier	Cadence (pas/min)	Hauteur de la marche (pouces)
1	102	9,5
2	114	9,5
3	120	9,5
4	132	9,5
5	144	9,5
6	144	10,0
7	144	10,5
8	144	11,0
9	144	11,5

Source : Chiasson et coll., mars 2014

Pour développer les équations de régression multiple pour la prédiction du  $VO_{2max}$ , les auteurs ont collecté les variables suivantes :

- fréquence cardiaque à chaque palier de l'exercice;
- numéro du dernier palier réalisé (numéroté par ordre croissant);
- sexe;
- l'âge;
- IMC;
- poids;
- taille;
- hauteur des hanches;
- hauteur des jambes;
- circonférence de la taille;
- circonférence au niveau des hanches;
- circonférence des cuisses;
- circonférence au niveau des biceps;
- circonférence au niveau de l'avant-bras;
- circonférence des mollets;
- plis cutanés (biceps, triceps, iliaque, biceps droit de l'abdomen, sous-scapulaire).

Après avoir testé plusieurs combinaisons pour la création des équations de régression multiple, six variables prédictives ont été retenues :

- le sexe;
- la fréquence cardiaque après le dernier palier complété;
- circonférence du mollet droit et du biceps droit en cm;
- l'IMC;
- le tour de taille en cm.
- Plis cutanés du triceps droit en mm

Et maintenant, ces six variables prédictives se retrouvent dans au moins une des équations suivantes retenues par les auteurs :

Équation 1 ( $r=0,77$ ; ESE= 5,09) :

$$VO_{2max} = 101,1774 - 8,6156 (\text{sexe}) - 0,1296 (FC) - 0,4080 (\text{mollet}) - 0,2315 (\text{biceps})$$

Légende :

Sexe : 1 = garçon; 2 = fille; FC : fréquence cardiaque/minute, après le dernier palier complété; Mollet : circonférence du mollet droit en cm; Biceps : circonférence du biceps droit en cm (Chiasson et coll., 2014).

Équation 2 ( $r=0,80$ ; ESE= 4,92) :

$$VO_{2max} = 91,8715 - 7,3292 (\text{sexe}) - 0,1161 (FC) - 1,0658 (\text{mollet}) - 0,1805 (\text{triceps}) + 0,6323 (IMC) + 3,7729 (\text{Palier 1-3})$$

Légende :

Sexe : 1 = garçon; 2 = fille; FC : fréquence cardiaque/minute, après le dernier palier complété (palier 1 ou 2 ou 3); Mollet : circonférence du mollet droit en cm; Triceps : pli cutané du triceps droit en millimètre; IMC : division du poids en kilogramme par la taille en mètre carré ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ); Palier 1-3 : le numéro du dernier palier complété (1 ou 2 ou 3) (Chiasson et coll., 2014).

Équation 3 ( $r=0,90$ ; ESE= 4,03) :

$$VO_{2max} = 76,5900 - 6,7717 (\text{sexe}) + 4,1966 (\text{palier1-9}) + 1,0386 (IMC) - 0,2931 (\text{taille}) - 0,7082 (\text{biceps}) - 0,1039 (FC)$$

Légende :

Sexe : 1 = garçon; 2 = fille; Palier 1-9 : le numéro du dernier palier complété (1 à 9); FC : fréquence cardiaque/minute, après le dernier palier complété (palier 1 à 9); Biceps : circonférence du biceps droit, en cm; Taille : circonférence de la taille en cm; IMC : division du poids en kilogramme par la taille en mètre carré ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) (Chiasson et coll., 2014).

Le CLW possède deux caractéristiques avantageuses, lorsque la première équation est utilisée : il est sous-maximal et il comprend seulement deux paliers de 3 min, dont une pause de 30 secondes pour un total de 6 min 30 secondes, pour sa réalisation. Pour ce qui est des deux autres équations, la passation du test se voit rallongée. La décision repose sur le degré de précision que nous désirons obtenir. Nous pouvons utiliser l'équation à trois ou à cinq paliers; plus il y a de paliers, plus le test est précis. Dans ces conditions, nous prolongeons le CLW de 4 min à 24 min 30 secondes respectivement. Selon Chiasson et ses collègues, la corrélation obtenue auprès d'une mesure directe du  $VO_{2max}$ , prise directement sur les marches doubles, et celles prédites par les équations sont pour la première formule de  $r = 0,77$  ESE= 5,09, pour la deuxième  $r = 0,79$  ESE= 4,92 et pour la troisième  $r = 0,90$  ESE= 4,03 (Chiasson, Lasnier et Whittom, 2014). Malgré, une corrélation plus basse, ce sont les deux premières équations qui ont été retenues par la présente étude; la raison est que ces deux méthodes sont les plus rapides à passer en classe. Comme nous venons de le mentionner, la première méthode comprend 2 paliers et prend seulement 6 min 30 s. Pour le besoin et la simplicité, nous appellerons cette première formule le CLW. Alors que la deuxième formule, que nous identifierons comme le CLW2, peut demander un palier supplémentaire, dans le cas où le candidat n'aurait pas atteint une fréquence cardiaque de plus de 185 battements/minute à la fin du deuxième palier, alors le candidat doit exécuter un troisième palier de 3 minutes.

Malheureusement, sa nouveauté et sa faible diffusion font qu'actuellement aucun écrit scientifique n'est accessible publiquement. Toutefois, les auteurs nous ont donné accès à leur méthodologie qui sera publiée prochainement.

### **1.8.2.1 Similarités avec le PACm**

Voici les similarités entre ces deux tests. Tout comme le PACm, le CLW utilisent des marches que les sujets doivent monter et descendre en suivant un tempo prédéterminé pour chacun des paliers exécutés, soit de 102 pas/min pour le premier palier, de 114 pas/min pour le deuxième et de 120 pas/min pour le troisième et dernier palier.

### 1.8.2.2 Différences avec le PACm

Contrairement au PACm, le CLW utilise le même tempo pour les deux sexes; soit celui du palier trois et quatre chez les femmes. De plus, seulement deux paliers doivent être complétés pour connaître la valeur estimée du  $VO_{2max}$ . De cette façon, le CLW est rapide à administrer, donc, idéal si nous désirons l'employer pour un large groupe. Les marches du CLW sont d'une hauteur de 24,1 cm comparativement à 20,3 cm pour le PACm. Une autre différence se situe au niveau des formules de régression multiple :

La formule du PACm :

$$VO_{2max} = 42,5 + 16,6(VO_2) - 0,12(P) - 0,12(FC) - 0,24(A)$$

« P » signifie le poids de la personne évaluée, « FC » est la fréquence cardiaque et « A » est l'âge.

En ce qui concerne la formule du CLW :

$$VO_{2max} = 101,1774 - 8,6156 (1 \text{ ou } 2) - 0,1296 (FC2) - 0,4080 (\text{mollet droit}) - 0,2315 (\text{biceps droit})$$

« 1 » signifie féminin et « 2 » masculin; « FC2 » équivaut à la fréquence cardiaque atteinte à la fin du dernier palier; alors que « mollet droit » et « biceps droit » signifie la circonférence du mollet droit et du biceps droit, respectivement.

Ici, nous tenons à rappeler les raisons de l'utilisation du CLW2 dans cette recherche. Selon Chiasson et coll. (2014), cette formule s'avère être plus juste dans sa prédiction du  $VO_{2max}$ . En revanche, la différence ne vaut peut-être pas la peine d'exécuter un troisième palier qui rallongerait le test de 3 min 30 s. Par contre, il faut rappeler que le but premier du CLW est d'être rapide, facile d'exécution et précis. C'est pourquoi il devient intéressant de soumettre cette équation à cette étude pour la comparer avec les deux autres tests de course mentionnés précédemment et, par le fait même, au CLW lui-même. La prochaine formule de régression

multiple est celle du CLW2. Elle comprend les mêmes variables que le CLW en plus de l'indice de masse corporelle (IMC) et du dernier palier atteint par le sujet :

$$VO_{2max} = 109,5935 - 9,7937 * (1 \text{ ou } 2) - 0,1439 * (FC) - 0,9956 * (\text{mollet droit}) - 0,5314 * (\text{biceps droit}) + (\text{palier } 2 \text{ ou } 3) - 0,8702 * IMC$$

« 1 » signifie masculin et « 2 » féminin; « FC » équivaut à la fréquence cardiaque atteinte à la fin du dernier palier; « mollet droit » et « biceps droit » signifie la circonférence du mollet et du biceps droit respectivement; « palier » est le dernier palier atteint (le deuxième ou le troisième); « IMC » est l'indice de masse corporelle.

Cependant, malgré la spécificité de l'ergomètre, est-ce que le CLW peut prédire les performances des tests de course navette de 20 mètres et 12 minutes Cooper?

### **1.9 Le principe de la spécificité du $VO_{2max}$ , de l'entraînement et de l'ergomètre**

La spécificité pourrait se traduire par les adaptations physiologiques et métaboliques spécifiques reliées à la surcharge administrée lors d'un entraînement (Magel et coll., 1975; McArdle et coll., 1987, 2009; Wilmore et coll., 2008). Or, si on désire obtenir une amélioration spécifique, par exemple la capacité aérobie dans un mode d'exercice donné, alors nous devons solliciter ce système aérobie par ce même mode d'exercice spécifique. Par exemple, si nous voulons améliorer notre efficacité à la course à pied, nous devons courir. D'ailleurs, Magel et coll. (1975) l'ont démontré dans leur étude chez des nageurs récréatifs qui se sont soumis à un entraînement de 10 semaines en natation. Ils ont été évalués à la nage et sur tapis roulant avant et après l'entraînement en natation. Étonnamment, il n'y a eu aucune augmentation de la capacité aérobie, lorsque mesurée sur tapis roulant. Toutefois, une augmentation de 11 % a été démontrée au test de nage. Ce qui vient nous confirmer que l'adaptation aérobie est hautement spécifique au type d'entraînement, comme la natation, et ne peut pas se transférer à la course à pied et que le choix de l'ergomètre serait important lors de l'évaluation d'un mode d'exercice ou un sport spécifique comme la natation (Magel, 1975).

Chez les athlètes, la spécificité de l'ergomètre joue un rôle très important lors de la sélection du type de test; elle est étroitement reliée au type de sport et de l'entraînement pratiqué. (McArdle et coll., 1987; Cerretelli, 2002; Wilmore et coll., 2008). Ceci peut s'expliquer en partie par l'adaptation du groupe musculaire sollicité lors de la pratique sportive ou de l'entraînement (McArdle et coll., 1987). Stromme et coll. (1977) ont réalisé une étude sur le choix de l'ergomètre chez des athlètes en cyclisme, en aviron et en ski de fond. Ils ont été évalués sur un tapis roulant, et puis comparés sur un ergomètre spécifique représentant leur sport de prédilection; tous ont mieux performé sur l'ergomètre spécifique à leur sport. Ils concluent que le choix de l'ergomètre joue un rôle important lorsqu'on évalue le  $VO_{2max}$  chez des athlètes de haut niveau (Stromme et coll., 1977). Toutefois, Thompson (1980) montre, bien que l'adaptation aérobique soit spécifique à l'entraînement, que le muscle cardiaque peut être amélioré par différents types d'exercices et donc, que l'adaptation serait transférable (McArdle et coll., 1987; Spalding et coll., 2004). Les principales adaptations du muscle cardiaque se traduisent par une augmentation de la fréquence cardiaque maximale et une diminution de la fréquence cardiaque lors d'un même effort sous-maximal (McArdle et coll., 1977; Zavorsky, 2000). Alors, est-ce que la spécificité de l'ergomètre jouerait un rôle moins important chez t population générale non spécialement entraînée?

L'étude de Jetté consistait à comparer la prédiction du Physitest canadien à un test sur ergocycle d'Astrand et un test sur tapis roulant chez une population générale âgée de 20 à 59 ans. Il conclut que le Physitest canadien était comparable au test de tapis roulant, alors que le test sur ergocycle était plus faible (Jetté, 1979). Nous avons le même discours avec Shephard et coll. (1968) qui ont comparé trois modes d'exercices et ergomètres : la course à pied et le tapis roulant (en montée); le cyclisme et l'ergocycle; les montées d'escaliers (step test) avec les marches doubles. Ils conclurent qu'il est possible d'interchanger les modes d'évaluation pour mesurer le  $VO_{2max}$  chez une population générale, car la différence est mince entre les trois ergomètres. Dans ces conditions, ils recommandent d'utiliser une échelle comparative appropriée. Malgré la possibilité d'interchanger le mode d'évaluation, c'est au tapis roulant qu'ils ont obtenu un plus haut  $VO_{2max}$ . Suivi de près par le step test (3,4 % inférieur) et l'ergocycle, qui a obtenu un résultat plus faible (6,6 % inférieur). Une explication plausible est, d'une part, que plusieurs des sujets se plaignaient de douleurs locales aux quadriceps, dues au manque de pratique en vélo, donc directement reliée

avec la spécificité de l'exercice et ses adaptations. Le step test se trouvait entre le tapis (fatigue générale et essoufflement) et le vélo (douleur locale au quadriceps) (Shephard, 1967; Shephard et coll., 1968). De plus, Ben-Ezra et coll. (1991), ont démontré dans leur étude, qu'après un programme de 10 semaines sur tapis roulant ou sur marches, les modes d'entraînement pour tester l'amélioration du  $VO_{2max}$  sont interchangeables.

Or, chez une population générale non entraînée spécifiquement, un ergomètre utilisant un exercice sollicitant une masse musculaire importante en plus de l'utilisation de la fréquence cardiaque pour prédire le  $VO_{2max}$ , à l'intérieur de son équation de régression, tout comme le CLW le fait, serait-il en mesure de prédire une performance à la course à pied?

Or, la présente étude a pour principal objectif de vérifier la capacité du CLW à prédire les résultats des tests de course navette de 20 mètres (Léger et Gadoury, 1989) et le 12 minutes de marche/course de Cooper (Cooper, 1968) auprès d'une population étudiante âgée entre 17 et 20 ans du cégep de l'Abitibi-Témiscamingue, et ce, dans l'optique de les remplacer par le CLW. Dans un deuxième temps, cette recherche comparera les résultats obtenus d'après le CLW à une deuxième équation de régression multiple (CLW2) avec ceux des deux autres tests de course pour connaître si l'ajout d'un troisième palier au CLW est nécessaire pour une meilleure concordance entre les tests. Finalement, comme dernier objectif, nous regrouperons les valeurs obtenues des trois tests en catégories pour déterminer s'il existe une meilleure concordance entre ceux-ci en raison de cette catégorisation.

En résumé, le  $VO_{2max}$  est la mesure standard pour déterminer la condition physique générale. Plusieurs protocoles directs ainsi qu'indirects sont à la disposition des intervenants et chercheurs dans le domaine de l'activité physique et de la performance sportive en clinique.

En milieu scolaire, ce sont les tests de terrain qui sont privilégiés : rapides, peu coûteux, possibilité d'évaluer plusieurs personnes en même temps et peu de matériel nécessaire. Par contre, le  $VO_{2max}$  obtenu ne reste qu'une prédiction. Parmi ces tests, le 12 minutes de Cooper et le test navette de 20 mètres sont des tests dont la validité a été démontrée à maintes reprises. Les principaux défauts de ces tests, surtout pour les cours d'éducation physique, sont l'espace requis,

la motivation des candidats qui est mise à l'épreuve, ainsi que l'exigence physique. C'est pourquoi le CLW a fait son apparition. Il prend peu de place, est rapide à exécuter, et est sous-maximal. Pour ces raisons, le CLW semble tout à fait approprié pour substituer un test de course lorsqu'un étudiant doit reprendre un test de course en fin de session et que le gymnase n'est pas disponible ou que la température n'est pas adéquate.

Cependant, est-ce que le CLW est en mesure de prédire les performances des tests de course navette de 20 mètres et de 12 minutes de Cooper?

## Chapitre 2

### Problématique

Au Québec, les étudiants, au niveau collégial, doivent réussir leurs cours d'éducation physique pour l'obtention de leur diplôme d'études collégiales. Dans ces circonstances, à la fin de leurs études, les étudiants doivent être en mesure d'évaluer leur condition physique, de se fixer des objectifs, de construire et de gérer un programme d'entraînement et de l'intégrer de façon récurrente dans un mode de vie favorisant l'autonomie par rapport à l'activité physique de loisir et à la santé (MELS, 2009).

Dans ces circonstances, l'étudiant doit démontrer son autonomie en faisant un suivi de son entraînement, et surtout, en démontrant ses capacités à déterminer ses besoins et ses capacités quant à l'activité physique dans une perspective de santé et de vie active. Pour ce faire, l'étudiant doit réaliser des tests physiques, dont un test pour mesurer sa capacité cardiovasculaire. Or, les étudiants du cégep de l'Abitibi-Témiscamingue n'ont pas toujours accès aux gymnases ou à la piste extérieure pour réaliser leurs tests physiques : les installations très populaires ne sont pas toujours disponibles en même temps que les étudiants; d'un autre côté, certains locaux n'ont pas l'espace suffisant et ne permettent donc pas de courir, et ce, même sur une courte distance de 20 mètres; ou bien, à la fin de la session d'automne, la neige a souvent pris place sur la piste extérieure ayant pour effet de rendre impossible la réalisation du test selon les conditions initiales du premier. Conséquemment, le CLW deviendrait un outil intéressant à utiliser pour connaître sa capacité cardiovasculaire ou son amélioration en réponse à un entraînement cardiovasculaire, et donc, d'être en mesure de confectionner un programme d'entraînement approprié selon les objectifs et ambitions personnelles de chacun.

Or, est-il possible de prédire les résultats d'un test course avec le CLW? Ultérieurement discuté dans le premier chapitre, le tout nous dirige à envisager sérieusement cette solution, et surtout si on se réfère au principe de la spécificité. En effet, la masse musculaire utilisée lorsque l'on monte et descend les marches est similaire à la marche et à la course à pied (Ben-Ezra, 1991, Cerretelli,

2002). D'autre part, monter et descendre des escaliers est une activité physique que la majorité pratique ou a déjà pratiqué au même titre que la marche et la course dans une population saine et en santé (Nevill et coll., 2004). D'ailleurs, selon Nevill et coll. (2004), l'importante masse musculaire des jambes apporte une contribution majeure dans l'obtention d'un  $VO_{2max}$ . Donc, les tests de course et le CLW sont des activités physiques où nous devons supporter, à l'aide des jambes, notre poids corporel. Or, nous sommes en mesure d'espérer obtenir un résultat semblable. De plus, nous savons qu'il existe une différence entre les hommes et les femmes lorsque le  $VO_{2max}$  est comparé en millilitre (McArdle et coll., 1987). Donc, nous pouvons croire que si le CLW est un instrument valide, il devrait être en mesure de distinguer ces différences.

Dans ces conditions, la question se pose : Est-ce que le résultat du test CLW est comparable aux résultats obtenus au moyen des tests navette de 20 mètres et 12 minutes de Cooper chez les étudiants et étudiantes de 17 à 20 ans du cégep de l'Abitibi-Témiscamingue? Si oui, est-ce que l'ajout d'un troisième palier au test CLW (CLW2) améliore significativement sa capacité à prédire les performances aux tests de course?

Or, la présente étude a pour principal objectif de vérifier la capacité du CLW à prédire les résultats des tests de course navette de 20 mètres (Léger et Gadoury, 1989) et le 12 minutes de marche/course de Cooper (Cooper, 1968) auprès d'une population étudiante âgée entre 17 et 20 ans du cégep de l'Abitibi-Témiscamingue, et ce, dans l'optique de les remplacer par le CLW. Dans un deuxième temps, déterminer s'il existe une différence entre les hommes et les femmes pour les résultats obtenus par le CLW. Troisièmement, cette recherche comparera les résultats obtenus d'après le CLW à une deuxième équation de régression multiple (CLW2) avec ceux des deux autres tests de course pour connaître si l'ajout d'un troisième palier au CLW est nécessaire pour une meilleure concordance entre les tests. Finalement, comme dernier objectif, nous regrouperons les valeurs obtenues des trois tests en catégories pour déterminer s'il existe une meilleure concordance entre ceux-ci en raison de cette catégorisation.

## 2.1 Question de recherche/hypothèses

Tout d'abord, cette recherche a pour principal objectif de vérifier la capacité du CLW à prédire les résultats des tests de course navette de 20 mètres (Léger et Gadoury, 1989) et le 12 minutes de marche/course de Cooper (Cooper, 1968) auprès d'une population étudiante âgée entre 17 et 20 ans du cégep de l'Abitibi-Témiscamingue, et ce, dans l'optique de les remplacer par le CLW.

Plus précisément, les objectifs et les hypothèses de cette recherche sont :

Objectifs :

1. Vérifier s'il existe une différence entre les hommes et les femmes lorsque les prédictions du  $VO_{2max}$  pour chacun des tests sont comparées.
2. Vérifier si l'ajout d'un troisième palier au CLW améliore ses capacités de prédiction des résultats du  $VO_{2max}$  des tests de course navette de 20 mètres et le 12 minutes de Cooper.
3. Vérifier s'il existe une corrélation entre les valeurs brutes du  $VO_{2max}$  obtenues par le CLW et celles des tests de course navette de 20 mètres et le 12 minutes de Cooper.
4. Vérifier s'il existe une relation linéaire entre le CLW et les tests de course navette de 20 mètres et 12 minutes de Cooper.
5. Vérifier s'il existe une concordance entre les valeurs catégorisées du  $VO_{2max}$  obtenues par le CLW et celles des tests de course navette de 20 mètres et le 12 minutes de Cooper.

Hypothèses :

1. Il existe une différence significative entre les moyennes des  $VO_{2max}$  des hommes et des femmes pour chacun des tests.
2. Il existe une différence significative entre le CLW et le CLW2
3. Il existe une corrélation significative pour la prédiction du  $VO_{2max}$  entre le CLW, le test navette de 20 mètres et le test 12 minutes de Cooper.
4. Il existe une relation significative entre le CLW, le test navette de 20 mètres et le test 12 minutes de Cooper.
5. Il existe une concordance significative entre le CLW, le test navette de 20 mètres et le test 12 minutes de Cooper.

## Chapitre 3

### Méthodologie

Dans cette section, nous discuterons du plan de recherche, soit les variables, du recrutement des participants, des critères de sélection, du déroulement de la recherche ainsi que de la façon dont les données seront analysées.

#### 3.1 Les variables

Tout d'abord, cette recherche a pour but de valider le CLW en le comparant avec les tests de navette de 20 mètres et le test 12 minutes de Cooper. Les variables qui seront observées seront :

- La fréquence cardiaque avant l'effort.
- La fréquence cardiaque à l'effort du palier 1; 2; 3.
- La fréquence cardiaque après l'effort.
- La distance parcourue.
- Le nombre de paliers atteints.
- La prédiction du  $VO_{2max}$  par les 3 tests cardio-vasculaires.
- La circonférence du biceps droit.
- La circonférence du mollet droit.
- Le poids.
- La taille.
- L'âge.
- Le sexe.

### 3.2 Participants et recrutement

En premier lieu, tous les participants de cette étude ont lu et signé le formulaire de consentement. Cette recherche a été approuvée par le comité d'éthique avec des êtres humains de l'UQAT (CÉR). Le certificat éthique a été émis le 9 mars 2012 (annexe B).

Soixante étudiants et étudiantes âgés de 17 à 20 ans ont été sélectionnés parmi les classes d'éducation physique du cégep de l'Abitibi-Témiscamingue du campus de Rouyn-Noranda. Lors de la 7<sup>e</sup> semaine de la session d'hiver 2012, le recrutement des volontaires a été réalisé à l'intérieur des groupes d'éducation physique et du cours d'habiletés physiques reliées au travail d'un policier selon les critères de sélection du tableau 3. Étant donné que tous devaient passer des tests cardiovasculaires en début et fin de session, nous avons pensé qu'il serait plus facile d'obtenir leur participation; surtout s'ils n'ont pas à se déplacer spécialement pour participer à la recherche. Sur une possibilité de tester 800 étudiants, nous en avons retenus 60 par échantillonnage de convenance. En raison de contraintes budgétaires et de temps, en plus du manque de données préliminaires permettant d'évaluer la taille d'échantillonnage idéale, nous avons retenu le nombre théorique de 60. Ce nombre nous permettait de produire des analyses statistiques paramétriques significatives.

Les candidats et candidates qui souhaitaient participer au projet devaient, en premier lieu, signer le formulaire de consentement (annexe C); deuxièmement, remplir le questionnaire d'aptitude à l'activité physique, le Q-AAP (annexe D); finalement, tous ont été informés, lors de la première rencontre, en quoi consiste la recherche, du type d'effort à fournir lors des tests de course, ainsi que les possibilités de risques encourus. En outre, ils étaient avisés dès le départ qu'ils pouvaient quitter l'expérience, en tout temps, peu importe la raison invoquée. Pour terminer la rencontre, ils ont été informés des facteurs d'exclusion suivants :

Tableau 3 *Critères de sélection*

Inclusifs	Exclusifs
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Âgé de 17 à 20 ans;</li> <li>• Être inscrit au Cégep de l'Abitibi-Témiscamingue;</li> <li>• Être inscrit à un cours d'éducation physique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asthmatique;</li> <li>• Problème cardiaque;</li> <li>• Contraintes physiques les empêchant de réaliser un test maximal de course et un test sur marches;</li> <li>• Prise de médicaments pouvant les empêcher de réaliser une épreuve physique cardiovasculaire maximale intense;</li> <li>• Tout autre problème médical pouvant les empêcher de réaliser une épreuve physique cardiovasculaire maximale intense;</li> <li>• Moins de 17 ans ou plus de 20 ans;</li> <li>• Enceinte.</li> </ul>

Nous avons eu recours aux services de 6 étudiants du cégep comme assistants lors de la cueillette des données. Ils ont été formés deux semaines avant le début des tests, pour s'assurer que tous suivent le même protocole lors de la prise de mesures. Le tableau 4 nous montre le matériel requis pour l'expérimentation.

Tableau 4 *Matériels*

Mesures anthropométriques	VO <sub>2max</sub>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 rubans à mesurer gradués en cm</li> <li>• 1 pèse-personne en livre et en kilogramme</li> <li>• Questionnaire Q-AAP</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 marches doubles ergométriques de 24,1 cm</li> <li>• Disque compact du PACm et lecteur CD</li> <li>• 12 moniteurs cardiaques Polar RS400 avec ceintures</li> <li>• Gymnase</li> <li>• 20 cônes</li> </ul>

### 3.3 Déroulement

Les trois rencontres, avec les participants, ont eu lieu lors des 13<sup>e</sup> et 14<sup>e</sup> semaines de la session hiver 2012 à l'intérieur de leur cours d'éducation physique. Ils ne devaient pas être sous les effets de l'alcool ou de drogues, avoir fumé de cigarettes, avoir consommé de boissons à base de caféine ou de ses dérivés, et ce, depuis au moins une heure avant le début des tests. Comme les évaluations se déroulaient à l'intérieur de leur cours d'éducation physique, nous leur avons fait confiance, et donc pris en considération que les participants étaient de bonne foi sur leur état de sobriété. Encore une fois, c'était sur une base volontaire que les candidats se présentaient à l'étude, donc après avoir rappelé aux participants les règles d'exclusion, nous avons fait un rappel des directives du CLW (annexe A). Avant de poursuivre avec la prise de mesures anthropométriques, nous avons, de façon informelle, demandé verbalement aux candidats de la présente étude la question suivante : Selon vous, et ce, depuis les 6 derniers mois, êtes-vous en mesure de vous classer dans l'une des catégories suivantes : « Sédentaire » = 120 minutes et moins d'activités physiques modérées à intenses par semaine; « Modéré » = entre 121 et 180 minutes d'activités physiques modérées à intenses par semaine; « Actif » = 180 minutes et plus d'activités physiques modérées à intenses par semaine. Ensuite, avec l'aide d'un assistant accompagnant l'étudiant-chercheur, les mesures suivantes ont été prélevées chez chacun des candidats : poids en kilogramme, taille en m, circonférence du mollet et du biceps droits et niveau d'activité perçu. Subséquemment, les 10 minutes précédant le début du CLW, les étudiants

devaient se détendre assis sur une chaise, et ce, en évitant de parler le plus possible lors de leur détente. Pour entreprendre le test CLW, les candidats devaient avoir une fréquence cardiaque (« FC ») inférieure à 120 bat/min. La FC avant effort fut notée par les assistants quinze secondes avant le début du test. Par la suite, les assistants devaient noter la FC immédiatement après chaque palier. Les étudiants étaient tenus de compléter au moins deux paliers d'exercice de trois minutes sur des marches ergométriques. Les directives et le rythme de ce test correspondaient aux paliers 3, 4 et 5 des femmes enregistrés sur le disque compact du Physitest aérobie canadien modifié (PACm). Ce dernier indiquait le signal de départ et l'arrêt de l'exercice. Il y avait une pause de 30 secondes entre chaque palier. Pour les deux premiers paliers, il n'y avait pas de fréquence cardiaque limite prédéterminée pour la continuation du test. Par contre, à la fin du deuxième palier, si la FC était supérieure à 185 bat/min, l'étudiant devait arrêter le test. C'est cette même FC qui servait dans la formule du CLW2. Les candidats ont eu droit à une pause de 20 minutes, le temps de se préparer pour le test navette de 20 mètres.

Le test navette de 20 mètres consistait à suivre le rythme de course dirigé par un enregistrement sonore. La vitesse de départ était fixée à 8 km/h et augmentait de 0,5 km/h à la fin de chaque palier d'une minute. Si le participant accumulait plus de deux retards, le test était automatiquement terminé. Le test fut réalisé en 3 vagues.

La réalisation du test Cooper eut lieu à la deuxième rencontre, soit à leur 14<sup>e</sup> cours d'éducation physique, donc une semaine plus tard, et ce, au même endroit. Le participant devait exécuter le plus de tours possible du parcours de 75 m en 12 minutes. Le nombre de tours a été noté par les assistants de l'étudiant-chercheur. Nous avons préféré tenir le test Cooper à l'intérieur pour éliminer toutes variables compromettantes à une bonne performance.

### 3.4 Analyse statistique

La présente étude avait pour principal objectif de vérifier la capacité du CLW à prédire les résultats des tests de course navette de 20 mètres (Léger et Gadoury, 1989) et le 12 minutes de marche/course de Cooper (Cooper, 1968) auprès d'une population étudiante âgée entre 17 et 20 ans du cégep de l'Abitibi-Témiscamingue, et ce, dans l'optique de les remplacer par le CLW. Dans un deuxième temps, cette recherche comparait les résultats obtenus d'après le CLW à une deuxième équation de régression multiple (« CLW2 ») avec ceux des deux autres tests de course pour connaître si l'ajout d'un troisième palier au CLW est nécessaire pour une meilleure concordance entre les tests. Finalement, comme dernier objectif, nous regroupions les valeurs obtenues des trois tests sous forme de catégories pour déterminer s'il existait une meilleure concordance entre ceux-ci en raison de cette catégorisation. La réalisation des tests statistiques a été produite par le logiciel SPSS et SAS et a été vérifiée par un expert externe, M. Claude Leblanc.

Premièrement, nous commençons l'analyse avec un test de Student (test-T) qui nous permettait de voir la différence entre les hommes et les femmes au point de vue de la capacité cardiovasculaire, suivie d'une ANOVA à mesures répétées pour déterminer s'il existait une différence entre les moyennes des quatre tests. Deuxièmement, nous passons à une analyse de corrélation pour déterminer l'existence d'un lien entre les tests. Troisièmement, nous enchaînons avec une régression linéaire pour évaluer la force ainsi que la direction de cette relation. Nous continuons avec une première analyse de la catégorisation des résultats sous forme de percentiles. Cela nous permettait d'observer le comportement de chacun des tests, lorsque catégorisés. Nous terminions avec un test de concordance, le Kappa pondéré, afin de déterminer si finalement le CLW ou le CLW2 peuvent remplacer les tests de course navette de 20 mètres et le 12 minutes de Cooper.

## Chapitre 4

### Résultats

La présente étude a pour principal objectif de vérifier la capacité du CLW à prédire les résultats des tests de course navette de 20 mètres (Léger et Gadoury, 1989) et le 12 minutes de marche/course de Cooper (Cooper, 1968) auprès d'une population étudiante âgée entre 17 et 20 ans du cégep de l'Abitibi-Témiscamingue, et ce, dans l'optique de les remplacer par le CLW. Donc, plus précisément, les objectifs et les hypothèses de cette recherche sont :

Objectifs :

1. Vérifier s'il existe une différence entre les hommes et les femmes lorsque les prédictions du  $VO_{2max}$  pour chacun des tests sont comparées.
2. Vérifier si l'ajout d'un troisième palier au CLW améliore ses capacités de prédiction des résultats du  $VO_{2max}$  des tests de course navette de 20 mètres et le 12 minutes de Cooper.
3. Vérifier s'il existe une corrélation entre les valeurs brutes du  $VO_{2max}$  obtenues par le CLW et celles des tests de course navette de 20 mètres et le 12 minutes de Cooper.
4. Vérifier s'il existe une relation linéaire entre le CLW et les tests de course navette de 20 mètres et 12 minutes de Cooper.
5. Vérifier s'il existe une concordance entre les valeurs catégorisées du  $VO_{2max}$  obtenues par le CLW et celles des tests de course navette de 20 mètres et le 12 minutes de Cooper.

Hypothèses :

1. Il existe une différence significative entre les moyennes des  $VO_{2max}$  des hommes et des femmes pour chacun des tests.
2. Il existe une différence significative entre le CLW et le CLW2.
3. Il existe une corrélation significative pour la prédiction du  $VO_{2max}$  entre le CLW, le test navette de 20 mètres et le test 12 minutes de Cooper.
4. Il existe une relation significative entre le CLW, le test navette de 20 mètres et le test 12 minutes de Cooper.
5. Il existe une concordance significative entre le CLW, le test navette de 20 mètres et le test 12 minutes de Cooper.

#### 4.1 Description statistique des candidats

Dans le cadre de cette étude, 60 candidats ont été recrutés lors des cours d'éducation physique au cégep de l'Abitibi-Témiscamingue. Le groupe a été divisé en deux : 28 hommes et 32 femmes. Le tableau 5 affiche les résultats anthropométriques des candidats :

Tableau 5 *Description des candidats*

Groupe n=60	Âge (année)		Tour de taille (cm)		Grandeur (m)		Poids (kg)		IMC		Mollet (cm)		Biceps (cm)	
	M	Ét	M	Ét	M	Ét	M	Ét	M	Ét	M	Ét	M	Ét
Homme n=28	18,4	1,1	81,8	8,6	1,75	0,1	71,8	12,1	23	3,3	35,5	3,1	29,7	3,4
Femme n=32	18,3	0,85	70,9	4,8	1,63	0,1	58,1	6,9	22	2,6	33,8	2,9	25,8	2,5

De façon informelle, nous avons demandé verbalement aux candidats de la présente étude la question suivante : Selon eux, et ce, depuis les 6 derniers mois, êtes-vous en mesure de vous classer dans l'une des catégories suivantes : « Sédentaire » = 120 mètresinutes et moins

d'activités physiques modérées à intenses par semaine; « Modéré » = entre 121 et 180 minutes d'activités physiques modérées à intenses par semaine; « Actif » = 180 minutes et plus d'activités physiques modérées à intenses par semaine. Le tableau 6 nous donne la répartition du niveau d'activités physiques perçu par les candidats. La majorité des candidats et des candidates s'estimaient modérément actifs. Par contre, nous pouvons remarquer que le groupe « actif » est plus important chez le groupe des hommes, alors que le groupe des femmes se perçoivent comme sédentaires à modérément actives.

Tableau 6 Niveau d'activité des candidats

Niveau d'activité	Groupe n=60		Hommes n=28		Femmes n=32	
	n	%	n	%	n	%
Sédentaire	13	22	4	14	9	28
Modéré	29	48	10	36	19	59
Actif	18	30	14	50	4	13
Total	60	100	28	100	32	100

En outre, nous avons ajouté au tableau 7 la répartition des candidats selon leur classement de l'IMC, le sexe et leur niveau d'activité.

Tableau 7 L'IMC selon le sexe

Classification*	IMC	Nombre de participants hommes	Nombre de participants femmes
Poids insuffisant	< 18,5	1	3
Poids normal	18,5- 24,9	21	25
Excès de poids	25,0- 29,9	6	3
Obésité I	30,0- 34,9	0	1
Obésité II	35,0- 39,9	0	0
Obésité III	≥ 40	0	0
Total (n= 60)		28	32

\* Source : Santé Canada. Lignes directrices canadiennes pour la classification du poids chez les adultes. Ministre des Travaux publics et Services gouvernementaux du Canada (2003)

#### 4.2 Analyse statistique : Les moyennes

La première démarche de cette analyse statistique est de comparer les moyennes obtenues des quatre tests lorsque divisées par la variable « sexe ». En deuxième lieu, nous vérifierons, à l'aide d'un test-T, s'il existe une différence entre les sexes lorsque nous comparons les prédictions du CLW et les tests de course navette de 20 mètres et 12 minutes de Cooper. Du même coup, nous comparerons l'ANOVA du CLW à celui du CLW2 pour déterminer si l'ajout du 3<sup>e</sup> palier est nécessaire pour l'obtention d'une meilleure prédiction.

Hypothèses 1 et 2 :

1. Il existe une différence significative entre les moyennes des  $VO_{2max}$  prédit pour les hommes et les femmes pour chacun des tests.
2. Il existe une différence significative entre les quatre tests.

### 4.2.1 Les hommes et les femmes : différence pour le $VO_{2max}$

La première analyse statistique est un test de Student (test-t) à échantillon indépendant pour déterminer s'il existe bien une différence entre les hommes et les femmes pour les quatre tests. Cependant, avant de passer aux résultats du test-t, nous pouvons déjà distinguer cette disparité à l'aide de la figure 3 :

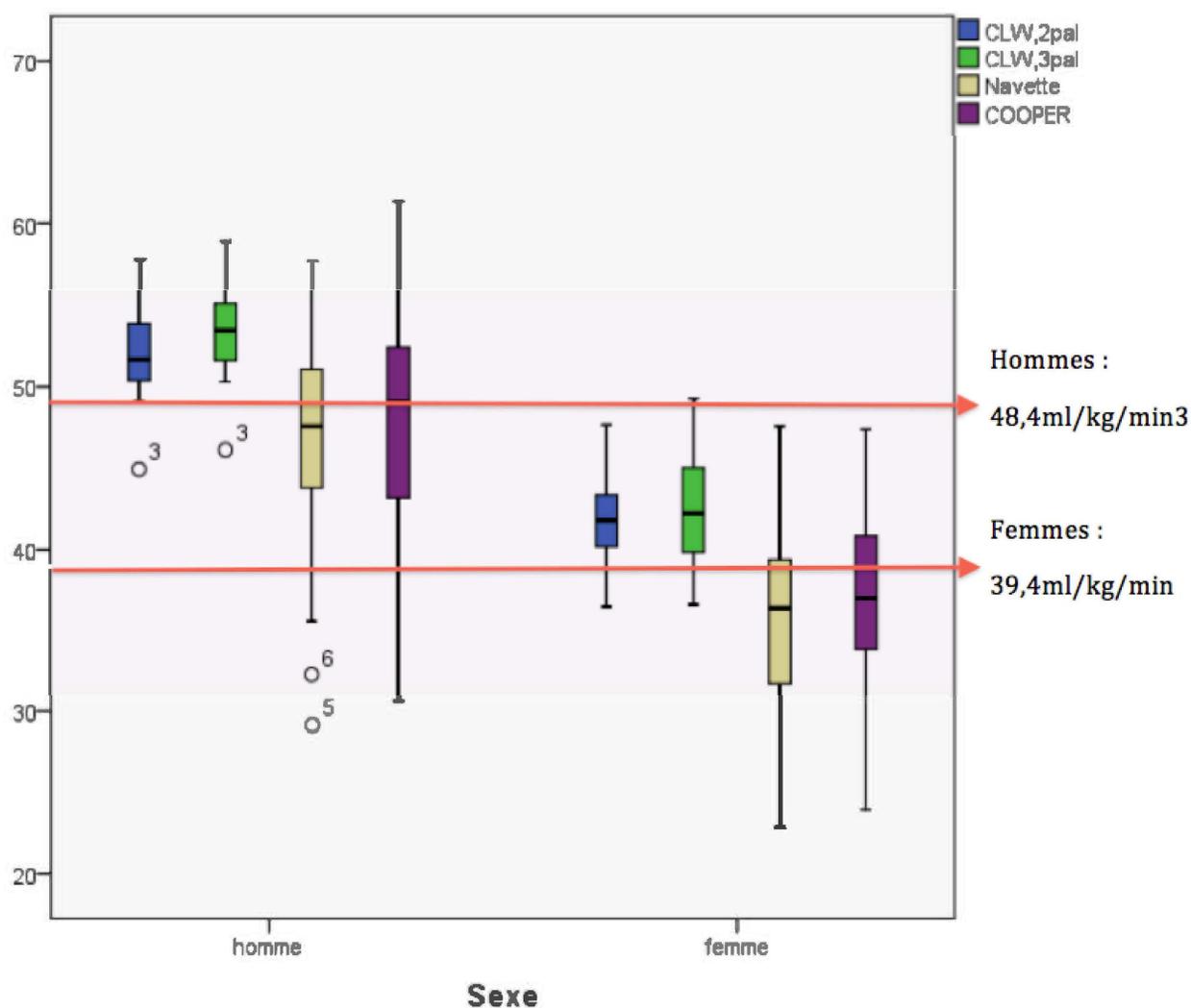


Figure 3. Boîtes à moustache : *différence entre les hommes et les femmes*

Comme le démontre la figure 3, les hommes ont obtenu des résultats plus élevés que les femmes, et ce, pour les quatre tests. Conséquemment, il existe bien une différence entre les sexes

( $p < 0,0001$ ,  $\alpha = 0,05$ ). Jetons un coup d'œil au tableau 8 qui démontre cette différence entre les sexes.

Tableau 8 *Test-t : différence entre les hommes et les femmes pour chacun des tests du  $VO_{2max}$*

Tests $O_2$ ml/kg/min	Hommes		Femmes		Différence Homme/femme	
	M	Ét	M	Ét	%	$p^a$
CLW	51,8	2,5	41,8	2,5	19	0,0001
CLW2	53,3	2,8	42,6	3,5	20	0,0001
Navette	46,8	6,7	35,9	6,1	23	0,0001
Cooper	47,9	7,3	37,2	5,4	22	0,0001

Note a : la valeur  $p < 0,05$

Donc, pour faire suite à cette première analyse, nous pouvons confirmer qu'il existe une différence entre les sexes pour la capacité cardiovasculaire, ainsi qu'il semble exister une différence entre les quatre tests. Pour le confirmer, nous passerons à l'ANOVA.

#### 4.2.2 L'ANOVA : différence entre le CLW et le CLW2

Maintenant, les tableaux 9 et 10 nous présentent les résultats des ANOVA qui comparent les tests de course navette de 20 mètres et le 12 minutes de Cooper au test CLW d'un côté et de l'autre au test CLW2, et ce, pour les hommes et les femmes respectivement. Ici, nous voulions vérifier si la prédiction du CLW se trouve améliorée lorsqu'un 3e palier est ajouté. Nous n'avons pas été en mesure de le démontrer. Le tableau 9 nous donne les résultats de l'ANOVA du CLW, alors que le tableau 10 donne les résultats de l'ANOVA du CLW2.

Tableau 9 ANOVA : CLW

Test : CLW	Hommes		Femmes	
	F	p <sup>a</sup>	F	p <sup>a</sup>
CLW/Navette	4,47	< 0,0001	8,47	< 0,0001
CLW/Cooeper	3,61	< 0,0012	6,72	< 0,0001
Navette/Cooper	-1,06	0,2944	-1,75	0,0844

Note a : la valeur  $p < 0,05$

Nous remarquons qu'il existe bien une différence statistiquement significative entre les prédictions du CLW et les tests de course, et ce, autant pour les hommes que pour les femmes ( $p < 0,0001$ ). Par contre, il ne semble pas exister de différence statistiquement significative entre les deux tests de course (hommes :  $p = 0,29$ ; femmes  $p = 0,08$ ).

Tableau 10 ANOVA : CLW2

Test : CLW2	Hommes		Femmes	
	F	p <sup>a</sup>	F	p <sup>a</sup>
CLW2/Navette	5,80	< 0,0001	9,32	< 0,0001
CLW2/Cooeper	4,74	< 0,0001	7,61	< 0,0001
Navette/Cooper	-1,05	0,2963	-1,71	0,0928

Note a : la valeur  $p < 0,05$

Outre, nous pouvons remarquer que le CLW2 se comporte de la même manière que le CLW envers les tests de course navette de 20 mètres et du 12 minutes de Cooper.

Il existe bien une différence entre le CLW et les tests de course ( $p < 0,0001$ ). À première vue, le CLW2 n'améliore pas significativement la prédiction des performances aux tests de course, lorsque comparé avec le CLW. Or, une analyse corrélationnelle est tenue.

### **4.3 La corrélation**

Poursuivons avec la deuxième analyse. Comme mentionné ultérieurement, la corrélation consiste à déterminer l'existence d'une relation significative entre les prédictions des tests CLW, CLW2 et les tests de course navette de 20 mètres et le test 12 minutes de Cooper.

Hypothèse 3 :

3. Il existe une corrélation significative pour la prédiction du  $VO_{2max}$  entre le CLW, le test navette de 20 mètres et le test 12 minutes de Cooper.

#### **4.3.1 La capacité du CLW à prédire la performance des tests de course**

Ici, la corrélation démontre l'existence d'une relation positive entre les tests de course, le CLW et le CLW2. Les deux prochains tableaux, 11 et 12, montrent les résultats de ces corrélations pour les hommes (tableau 11) et pour les femmes (tableau 12).

Tableau 11 *Corrélation : les tests cardiovasculaires pour les hommes*

Tests O <sub>2</sub> ml/kg/min	Navette		Cooper	
	r	p <sup>a</sup>	r	p <sup>a</sup>
CLW	0,43	0,02	0,17	0,22
CLW2	0,40	0,04	0,23	0,1

Note a : la valeur p < 0,05

Tableau 12 *Corrélation : entre les tests cardiovasculaires pour les femmes*

Tests O <sub>2</sub> ml/kg/min	Navette		Cooper	
	r	p <sup>a</sup>	r	p <sup>a</sup>
CLW	0,75	0,0001	0,75	0,0001
CLW2	0,66	0,0001	0,65	0,0001

Note a : la valeur p < 0,05

D'après le tableau 11, il existe une relation positive pour le CLW, le CLW2 et le test navette de 20 mètres pour les hommes, bien que cette corrélation soit faible : CLW r= 0,43 p= 0,02 CLW2 r= 0,40 p=0,04. Tandis que pour le test Cooper, cette corrélation est non significative statistiquement. Pourtant, le phénomène est différent pour les femmes; la corrélation est statistiquement positive et considérée de moyenne à forte selon les tests. Pour ce qui est du CLW2, la corrélation est moyenne : r= 0,66 p= 0,0001 pour le test navette de 20 mètres et le test 12 minutes de Cooper r= 0,65 p= 0,0001. Tant qu'à lui, le CLW a obtenu une corrélation de r= 0,75 p= 0,0001 avec le test navette de 20 mètres et le test 12 minutes de Cooper, ce qui est considéré comme une relation forte.

Dans ces conditions, nous pouvons accepter l'hypothèse de la corrélation pour les femmes. Pour les hommes, la faible corrélation ne suggère donc pas une très grande relation entre les tests. Néanmoins, une régression linéaire viendra confirmer ou infirmer cette relation, autant chez les hommes que chez les femmes.

#### 4.4 La régression linéaire

Pour confirmer la corrélation, un troisième test statistique est essentiel. Nous avons procédé à une régression linéaire pour déterminer la force de cette relation que nous avons constatée du côté féminin et, par la même occasion, affirmer l'absence de cette corrélation du côté masculin.

Hypothèse 4 :

4. Il existe une relation significative entre le CLW, le test navette de 20 mètres et le test 12 minutes de Cooper.

##### 4.4.1 Confirmation de la corrélation entre le CLW et les tests de course

Les tableaux 13 et 14 nous donnent les résultats de cette régression pour le CLW (tableau 13) et le CLW2 (tableau 14), lorsque comparé au test navette de 20 mètres et au test 12 minutes de Cooper, selon le sexe.

Tableau 13 *Régression linéaire : Le CLW, le navette de 20 mètres et le 12 minutes Cooper*

CLW Tests O <sub>2</sub> ml/kg/min	Hommes		Femmes	
	$\beta$	p <sup>a</sup>	$\beta$	p <sup>a</sup>
Navette	0,36	0,06	0,75	0,0001
Cooper	0,30	0,12	0,75	0,0001

Note a : la valeur p < 0,05

Nous pouvons constater que la force de relation pour les hommes n'est pas statistiquement significative; le  $\beta = 0,36$   $p = 0,06$  pour le test navette de 20 mètres et pour le test 12 minutes de Cooper le  $\beta = 0,3$   $p = 0,12$ . En revanche, chez les femmes, la relation s'avère statistiquement significative pour les deux tests de course :  $\beta = 0,75$   $p = 0,0001$ .

Tableau 14 Régression linéaire : Le CLW2, le navette 20 mètres et le 12 minutes de Cooper

CLW2 Tests $O_2$ ml/kg/min	Hommes		Femmes	
	$\beta$	$p^a$	$\beta$	$p^a$
Navette	0,34	0,08	0,66	0,0001
Cooper	0,31	0,11	0,65	0,0001

Note a : la valeur  $p < 0,05$

Chez les hommes, la relation du CLW2 n'est ni significative avec le test navette de 20 mètres  $\beta = 0,34$   $p = 0,08$  ni avec le test 12 minutes de Cooper  $\beta = 0,31$   $p = 0,31$ . Chez les femmes, la relation est significative, mais plus faible qu'avec le CLW; le test navette de 20 mètres obtient un  $\beta = 0,66$   $p = 0,0001$  et le test 12 minutes de Cooper obtient un  $\beta = 0,65$   $p = 0,0001$ .

Alors, comme la force de relation chez les hommes n'est pas significative pour le CLW et le CLW2, cela signifie que ni le CLW ni le CLW2 ne peuvent prédire les performances réalisées aux tests de course. Étant donné qu'il existe tout de même une faible corrélation chez les hommes et que les résultats sont satisfaisants chez les femmes pour la corrélation et la régression, nous pouvons donc penser que le regroupement des valeurs brutes sous forme de catégories pourrait améliorer les prédictions des tests CLW et CLW2. Les rangs centiles et le Kappa seront en mesure de nous le démontrer.

#### 4.5 Les rangs centiles, la catégorisation et le Kappa pondéré

En ce qui concerne la quatrième analyse, nous comparons les résultats des 4 tests par rapport à leur catégorisation obtenue d'après leur propre rang centile. À l'aide d'un test, le Kappa pondéré, nous vérifions la concordance du CLW et CLW2 avec les deux autres tests de course, navette de 20 mètres et 12 minutes de Cooper.

Hypothèse 5 :

5. Il existe une concordance significative entre le CLW, le test navette de 20 mètres et le test 12 minutes de Cooper.

##### 4.5.1 L'existence d'une relation entre les données brutes des 4 tests

Les prochains tableaux nous donnent les rangs centiles pour chacun des tests toujours regroupés sous la variable sexe. Les rangs centiles des hommes se retrouvent au tableau 15 et celui des femmes au tableau 16.

Tableau 15 Rangs centiles : des 4 tests chez les hommes

Tests ml/kg/min	Rangs centiles : Hommes Normes standardisées*						
	5	10	25	50	75	90	95
		<38,1	38,1-42,1	42,2-45,6	45,7-51,0	51,1-56,1	>56,2
CLW	46,8	49,1	50,4	51,7	53,9	54,4	56,3
CLW2	48,0	50,4	51,5	53,5	55,3	57,6	58,7
Navette	30,6	35,3	43,4	47,6	51,2	54,9	57,0
Cooper	34,0	38,1	42,8	49,1	52,4	60,3	61,1

\* D'après les normes de l'Institut Cooper de la catégorie d'âges 13-19ans; en référence à la figure 1, p.15.

Tableau 16 *Rangs centiles : les 4 tests chez les femmes*

Tests ml/kg/min	Rangs centiles : Femmes Normes standardisées*						
	5	10	25	50	75	90	95
		<31,6	31,6-35,4	35,5-39,4	39,5-43,9	44,0-50,1	>51,1
CLW	37,6	38,6	40,2	41,8	43,4	46,0	46,8
CLW2	37,3	37,9	39,8	42,2	45,2	48,6	49,1
Navette	24,1	28,1	31,4	36,4	39,7	45,6	46,6
Cooper	26,1	31,1	33,8	37,0	40,9	45,0	47,4

\* D'après les normes de l'Institut Cooper de la catégorie d'âges 13-19ans; en référence à la figure 1, p.15.

À priori, nous pouvons remarquer chez les hommes que l'écart entre les rangs centiles pour chacun des tests se trouvant au-dessus du 50<sup>e</sup> centile tend à se rapprocher comparativement à ceux se situant en dessous. D'après ces mêmes rangs centiles, nous pouvons constater que les résultats du CLW se rapprochent plus des résultats du 12 minutes de Cooper qu'à ceux du test navette de 20 mètres. Quoique cette différence ne soit pas très marquée, mais tout de même présente.

Or, selon cette relation positive, la capacité à prédire une performance d'un autre test serait existante entre : le CLW et le CLW2; les tests navette de 20 mètres et 12 minutes de Cooper; le CLW et le 12 minutes de Cooper. Pour confirmer qu'il existe bien un lien entre les tests, nous avons donc procédé à une catégorisation, ainsi qu'à une analyse du Kappa.

#### 4.5.2 Le Kappa pondéré

À partir du constat, qu'il existe une relation positive entre les tests chez les femmes, et ce, malgré la faiblesse de la corrélation entre les tests chez les hommes, nous avons procédé à un regroupement des résultats sous forme de catégories. Nous voulons vérifier si la capacité de prédiction du CLW et du CLW2 est améliorée lorsque leurs données brutes sont catégorisées.

#### 4.5.2.1 Les catégories

Nous avons formé cinq catégories d'après les valeurs inférieures et supérieures, et ce, pour chaque test : « Faible »=1; « Moyen faible »=2; « Moyen »=3; « Fort »=4; « Supérieur »=5. Voici le tableau 17 et 18 des catégories pour les hommes et celui pour les femmes respectivement :

Tableau 17 *Catégories pour les 4 tests chez les hommes*

Hommes Catégories	CLW	CLW2	Navette 20 mètres	Cooper
très faible =1	44 - 50,35	46 - 51,52	29 - 43,44	30 - 42,84
faible =2	50,3501 - 51,48	51,5201 - 52,27	43,4401 - 47,59	42,8401 - 48,33
moyen =3	51,4801 - 51,81	52,2701 - 53,61	47,5901 - 47,79	48,3301 - 49,07
fort =4	51,8101 - 53,9	53,6101 - 55,28	47,7901 - 51,15	49,0701 - 55,42
supérieur =5	53,9001 - 57,9	55,2801 - 59	51,1501 - 58	55,4201 - 61

Tableau 18 *Catégories pour les 4 tests chez les femmes*

Femmes Catégories	CLW	CLW2	Navette 20 mètres	Cooper
très faible =1	36,49 - 40,2	36,49 - 39,8	22 - 31,4	23 - 33,8
faible =2	40,2001 - 41,8	39,8001 - 42,2	31,4001 - 36,4	33,8001 - 37
moyen =3	41,8001 - 43,4	42,2001 - 45,2	36,4001 - 39,7	37,0001 - 40,9
fort =4	43,4001 - 46	45,2001 - 48,6	39,7001 - 45,6	40,9001 - 45
supérieur =5	46,0001 - 48	48,6001 - 50	45,6001 - 48	45,0001 - 48

#### 4.5.2.2 La concordance

Une fois la catégorisation effectuée, nous avons utilisé le logiciel SAS pour la prochaine analyse statistique; le Kappa pondéré. Ce test nous permet de vérifier la concordance entre le CLW et les tests navette de 20 mètres et 12 minutes de Cooper. Nous désirons établir si, par exemple, un candidat classé dans la catégorie « moyen » se retrouverait aussi dans la catégorie « moyen » des

deux autres tests de course. Nous avons exécuté le même exercice avec le CLW2. Voici les résultats que nous avons obtenus présentés dans le tableau 19 :

Tableau 19 *Kappa pondéré : concordance entre les 4 tests*

	hommes			femmes		
	k	p <sup>a</sup>	intervalles confiance	k	p <sup>a</sup>	intervalles confiance
CLW/ Navette	0,19	0,04	-0,001/0,38	0,13	0,03	0,02/0,25
CLW/ Cooper	0,08	0,34	-0,07/0,23	0,16	0,01	0,03/0,28
CLW/ CLW2	0,27	0,13	0,02/0,52	0,67	0,1	0,47/0,87
CLW2/ Navette	0,19	0,26	0,03/0,33	0,15	0,02	0,02/0,27
CLW2/ Cooper	0,1	0,07	-0,04/0,2	0,14	0,05	0,02/0,25
Navette/ Cooper	0,53	0,08	0,36/0,71	0,64	0,1	0,45/0,83

Note a : la valeur  $p < 0,05$

Ce qu'il faut retenir lors de l'interprétation du Kappa (k) est, d'une part, qu'un résultat  $k=1$  représente une concordance parfaite, alors que  $k=0$  représente une concordance due à la chance et que  $k=-1$  signifie un désaccord total. Ainsi, la valeur k représente une valeur quantitative de l'ampleur de l'accord entre deux ou plusieurs observateurs (Sim et Wright, 2005; Viera et Garrett, 2005). Elle est la différence entre la concordance observée et la concordance attendue. Bref, le Kappa permet d'objectiver l'accord entre les observateurs ou les tests (Bergeri, Michel et Boutin, 2002). D'autre part, tous ne s'entendent pas sur la force de la valeur k; une échelle d'interprétation de cette valeur a été proposée par Landis et Koch (1977) que nous retrouvons au tableau 20.

Tableau 20 *Interprétation du Kappa proposé par Landis et Koch (1977)*

Accord	Kappa
Accord presque parfait	0,81 - 1,00
Accord fort	0,61 - 0,80
Accord modéré	0,41 - 0,60
Accord faible	0,21 - 0,40
Accord très faible	0,00 - 0,20
Désaccord	< 0,0

Source : Landis, J.R., Koch, G.G. (1977). « The measurement of observer agreement for categorical data ». *Biometrics*. 33:159

Or, la valeur p ne vient pas, dans ce cas, mesurer la puissance de la valeur k, mais bien confirmer ou infirmer si cette valeur k est occasionnée par le hasard. Il est bien de noter que la valeur p sera toujours significative, lorsque la taille de l'échantillon est importante et pour n'importe lequel  $k > 0$  (Viera et Garrett, 2005).

Quant au kappa pondéré, il devient utile lorsque nous comparons des catégories; cela nous permet de mesurer le poids d'une catégorie par rapport à une autre. À titre d'exemple, si le CLW catégorise un candidat sous l'étiquette « moyen » et le test navette le classe dans une catégorie au-dessus, soit « fort », ce désaccord ne serait pas catastrophique pour une simple évaluation de début et de fin de session. Par contre, si le CLW classe un candidat dans la catégorie moyen et le test navette de 20 mètres, dans la catégorie très fort, alors, il risque d'y avoir un problème dans la planification d'entraînement et ne pas obtenir les effets escomptés. C'est là que le kappa pondéré entre en jeu.

Si nous poursuivons notre analyse du test de kappa pondéré, lorsqu'on regarde les intervalles de confiance au tableau 20, les résultats se situent de « accord faible » à « accord fort ». Toutefois, nous pouvons constater que le test navette de 20 mètres et le test de 12 minutes Cooper, ont une concordance classée « accord modéré », soit  $k = 0,53$  pour les hommes, alors que les femmes obtiennent « accord fort », soit  $k = 0,64$ .

Donc, que pouvons-nous conclure de ces résultats? La plupart des hypothèses ont été rejetées, mise à part la différence entre les hommes et les femmes au point de vue de la prédiction du  $VO_{2max}$ . C'est donc dans le prochain chapitre que nous discuterons de l'interprétation de ces résultats.

Rapport-Gratuit.com

## Chapitre 5

### Discussion

La présente étude avait pour principal objectif de vérifier la capacité du CLW à prédire les résultats des tests de course navette de 20 mètres (Léger et Gadoury, 1989) et le 12 minutes de marche/course de Cooper (Cooper, 1968) auprès d'une population étudiante âgée entre 17 et 20 ans du cégep de l'Abitibi-Témiscamingue, et ce, dans l'optique de les remplacer par le CLW. Dans un deuxième temps, cette recherche comparait les résultats obtenus d'après le CLW à une deuxième équation de régression multiple (CLW2) avec ceux des deux autres tests de course pour connaître si l'ajout d'un troisième palier au CLW est nécessaire pour une meilleure concordance entre les tests. Finalement, comme dernier objectif, nous regroupions les valeurs obtenues des trois tests sous forme de catégories pour déterminer s'il existait une meilleure concordance entre ceux-ci en raison de cette catégorisation.

Avant tout, l'analyse statistique de cette étude nous a démontré que le CLW n'est pas en mesure de prédire les performances réalisées au test de course navette de 20 mètres et au test de course de 12 minutes de Cooper chez les étudiants et étudiantes âgés de 17 à 20 ans du cégep de l'Abitibi-Témiscamingue. Subséquemment, l'analyse statistique ne nous a pas convaincus de la pertinence d'utiliser un troisième palier pour la prédiction des performances du test de course navette de 20 mètres et du test de course de 12 minutes de Cooper. Or, c'est pourquoi nous avons décidé de ne pas inclure le CLW2 (la deuxième équation de régression multiple du CLW) dans cette discussion. Finalement, contrairement à la catégorisation, les résultats de la corrélation et de la régression linéaire favorisent, de la part du CLW, une meilleure prédiction des résultats obtenus seulement chez les femmes. Il serait sans intérêt d'utiliser le CLW dans de telles circonstances, pour la simple et bonne raison que les groupes d'éducation physique au cégep de l'Abitibi-Témiscamingue sont mixtes. Par conséquent, le CLW ne simplifie en rien la tâche de l'éducateur physique lors de l'évaluation de la capacité cardiovasculaire.

Pour ce dernier chapitre, nous discuterons de chacune des hypothèses de recherche. Tout d'abord, nous aborderons la différence du  $VO_{2max}$  entre les hommes et les femmes. Ensuite, nous

enchaînerons avec les normes standards de l'institut Cooper et les résultats catégorisés des quatre tests. Nous suivrons avec la corrélation et la régression linéaires. Nous terminerons avec les résultats du Kappa auprès des quatre tests.

### **5.1 Il existe une différence significative du $VO_{2max}$ entre les sexes**

Comme discuté et démontré en première partie dans l'analyse statistique sur la moyenne, il existe bien une différence entre le  $VO_{2max}$  des hommes et des femmes. Nous avons obtenu une différence de 20 % entre les hommes et les femmes pour chacun des tests. Cette différence est d'ailleurs soutenue par la littérature. Saltin et Astrand (1967), après une étude comparative entre des athlètes des deux sexes, ont noté que les femmes avaient un  $VO_{2max}$  de 15 % à 30 % inférieur aux hommes, lorsque comparé en ml/kg/min (Drinkwater, 1973; Cureton et coll., 1986; Willmore et coll., 2008). Il était donc approprié de diviser les candidats selon leur sexe, vu que nous devions comparer les résultats du  $VO_{2max}$  en ml/kg/min.

### **5.2 Il existe une corrélation significative pour la prédiction CLW et les tests de course**

Pour la corrélation, nous avons démontré que le CLW est un test valide pour remplacer le test navette de 20 mètres et le test de 12 minutes de Cooper chez les femmes seulement. Nous basons cette affirmation sur l'existence d'une corrélation positive entre le CLW et navette de 20 mètres  $r= 0,75$   $p>0,001$ , ainsi que la relation entre le CLW et le test de 12 minutes de Cooper nous obtenons la même corrélation de  $r= 0,75$   $p>0,001$ .

Par contre, chez les hommes, la relation pour le test CLW et le test navette de 20 mètres se traduit par une corrélation de  $r= 0,43$   $p= 0,02$ . Donc, nous pourrions utiliser le CLW pour prévoir le test navette de 20 mètres, mais la force de relation existante entre ces deux tests peut expliquer seulement 18 % ( $r^2$ ) de ce lien corrélationnel. En ce qui concerne le 12 minutes de Cooper, la corrélation n'est pas statistiquement significative,  $r= 0,17$   $p= 0,22$ . Or, il nous faut écarter la possibilité d'utiliser le CLW pour prédire le 12 minutes de Cooper et nous suggérons de ne pas utiliser le CLW comme test de remplacement au test navette de 20 mètres.

Nous savons que la corrélation de Pearson est très sensible aux valeurs extrêmes d'une distribution. Les piètres résultats corrélationnels obtenus auprès des hommes peuvent être donc expliqués par les valeurs extrêmes obtenues pour trois des quatre tests : CLW, CLW2, et navette de 20 mètres, ce que le diagramme des boîtes à moustache (figure 3) a su nous démontrer. Une explication possible de ces valeurs extrêmes, ainsi que le manque de corrélation, serait les faibles performances obtenues du groupe masculin « sédentaire » et le niveau d'entraînement de certains dans la catégorie « actif ». Il faut noter que 50 % des candidats masculins faisaient partie du groupe « actif », 36 % du groupe « modéré », pour un total de 86 %, contre seulement 14 % pour le groupe « sédentaire ». Il est important de mentionner que dans le groupe « actif » nous retrouvons des candidats de la cohorte de techniques policières qui ont l'habitude de réaliser ce genre de tests physiques en plus de participer à un programme d'entraînement en course à pied, alors que le groupe « sédentaire » était probablement de vrais sédentaires, et donc, peu habitués à ce type de test. Contrairement au groupe masculin, la situation chez les femmes se trouve inversée. La majorité d'entre elles (59 %) se trouvent dans la catégorie « modéré ». Le reste des participantes se répartissent dans la catégorie « sédentaire » à 28 % contre seulement 13 % pour la catégorie « actif ». Nous avons donc une majorité de 87 % pour les groupes « sédentaire » et « modéré » contre seulement 13 % qui se retrouvent dans le groupe « actif ». Par conséquent, la différence entre les candidats actifs se trouve plus importante chez les hommes que chez les femmes. Nous pouvons ajouter que celles ayant affirmé être actives ne participaient pas, pour la majorité, à un programme spécifique de course à pied, et ce, contrairement aux hommes.

### **5.3 Il existe une relation significative entre le CLW et les tests de course**

L'analyse de la régression linéaire vient renforcer la décision de rejeter la corrélation pour les hommes, car les résultats de la régression sont statistiquement non significatifs entre le CLW et le test navette de 20 mètres,  $\beta = 0,36$   $p > 0,06$  et pour le 12 minutes Cooper,  $\beta = 0,30$   $p > 0,12$ . La situation est toutefois différente pour les femmes; nous avons obtenu le  $\beta = 0,75$   $p > 0,0001$ , et ce, entre le CLW et les deux tests de course.

Serait-ce possible que la prédiction soit améliorée si nous faisons des catégories? En augmentant l'intervalle lors du classement des candidats, aurions-nous plus de chances que les tests concordent entre eux?

#### **5.4 Il existe une concordance significative entre le CLW et les tests de courses**

Par conséquent, en référence aux résultats de la régression, nous avons poussé l'étude plus loin en formant des catégories pour chacun des tests (tableaux 17 et 18) : « Faible »=1; « Moyen faible »=2; « Moyen »=3; « Fort »=4; « Supérieur »=5. De cette façon, nous désirions observer si la capacité de prédiction du CLW se trouvait améliorée lorsque les valeurs brutes sont regroupées sous forme de catégories. Ce que nous voulions mesurer est la concordance entre le CLW et les tests de course. Ce test, nonobstant, ne fut pas concluant. Les hommes ont obtenu un  $k=0,19$  pour le test navette 20 mètres et un  $k=0,08$  pour le 12 minutes Cooper. Alors que les femmes ont obtenu  $k=0,13$  et  $k=0,16$ , respectivement. Selon l'échelle d'interprétation de Landis et Koch (tableau 20), ces résultats se classent dans « mauvais ». De plus, la catégorisation est très faible malgré la valeur  $p$ ; l'intervalle de confiance de l'échelle de Landis et Koch serait probablement plus approprié pour prendre la décision d'accepter ou non la catégorisation (Dunn, 1989; Sim et coll., 2005). Somme toute, malgré cette distinction, nous devons rejeter l'hypothèse qu'il existe une concordance entre le CLW et les tests de course.

#### **5.5 Le CLW et la prédiction de la performance à la course**

Étant donné que les tests navette de 20 mètres et 12 minutes de Cooper sont des tests validés à maintes reprises, ils sont aussi réputés pour sous-évaluer le  $VO_{2max}$  parmi des populations homogènes sédentaires et pour surévaluer les participants possédant un  $VO_{2max}$  supérieur chez les athlètes (Grant et coll., 1995; Cooper et coll., 2005; Perry et coll., 2011) lorsque leurs mesures sont comparées à une mesure directe du  $VO_{2max}$ .

De plus, d'autres facteurs peuvent expliquer la surévaluation du CLW et la sous-estimation par rapport aux tests de course. En ce qui concerne le CLW, il est possible que les candidats participant à la recherche aient réellement un  $VO_{2max}$  supérieur à la moyenne que l'on retrouve

dans la population. Mais pour pouvoir l'affirmer, il aurait été intéressant de mesurer le  $VO_{2max}$  directement pour confirmer ou infirmer cette hypothèse.

Pour les tests de course, une première hypothèse serait la motivation; elle est un facteur très important dans l'exécution d'une telle performance (Péronnet et Thibault, 1989; Saltin, 1995). La fréquence cardiaque est un bon indicateur pour savoir si le candidat est allé au bout de ses capacités. Dans cette étude, certains candidats ont atteint ce seuil maximal théorique de la fréquence cardiaque; alors que d'autres ont été près de l'atteindre; tandis que d'autres l'ont dépassé. À la fin des tests de course, pour nous assurer de la justesse de l'effort fourni, nous notons leur fréquence cardiaque finale. Dans ces conditions, la fréquence cardiaque moyenne atteinte au cours des tests de course est de 202 bat/min pour les femmes et 197 bat/min pour les hommes. Or, nous savons que la fréquence cardiaque maximale (FCm) théorique selon la formule utilisée de Tanaka (2001) est  $208 - (18 \times 0,8) = 193,6$ . Donc, nous pouvons croire que la motivation des candidats était présente au rendez-vous.

La différence entre les résultats du CLW, du test navette de 20 mètres et du test 12 minutes de Cooper peut être expliquée par les variables suivantes : le niveau d'entraînement, l'efficacité de la course et la technique de course (Péronnet et Thibault, 1989; Saltin, 1995). Lorsqu'on regarde les tableaux 15 et 16 des percentiles, présentés dans la partie résultats de cet ouvrage, on peut remarquer que ces différences entre les tests sont moins grandes pour les candidats se situant entre le 50<sup>e</sup> et le 95<sup>e</sup> centile. Nous pouvons donc croire que les candidats moins entraînés, ou sans technique de course, ont obtenu des résultats moins élevés pour les tests de course lorsque comparés aux résultats obtenus au CLW, en raison de ces variables.

Par contre, lorsque les tests sont comparés entre eux, il est intéressant de constater que le CLW répond quand même bien à la théorie : il surestime légèrement le  $VO_{2max}$ , s'avère plus précis, pour les gens actifs, et favorables pour les sédentaires. Pour leur part, le test navette de 20 mètres et le test 12 minutes de Cooper ne sont pas faits pour les gens sédentaires (Stickland et coll., 2003; Flouris et coll., 2004), ce qui pourrait expliquer les faibles résultats chez les femmes : 59 % chez les modérés et 13 % chez les sédentaires.

Toutefois, il est important de souligner que notre échantillon était composé de candidats où ceux qui se disaient sédentaires étaient tout de même familiers avec l'entraînement en raison qu'ils étaient tous inscrits dans un cours d'éducation physique de conditionnement physique et santé. Nous pouvons d'ailleurs le remarquer dans les tableaux 21 et 22 qui comparent les catégories des normes standards obtenues auprès de l'Institut Cooper (Heyward, 2006) à celles réalisées avec les candidats de cette présente étude. Nous pouvons constater que les catégories de l'Institut Cooper nous donnent des catégories légèrement inférieures à celles de notre étude, ce qui suggère que notre échantillon semble démontrer une meilleure capacité cardiovasculaire que ce qui nous est proposé par l'institut Cooper.

Tableau 21 *Comparaison entre les normes standards et les 4 tests chez les hommes*

Tests	Catégories pour les hommes				
	Très faible	Faible	Moyen	Fort	Très fort
Normes*	< 35,0	35,0 – 38,3	38,4 – 45,1	45,2 – 50,9	51,0 – 55,9
CLW	44,0- 50,4	50,35-51,5	51,6- 51,8	51,9- 53,9	53,9- 57,9
CLW2	46,0- 51,5	51,6- 52,3	52,4- 53,6	53,7- 55,3	55,4 – 59,9
Navette	29,0- 43,44	43,4-47,6	47,7 - 47,8	47,9 - 51,2	51,3 – 58,9
Cooper	30,0- 42,8	42,9– 48,3	48,4- 49,1	49,2- 55,4	55,4– 61,9

\* D'après les normes de l'Institut Cooper de la catégorie d'âges 13-19ans; en référence à la figure 1, p.15.

Tableau 22 *Comparaison entre les normes standards et les 4 tests chez les femmes*

Tests	Catégories pour les Femmes				
	Très faible	Faible	Moyen	Fort	Très fort
Normes*	< 25,0	25,0 – 30,9	31,0 – 34,9	35,8 – 38,9	39,0 – 41,9
CLW	36,5 - 40,2	40,3-41,8	41,9 - 43,4	43,4 – 46,0	46,1 – 48,9
CLW2	36,5 - 39,8	39,9 - 42,2	42,3- 45,2	45,3- 48,6	48,7- 50,9
Navette	22,0- 31,4	31,5- 36,4	39,8- 45,6	36,5- 39,7	45,7- 48,9
Cooper	23,0- 33,8	33,9- 37,0	37,1- 40,9	41,0- 45,0	45,1 – 48,9

\* D'après les normes de l'Institut Cooper de la catégorie d'âges 13-19ans; en référence à la figure 1, p.15.

## 5.6 Forces, limites et retombées

Cette étude, malgré ses forces comme ses données novatrices, la connaissance du milieu et des tests physiques utilisés de l'étudiant-chercheur ainsi que l'interaction avec les auteurs du CLW, comportait certaines limites : un échantillon de convenance au détriment de l'échantillon aléatoire; le nombre de candidats (es) de l'échantillon qui aurait pu être supérieur pour une meilleure analyse statistique; le manque d'une mesure directe du  $VO_{2max}$  pour comparer la justesse de prédiction des trois tests; la capacité de généraliser auprès des étudiants (es) ayant un surplus de poids.

Même si cette étude n'a pu démontrer que le CLW est capable de prédire les performances au test navette de 20 mètres et au test de course de 12 minutes de Cooper, nous avons recueilli des résultats concluants chez les femmes lorsque les données brutes du  $VO_{2max}$  obtenues du CLW sont comparées à celles des tests de course. Dans de telles circonstances, nous avons trouvé peu d'intérêt à utiliser le CLW comme test de substitution, car les classes d'éducation physique du cégep de l'Abitibi-Témiscamingue sont mixtes. Toutefois, cette étude a soulevé un

questionnement qui pourrait être l'élément instigateur pour de futures recherches. Par conséquent, ce que nous suggérons pour de futures recherches est qu'il serait intéressant d'évaluer, chez une clientèle de 17 à 20 ans du cégep, la sensibilité du CLW après un entraînement cardiovasculaire de 15 semaines en le comparant à nouveau au test navette de 20 mètres et au test de 12 minutes de Cooper en plus d'une mesure directe prise sur trois ergomètres différents, soient : les marches doubles, le tapis roulant et l'ergocycle. Sachant que le CLW ne peut substituer un test de course, nous serions en mesure de déterminer lequel de ces trois tests serait le plus approprié pour une clientèle générale comme celle du collégial.

## Conclusion

En guise de conclusion, rappelons que la présente étude avait pour principal objectif de vérifier la capacité du CLW à prédire les résultats des tests de course navette de 20 mètres (Léger et Gadoury, 1989) et le 12 minutes de marche/course de Cooper (Cooper, 1968) auprès d'une population étudiante âgée entre 17 et 20 ans du cégep de l'Abitibi-Témiscamingue, et ce, dans l'optique de les remplacer par le CLW. Dans un deuxième temps, cette recherche comparait les résultats obtenus d'après le CLW à une deuxième équation de régression multiple (CLW2) avec ceux des deux autres tests de course pour connaître si l'ajout d'un troisième palier au CLW était nécessaire pour une meilleure concordance entre les tests. Finalement, comme dernier objectif, nous regroupions les valeurs obtenues des trois tests sous forme de catégories pour déterminer s'il existait une meilleure concordance entre ceux-ci en raison de cette catégorisation.

Avant tout, l'analyse statistique de cette étude n'a pas été en mesure de nous démontrer que le test CLW était capable, statistiquement parlant, de prédire les performances réalisées au test de course navette de 20 mètres et au test de course de 12 minutes de Cooper chez les étudiants et étudiantes âgés de 17 à 20 ans du cégep de l'Abitibi-Témiscamingue. Subséquemment, l'analyse statistique ne nous a pas convaincus de la pertinence d'utiliser un troisième palier (CLW2) pour la prédiction des performances du test de course navette de 20 mètres et du test de course de 12 minutes de Cooper. Finalement, contrairement à la catégorisation, les résultats de la corrélation et de la régression linéaire favorisaient, de la part du CLW, une meilleure prédiction des résultats bruts obtenus seulement chez les femmes. Par conséquent, comme le test avait pour but de faciliter la tâche de l'éducateur physique dans ses cours, où les groupes sont mixtes, le CLW, sous cette forme, ne présente aucun intérêt à être utilisé pour remplacer les tests course navette de 20 mètres et 12 minutes de Cooper.

Il est important de souligner les limites de cette présente recherche : un échantillon de convenance au détriment de l'échantillon aléatoire; le nombre de candidats (es) de l'échantillon qui aurait pu être supérieur pour une meilleure analyse statistique; le manque d'une mesure directe du  $VO_{2max}$  pour comparer la justesse de prédiction des trois tests; la capacité de généraliser auprès des étudiants (es) ayant un surplus de poids. En revanche, cette étude

comportait des points forts : des données novatrices, la connaissance de l'étudiant-chercheur du milieu et des tests physiques utilisés ainsi que l'interaction avec les auteurs du CLW.

Or, cette étude n'a pu démontrer que le CLW est un instrument de mesure valide pour prédire les performances des deux tests de course sélectionnés. Étant donné les faiblesses de cette étude, nous recommandons des recherches plus approfondies au sujet du CLW. Or, il serait intéressant pour de futures recherches, faisant suite à un programme d'entraînement général, de comparer ces trois tests avec une mesure directe du VO<sub>2</sub>max prélevée directement sur trois ergomètres différents : les doubles marches, un tapis roulant et un ergocycle. De cette façon, nous pourrions déterminer le ou les tests qui sont les plus aptes à déceler les améliorations d'un entraînement général au sein d'une population étudiante âgée de 17 à 20 ans. Nous pourrions même appliquer le protocole du CLW à une clientèle plus large, soit âgée de 15 à 60 ans. En outre, les cueillettes de données de ces futures recherches pourront être compilées dans le but d'établir les normes standards de la condition physique cardiovasculaire chez une population québécoise de façon à pouvoir mieux comparer et évaluer la clientèle ciblée.

## Remerciements

Tout d'abord, je tiens à remercier mon directeur de recherche, le professeur M. Charles Côté Ph. D., pour son soutien, ses conseils et ses encouragements tout au long de mon parcours académique aux études supérieures. Puis Mme Manon Champagne Ph. D., pour sa compréhension et ses précieux conseils. Sans oublier, Mme Anaïs Lacasse Ph. D., pour le temps consacré et le soutien apporté à la réalisation et à la sélection des tests statistiques et à l'analyse. Je remercie aussi M. Claude Leblanc qui a réalisé et certifié l'exactitude de l'analyse statistique de cette recherche, tout particulièrement pour sa disponibilité à répondre à mes nombreuses questions sur la compréhension de cette analyse. M. Luc Chiasson et M. François Lasnier pour le soutien, les informations fournies et leur document de travail au sujet du CLW. Le cégep de l'Abitibi-Témiscamingue au niveau financier et aussi parce qu'il m'a permis de réaliser cette étude. À mes assistants pour le temps dédié à la cueillette des données. Aux candidats et candidates qui ont bien voulu verser quelques gouttes de sueur pour ce projet de recherche. Et pour terminer, M. Jean-Charles Perron Ph. D. et M. Éric Goulet Ph. D., du jury d'évaluation, pour leurs critiques constructives sur ce rapport de recherche. Enfin, la FUQAT pour son soutien financier.

## Références

- Akalan C., Robegs R.A. et Kravitz L., (2008). « Prediction of  $VO_{2max}$  from an individualized submaximal cycle ergometer protocol. » *Journal of Exercise Physiology online*. v11 i2 1-17.
- American College of Sport Medicine, (2000). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription* (6<sup>e</sup> éd.). Human Kinetics. États-Unis : Champaign, IL.
- Andrew D.J., (2010). *Some fitness tests (Crossfit Sports Science)*. [Document Web]. Adresse Web : <http://crossfitlondonuk.com/blog/2010/05/09/some-fitness-tests/> (Consulté le 10 juillet 2013).
- Bassett D.R. Jr et Howley E.T., (1997). « Maximal oxygen uptake: 'classical' versus 'contemporary' viewpoints ». *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 29(5) : 591-603.
- Bassett D.R. Jr et Howley E.T., (2000). « Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. » *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 32(1) : 70-84.
- Baumgartner T., Jackson A.T., Mahar M. et Rowe D., (2007). *Measurement for Evaluation in Physical Education and Exercise Science (8th Ed.)*. États-Unis. Boston, MA.
- Ben-Ezra, V., et Verstraete, R. (1991). « Step ergometry: is it task-specific training? ». *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 63(3-4), 261-264.
- Bergeri I., Michel R. et Boutin J.P., (2002). « Everything (or almost everything) about the Kappa coefficient. » *Médecine tropicale : revue du Corps de santé colonial*. 62(6):634-6.

- Bergh U., Ekblom B. et Astrand P.O., (2000). « Maximal oxygen uptake "classical" versus "contemporary" viewpoints ». *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Jan; 32 (1):85-8. Erratum in : *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2000 Apr;32(4):880.
- Bouchard C., Daw E.W., Rice T., Perusse L., Gagnon J., Province M.A., Leon A.S., Rao D.C., Skinner J.S., and Wilmore J.H., (1998). « Familial resemblance for VO<sub>2</sub>max in the sedentary state: the HERITAGE family study ». *Medecine Sciences of Sports Exercises*. 30 : 252-258.
- Brink-Elfegoun T., Holmberg H.C., Ekblom M.N. et Ekblom B., (2007). « Neuromuscular and circulatory adaptation during combined arm and leg exercise with different maximal work loads ». *European Journal Applied Physiology*. 101 : 603–611.
- Buresh R. et Berg K., (2002). « Scaling oxygen uptake to body size and several practical applications ». *Journal of Strength and Conditioning Research*. 16(3) : 461-465.
- Cerretelli, P. (2002). *Traité de physiologie de l'exercice et du sport*. Elsevier Masson.
- Chiasson L., (2001) « Normes et Catégories : des mesures anthropométriques, de composition corporelle et condition physique des élèves de 17 à 20 ans du Cégep Lévis-Lauzon. » *Publication du Département d'éducation physique du Cégep Lévis-Lauzon*. Lévis, Québec.
- Chiasson L., Lasnier F. et Whitthom F., (2014). « Élaboration et validation d'un nouveau test sous-maximal progressif sur deux marches pour mesurer le VO<sub>2</sub>max des cégépiens et cégepiennes de 17 à 20ans du Québec ». Document en révision. Transmis par François Lasnier par courriel le 24 mars 2014.
- Conconi, F., Ferrari, M., Ziglio, P.G., Droghetti, P. et Codeca, L. (1982). « Determination of the anaerobic threshold by a noninvasive field test in runners ». *Journal of Applied Physiology*. 52 : 869-873.

Cooper, K. H. (1968). « A means of assessing maximal oxygen intake: correlation between field and treadmill testing ». *Journal of the american medecine association*. 203(3), 201-204.

Cooper S.M., Baker J.S., Tong R.J., Robert E. et Handford M., (2005) « The repeatability and criterion related validity of the 20-m multistage fitness test as a predictor of maximal oxygen uptake in active young men. » *British Journal of Sports Medecine*. 2005;39(4):19.

Cureton K., Bishop P., Hutchinson P., Newland H., Vickery S., et Zwiren, L., (1986). « Sex difference in maximal oxygen uptake. » *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 54, 656-660.

Day J.R., Rossiter H.B., Coats E.M., Skasick A. et Whipp B. J., (2003). « The maximally attainable  $VO_2$  during exercise in humans: the peak vs. maximum issue ». *Journal of Applied Physiology*. 95:1901–1907.

Davies CT., (1968). « Limitations to the prediction of maximum oxygen intake from cardiac frequency measurements. » *Journal of Applied Physiology*. 24(5):700–706.

Drinkwater B.L., (1973). « Physiological responses of women to exercise. » *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 1:125–153.

Foster C., Kuffel E., Bradley N., Battista R.A., Wright G., Porcari J.P., Lucia A. et deKoning J.J., (2007). «  $VO_{2max}$  during successive maximal efforts ». *European Journal Applied Physiology*. 102 : 67–72.

George, J. D., Vehrs, P. R., Allsen, P. E., Fellingham, G. W., & Fisher, A. G. (1993). «  $VO_{2max}$  estimation from a submaximal 1-mile track jog for fit college-age individuals ». *Medicine and science in sports and exercise*. 25(3), 401-406.

- Grant S., Corbett K., Amjad A.M., Wilson J., Aitchison T., (1995). «A comparison of methods of predicting maximum oxygen uptake». *British Journal of Sports Medicine* ;29:147-152  
doi:10.1136/bjism.29.3.147
- Grant A.J., Joseph N.A. et Campagna D.P., (1999). « The prediction of  $VO_{2max}$  : a comparison of 7 indirect tests of aerobic power ». *Journal of Strength and Conditioning Research*. 13(4) : 346-352
- Hale T., (2008). « History of developments in sport and exercise physiology: A. V. Hill, maximal oxygen uptake, and oxygen debt ». *Journal of Sports Sciences* 26(4) : 365-400.
- Hawkins M.N., Snell P.G., Stray-Gundersen J., Levine B.D. et Raven P.B., (2007). « Maximal oxygen uptake as a parametric measure of cardiorespiratory capacity ». *Medicine and Sciences in Sports and Exercices*. 39 : 103–107.
- Heil D.P., (1997). « Body mass scaling of peak oxygen uptake in 20- to 79-yr-old adults ». *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 29(12) : 1602-1608.
- Heyward V.H., (2006). *Advanced fitness assessment and exercise prescription*. Champaign, Ill. : Human Kinetics.
- Hill A.V. et Lupton H., (1923). « Muscular exercise, lactic acid, and the supply and utilization of oxygen ». *Quarterly Journal of Medicine*. 16 : 135-171.
- Jetté M., (1975). « An exercise prescription program for use in conjunction with the Canadian home fitness test ». *Canadian Journal of Public Health*. 66(6) : 461-464.
- Jetté M., (1976). « The Canadian home fitness test as a predictor of aerobic capacity ». *Canadian Medical Association Journal*. 114(8) : 680-682.

- Jetté M., (1977). « A calculator to predict maximal oxygen consumption for use with the Canadian Home Fitness Test ». *Canadian Journal of Public Health* 68(3) : 195-198.
- Jette, M. (1979). « A comparison between predicted VO<sub>2</sub> max from the Astrand procedure and the Canadian Home Fitness Test ». *Canadian journal of applied sport sciences. Journal canadien des sciences appliquees au sport.* 4(3), 214-218.
- Jetté M., (1982). « Demonstration of a training response by the Canadian Home Fitness Test ». *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 49(2) : 143-150.
- Jetté M., (1983). « The energy requirements of the Canadian Home Fitness Test and their application to the evaluation of work performance ». *Canadian journal of public health* 74(6) : 401-403.
- Kline G.M., Porcari J.P., Hintermeister R., Freedson P.S., Ward A., McCarron R.F., Ross J. et Rippe, J.M., (1987). « Estimation of VO<sub>2max</sub> from a one-mile track walk, gender, age, and body weight ». *Medicine & Sciences in Sports & Exercise.* 19 : 253-259.
- Landis, J.R., Koch, G.G. (1977). « The measurement of observer agreement for categorical data ». *Biometrics.* 33:159.
- Legge B.J. et Banister E., (1986). « The Astrand-Rhyming nomogram revisited. » *Journal of Applied Physiology.* 61 : 1203-1209.
- Lambert E.V., St. Clair G.A. et Noakes T.D., (2005). « Complex systems model of fatigue: integrative homoeostatic control of peripheral physiological systems during exercise in humans ». *British Journal of Sports Medicine.* 39 : 52-62.
- Léger L. et Gadoury C., (1989). « Validity of 20 mètres shuttle run test with 1 min stages to predict VO<sub>2max</sub> in adults ». *Canadian Journal of Sport Sciences.* 14 : 21-26

- Léger L., Lambert J., Goulet A., Rowan C., et Dinelle Y., (1984). « Aerobic capacity of 6 to 17-years old Quebecois- 20 mètreseter shuttle run test with 1 minute stages ». *Canadian Journal of Sport Sciences*. 9 : 64-69.
- Leger, L. A., Mercier, D., Gadoury, C., & Lambert, J. (1988). « The multistage 20 mètresetre shuttle run test for aerobic fitness ». *Journal of sports sciences*, 6(2), 93-101.
- Magel, J. R., Foglia, G. F., McArdle, W. D., Gutin, B., Pechar, G. S., & Katch, F. I. (1975). « Specificity of swim training on maximum oxygen uptake ». *Journal of Applied Physiology*. 38(1), 151-155.
- Marino F.E., Lambert M.I. et Noakes T.D., (2004). « Superior performance of African runners in warm humid but not in cool environmental conditions ». *Journal of Applied Physiology*. 96 : 124–130.
- McArdle, W. D., Margel, J. R., Delio, D. J., Toner, M. I. C. H. A. E. L., & Chase, J. M. (1977). « Specificity of run training on VO<sub>2</sub> max and heart rate changes during running and swimming ». *Medicine and science in sports*. 10(1), 16-20.
- McArdle W.D., Katch F.I. et Katch V.L., (1987). *Exercise physiology: Energy, nutrition and human performance*. Lea & Febiger. États-Unis. Philadelphia, PA.
- McArdle, Katch et Katch, (2009). *Exercise physiology: Energy, nutrition and human performance* (7th ed.). Lea & Febiger. États-Unis : Philadelphia, PA.
- MELS. (2009). *Formation générale commune, propre et complémentaire aux programmes d'études conduisant au diplôme d'étude collégiales*. Enseignement supérieur - Direction générale des affaires universitaires et collégiales, Québec.
- Midgley A.W., McNaughton L.R. et Carroll S., (2007). « Effect of the VO<sub>2</sub> time averaging interval on the reproducibility of VO<sub>2max</sub> in healthy athletic subjects ». *Clinical Physiology*. 27 : 122–125.

- Myers J., Walsh D., Sullivan M. et Froelicher V., (1990). « Effect of sampling on variability and plateau in oxygen uptake ». *Journal of Applied Physiology*. 68 : 404–410.
- Nevill A., Rowland T., Goff D., Martel L. et Ferrone L., (2004). « Scaling or normalising maximum oxygen uptake to predict 1-mile run time in boys ». *European Journal of Applied Physiology*. 92(3) : 285-288.
- Noakes T.D., (2008). « How did A V Hill understand the  $VO_{2max}$  and the "plateau phenomenon"? Still no clarity? ». *British Journal of Sport Medicine*. 42(7) : 574-580.
- Noakes T.D. et St Clair Gibson A., (2004). « Logical limitations to the “catastrophe” models of fatigue during exercise in humans ». *British Journal of Sports Medicine*. 38 : 648–649.
- Noakes T.D., St Clair Gibson A. et Lambert E.V., (2005). « From catastrophe to complexity : a novel model of integrative central neural regulation of effort and fatigue during exercise in humans: summary and conclusions ». *British Journal of Sports Medicine*. 39 : 120–124.
- Noakes, T.D., (1988). « Implications of exercise testing for prediction of athletic performance: A contemporary perspective. » *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 20(4) : 319-330.
- Noakes, T.D., (1998a). « Heart rate monitoring and exercise: Challenges for the future ». *Journal of Sports Sciences* 16(SPEC. ISS.) : S105-S106.
- Noakes, T.D., (1998b). « Maximal oxygen uptake: 'Classical' versus 'contemporary' viewpoints: A rebuttal. » *Medicine and Science in Sports and Exercise* 30(9) : 1381-1398.

- Olds, T., Tomkinson, G., Leger, L., & Cazorla, G. (2006). « Worldwide variation in the performance of children and adolescents: an analysis of 109 studies of the 20-m shuttle run test in 37 countries ». *Journal of sports sciences*. 24(10), 1025-1038.
- Penry J.T., (2008). « Validity and reliability analysis of Cooper's 12-minute run and the multistage shuttle run in healthy adults ». Thèse de doctorat, Oregon State University, Corvallis.
- Penry, J.T., Wilcox A.R., and Yun J., (2011). « Validity and reliability analysis of Cooper's 12-minute run and the multistage shuttle run in healthy adults ». *Journal of Strength and Conditioning research*. 25(3) : 597-605.
- Péronnet F. et Thibault G. (1989). « Mathematical analysis of running performance and world running records ». *Journal of Applied Physiology*. 67 : 453–465.
- Ramsbottom R., Brewer J. et Williams C., (1988). « A progressive shuttle run test to estimate maximal oxygen uptake. » *British Journal of Sports Medicine* 22 : 141-5
- Robergs R.A., (2001). « An exercise physiologist's "contemporary" interpretations of the "ugly and creaking edifices" of the  $VO_{2max}$  concept ». *Journal of Exercise Physiology Online* 4(1) : 1-44.
- Rodgers D.M., Olson B.L., Wilmore J.H., (1995). « Scaling for the  $VO_2$ -to-body size relationship among children and adults ». *Journal of Applied Physiology*. Sep; 79(3) : 958-67.
- Rowell L.B., Taylor H.L. et Wang Y., (1964). « Limitations to prediction of maximal oxygen intake. » *Journal of Applied Physiology*. 19:919–927.
- Saltin, B., & Astrand, P. O. (1967). « Maximal oxygen uptake in athletes ». *Journal of Applied Physiology*. 23(3), 353-358.

- Santé Canada, (2003). « Lignes directrices canadiennes pour la classification du poids chez les adultes. » Ministre des Travaux publics et Services gouvernementaux du Canada.
- Shephard R.J., (1984). « Tests of maximum oxygen intake: A critical review ». *Sports Medicine*. 1 : 99-124.
- Shephard R.J., (1967). « The prediction of "maximal" oxygen consumption using a new progressive step test ». *Ergonomics*. 10 : 1.
- Shephard R.J., Allen C., Benade A.J.S. et coll. (1968). « The maximum oxygen intake: An international standard of cardiorespiratory fitness ». *Bull WHO*. 38 : 757.
- Shephard R.J., (1999). « How much physical activity is needed for good health? ». *International Journal of Sports Medicine*. 20(1) : 23-27.
- Shvartz E. et Reibold R.C., (1990). « Aerobic Fitness Norms For Males And Females Aged 6-75: A review. » *Aviation, Space and Environmental Medicine*. 61:3-11,1990
- Sim, J. et Wright, C. C., (2005). « The Kappa Statistic in Reliability Studies: Use, Interpretation, and Sample Size Requirements ». *Physical Therapy* 85 (3) : 257–268.
- Spalding, T.W., Lyon, L.A., Steel, D.H., & Hatfield, B.D. (2004). « Aerobic exercise training and cardiovascular reactivity to psychological stress in sedentary young normotensive men and women ». *Psychophysiology*. 41(4), 552-562.
- Sports Fitness Advisor, (s.d.). « VO2 Max, Aerobic Power& Maximal Oxygen Uptake ». Figure 2, consulté le 10 août 2011 sur : <http://www.sport-fitness-advisor.com/VO2max.html>
- St Clair Gibson A. et Noakes T.D., (2004). « Evidence for complex system integration and dynamic neural regulation of skeletal muscle recruitment during exercise in humans ». *British Journal of Sports Medicine*. 38 : 797–806.

- Stromme, S. B., Ingjer, F., & Meen, H. D. (1977). « Assessment of maximal aerobic power in specifically trained athletes ». *Journal of applied physiology*. 42(6), 833-837.
- Tanaka, H., Monahan K.D., et Seals D.R., (2001). « Age-predicted maximal heart rate revisited. » *Journal of American College of Cardiology*. 37(1), 153-156.
- Thomas R. et Stephane P., (2008). « Prefrontal cortex oxygenation and neuromuscular responses to exhaustive exercise ». *European Journal Applied Physiology*. 102 : 153–163.
- Thompson, P. D., Lewis, S., Varady, A., Areskog, N., Popp, R., Debusk, R., & Haskell, W. (1980). « Cardiac dimensions and performance after either arm or leg endurance training ». *Medicine and science in sports and exercise*. 13(5), 303-309.
- i
- Tremblay M.S., Shield M., Laviolette M., Craig C.L., Janssen I. et Corber S.C., (2010). « Fitness of Canadian children and youth: Results from the 2007-2009. » *Component of Statistics Canada Catalogue no. 82-003-X. Health Reports*.
- Vanderburgh P., (2007). « Correction factors for body mass bias in military physical fitness tests ». *Military Medicine*. 172(7) : 738-742.
- Vandewalle H., (2004). « Consommation maximale d’oxygène : intérêts et limites de leur mesure ». *Annales de Réadaptation et de Médecine Physique*. 47 : 243-257.
- Viera A.J. Garrett J.M., (2005). « Understanding interobserver agreement: the kappa statistic. » *Family Medicine Journal*. 37:360–363.
- Weller I., (1992). « Selection of a maximal test protocol to validate the Canadian Aerobic Fitness Test ». *Canadian Journal of Sport Sciences*. 17(2) : 114-119.
- Weller I., (1993). « Prediction of maximal oxygen uptake from a modified Canadian aerobic fitness test ». *Revue Canadienne de Physiologie Appliquée*. 18(2) : 175-188.

Weller I., (1995). « A study to validate the modified Canadian Aerobic Fitness Test ». *Revue Canadienne de Physiologie Appliquée*. 20(2) : 211-221.

Whipp B.J., (2010). « The peak versus maximum oxygen uptake ». Consulté le 4 novembre, 2011 sur : [http://www.cpxinternational.com/index.php?option=com\\_content&view=category&id=13&Itemid=12](http://www.cpxinternational.com/index.php?option=com_content&view=category&id=13&Itemid=12)

Williamson WM, Hamley EJ., (1984). « Fitness and health measurement in air crew. » *British Journal of Sports Medecine*. 18(2):110–115.

Wilmore J.H., Costill D. et Kinney W.L., (2008). *Physiology of sport and exercise* (4<sup>e</sup> éd.). Human Kinetics, États-Unis : Champaign, Il.

Zavorsky, G. S. (2000). « Evidence and possible mechanisms of altered maximum heart rate with endurance training and tapering ». *Sports medicine*. 29(1), 13-26.

## Annexes

## Annexe A

## Protocole du CLW

## TEST SUR MARCHES DOUBLES — CLW

Nouveau test sur marches doubles pour prédire la puissance aérobie maximale des cégépiens et cégépiennes de 17 à 20 ans

par Luc CHIASSON (Cégep de Lévis-Lauzon), François LASNIER (Consultant en éducation) et François WHITTOM (Whittom & Boucher Promotion de la Santé Inc.)

Le **test sur marches doubles — CLW** est un nouveau test pour les cégépiens et cégépiennes de 17 à 20 ans qui permet de prédire la puissance aérobie maximale ou  $\dot{V}O_2$  max à l'aide d'une équation de régression qui tient compte de la fréquence cardiaque mesurée à la fin du deuxième palier de 3 minutes et des circonférences du mollet et du biceps droit. Ce test comprend seulement deux paliers dont les cadences sont les mêmes pour les femmes et les hommes.

**Équipements**

- Marches ergométriques de 9,5 pouces (24,1 cm).
- Disque compact du PACm et lecteur CD.
- Chronomètre ou horloge.
- Ruban à mesurer en cm.
- Cardiofréquencemètre.

**Vérifications et mesures préliminaires**

- Remplir le questionnaire Q-APP ou l'équivalent.
- Prendre la mesure de la fréquence cardiaque au repos.
- Prendre la mesure de circonférence du biceps droit.
- Prendre la mesure du mollet droit.
- S'assurer que le cardiofréquencemètre fonctionne adéquatement.

*Note : l'utilisation de gel électrolyte aide au bon fonctionnement des cardiofréquencemètres.*

**Méthode**

Lors du **test sur marches doubles — CLW**, les étudiants doivent compléter deux paliers d'exercice de trois minutes sur des marches ergométriques à une cadence de 102 pas/min au premier palier et de 114 pas/min au deuxième. Les directives et le rythme de ce test correspondent aux paliers 3 et 4 des femmes enregistrés sur le disque compact du physitest aérobie canadien modifié (PACm) indiquent le signal de départ et d'arrêt de l'exercice. Il y a une pause de 30 secondes entre ces deux paliers. Il n'y a pas la fréquence cardiaque limite prédéterminée à la fin du premier palier. L'exercice se réalise sur deux marches d'une hauteur de 9,5 pouces (24,1 cm) chacune. La mesure de la fréquence cardiaque est prise immédiatement après l'arrêt de l'exercice du deuxième palier. Pour une meilleure précision, il est fortement recommandé d'utiliser un cardiofréquencemètre de bonne qualité pour prendre cette mesure. On peut toutefois prendre la fréquence cardiaque manuellement en suivant les directives du PACm.

**Tableau 1** Hauteur des marches et cadence des paliers du test sur marches doubles — CLW.

Palier	Durée	Cadence	Hauteur de la marche	
			cm	po
1	3 min	102 pas/min	24,1	9,5
Pause	30 sec			
2	3 min	114 pas/min	24,1	9,5

### Directives

Avant de commencer le test, il est recommandé d'asseoir les étudiants afin que les fréquences cardiaques de départ soient les plus basses possible. On ne doit pas laisser commencer le test à un étudiant qui a une fréquence cardiaque égale ou supérieure à 120 battements cardiaques par minute. Il est recommandé de faire une démonstration et de demander à l'étudiant de pratiquer la séquence, d'abord sans musique, puis avec musique, mais pas plus de deux fois à chaque essai. Assurez-vous que l'étudiant pose les deux pieds complètement en haut de la deuxième marche et que les jambes soient en extension, ainsi que le dos durant cette phase du mouvement. L'étudiant doit monter et descendre et non courir. Assurez-vous également que l'étudiant suive la cadence appropriée. S'il éprouve des difficultés, comptez pour lui ou faites quelques montées et descentes avec lui. L'étudiant peut commencer l'exercice avec le pied gauche ou le pied droit.

Informez l'étudiant qu'il est libre d'interrompre l'exercice à n'importe quel moment, s'il éprouve un problème. Arrêtez l'exercice si l'étudiant commence à chanceler, se plaint d'étourdissements, ressent de fortes douleurs aux jambes, a des nausées, des douleurs à la poitrine ou s'il pâlit. Demandez-lui de s'étendre sur le dos et de soulever les jambes.

### Séquence complète de montée et de descente des marches doubles

De la position debout, devant les marches :

1. Montez le pied droit sur la première marche.
2. Montez le pied gauche sur la deuxième marche.
3. Montez le pied droit sur la deuxième marche et près du pied gauche.
4. Descendez le pied gauche sur la première marche
5. Descendez le pied droit sur le sol
6. Descendez le pied gauche sur le sol et près du pied gauche.

*Note : On peut également commencer la séquence du pied gauche.*

### Formule de calcul de la puissance aérobie maximale (PAM) ou VO<sub>2</sub> max

La formule suivante permet de calculer la puissance aérobie maximale ou le VO<sub>2</sub> max pour les hommes et les femmes de 17 à 20 ans.

$$\text{VO}_2 \text{ max} = 101.1774 - 8,6186 (\text{sexe}) - 0,1296 (\text{FC}_2) - 0,4080 (\text{mollet droit}) - 0,2315 (\text{biceps droit})$$

*Note: il est important de faire le calcul avec les quatre décimales.*

- **VO<sub>2</sub> max** : ml d'O<sub>2</sub>/kg de poids/minute
- **Sexe** : hommes = 1                      femmes = 2
- **FC<sub>2</sub>** : la fréquence cardiaque par minute, mesurée immédiatement après la fin du 2<sup>e</sup> palier avec le cardiofréquencemètre ou selon la procédure de prise manuelle proposée par le PACm.
- **Mollet** : mesurer en cm la circonférence maximale du mollet droit, en position debout, environ à mi-chemin entre la cheville et le genou.
- **Biceps** : mesurer en cm la circonférence maximale du biceps droit, bras allongé horizontalement en face du corps, paume vers le haut, environ à mi-chemin entre épaule et coude droit.

Pour des informations supplémentaires :

LUC CHIASSON, Cégep de Lévis-Lauzon, 205 Mgr Bourget, Lévis (Québec), Canada, G1V 1J1,  
Tél.:(418) 833-5110 poste 3603                      Courriel: lucchiasson@videotron.ca

## TEST SUR MARCHES DOUBLES — CLW

Nouveau test sur marches doubles pour prédire la puissance aérobie maximale  
des cégépiens et cégépiennes de 17 à 20 ans.

### Rangs centiles et normes

(document de travail)

Rangs centiles	Femmes ml d'O <sub>2</sub> /kg/min	Hommes ml d'O <sub>2</sub> /kg/min	Catégories
95	44,4 et plus	55,2 et plus	Très supérieur à la moyenne (M++)
90	43,4 - 44,3	54,2 - 55,1	
85	42,9 - 43,3	53,9 - 54,1	
80	42,5 - 42,8	53,4 - 53,8	Supérieur à la moyenne (M+)
75	42,0 - 42,4	52,9 - 53,3	
70	41,7 - 41,9	52,4 - 52,8	
65	41,4 - 41,6	52,0 - 52,3	
60	41,0 - 41,3	51,6 - 51,9	Dans la moyenne (M)
55	40,7 - 40,9	51,2 - 51,5	
50	40,4 - 40,6	51,0 - 51,1	
45	40,2 - 40,3	50,4 - 50,9	
40	39,9 - 40,1	50,0 - 50,3	
35	39,5 - 39,8	49,5 - 49,9	Inférieur à la moyenne (M-)
30	39,1 - 39,4	49,0 - 49,4	
25	38,6 - 39,0	48,6 - 48,9	
20	38,1 - 38,5	48,0 - 48,5	
15	37,6 - 38,0	47,3 - 47,9	Très inférieur à la moyenne (M--)
10	36,7 - 37,5	46,4 - 47,2	
5	35,1 - 36,6	45,1 - 46,3	

Le test CLW a été élaboré et validé par Luc CHIASSON (Cégep de Lévis-Lauzon), François LASNIER (Consultant en Éducation) et François WHITTOM (Whittom & Boucher Promotion de la Santé inc.). Les normes et catégories ont été réalisées par Luc Chiasson grâce à la collaboration du département d'éducation physique et des étudiants (n=769) du Cégep François-Xavier Garneau.

## Annexe B

## Certificat éthique



Université du Québec  
en Abitibi-Témiscamingue

445, boul. de l'Université, Rouyn-Noranda (Québec) J9X 5E4  
Téléphone 819 762 0971 Télécopieur 819 797-4727

Le 9 mars 2012

Monsieur Ugo Charles  
Étudiant à la maîtrise en sciences cliniques  
2751, rue Saguenay, app. 4  
Rouyn-Noranda (Québec) J9X 2H5

OBJET : Évaluation éthique  
Projet : « *La validité du test cardiovasculaire sous-maximal CLW à prédire le VO<sub>2</sub>max auprès des étudiantes et étudiants âgés de 17 à 20 ans au Cégep de l'Abitibi-Témiscamingue* »

Monsieur,

Il me fait plaisir de vous informer que, suite aux modifications que vous avez apportées aux procédures et aux formulaires de consentement, le comité d'éthique de la recherche est heureux de vous délivrer le certificat attestant du respect des normes éthiques.

En vous souhaitant tout le succès dans la réalisation de votre projet, je vous prie de recevoir, Monsieur, l'expression de nos sentiments les meilleurs.

Manon Champagne, Ph.D.  
Présidente  
Comité d'éthique de la recherche avec des êtres humains  
(CÉR) – UQAT

MC/md  
p.j.

c.c. M. Charles Côté, professeur en sciences de la santé



## Annexe C

### Formulaire de consentement

**TITRE DU PROJET DE RECHERCHE :** La validité du test cardiovasculaire sous-maximal CLW à prédire le  $VO_{2max}$  auprès des étudiantes et étudiants âgés de 17 à 20 ans du Cégep de l'Abitibi-Témiscamingue.

**NOM DES CHERCHEURS ET LEUR APPARTENANCE :** Ugo Charles, étudiant à la maîtrise en sciences cliniques à l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue; Charles Côté, Ph.D., directeur de recherche, unité d'enseignement et de recherche en sciences de la santé à l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue.

**COMMANDITAIRE OU SOURCE DE FINANCEMENT :** Fonds Institutionnel de recherche (FIR)

**DURÉE DU PROJET :** 3 ans

**CERTIFICAT D'ÉTHIQUE ÉMIS PAR LE COMITÉ D'ÉTHIQUE DE LA RECHERCHE DE L'UQAT LE : [9 MARS 2012]**

#### PRÉAMBULE :

« Nous vous demandons de participer à un projet de recherche pour la validation d'un test cardiovasculaire; cette participation implique un effort physique intense. Avant d'accepter de participer à ce projet de recherche, veuillez prendre le temps de comprendre et de considérer attentivement les renseignements qui suivent.

Ce formulaire de consentement vous explique le but de cette étude, les procédures, les avantages, les risques et les inconvénients, de même que les personnes avec qui communiquer si vous avez des questions concernant le déroulement de la recherche ou vos droits en tant que participant.

Le présent formulaire de consentement peut contenir des mots que vous ne comprenez pas. Nous vous invitons à poser toutes les questions que vous jugerez utiles au chercheur et aux autres membres du personnel affectés au projet de recherche et à leur demander de vous expliquer tout mot ou renseignement qui n'est pas clair. »

#### **BUT DE LA RECHERCHE :**

La présente étude a pour but de valider la capacité du test cardiovasculaire sous-maximal, le CLW (Chiasson, Lasnier, Whittom), à prédire le  $VO_{2max}$  chez une population étudiante de 17 à 20 ans. Dans un premier temps, cette étude comparera la prédiction du  $VO_{2max}$  du CLW avec celles des tests de 12 minutes de marche/course Cooper (1968) et navette de 20 mètres de Léger et Gadoury (1989) chez une population entraînée versus une population non entraînée à la course. Nous recueillerons les résultats auprès de 60 étudiants et étudiantes, âgés de 17 à 20 ans, inscrits au Cégep de l'Abitibi-Témiscamingue, dont 25 en techniques policières (population entraînée). Deuxièmement, nous vérifierons si l'ajout d'un troisième palier au test CLW améliore significativement la prédiction du  $VO_{2max}$  auprès d'une population entraînée.

#### **DESCRIPTION DE VOTRE PARTICIPATION À LA RECHERCHE :**

Les candidats et candidates intéressés à participer au projet devront signer le formulaire de consentement, remplir le questionnaire d'aptitude à l'activité physique, le Q-AAP, ainsi que le questionnaire sur les habitudes de vie. Les rencontres avec les participants se feront lors de leurs 13<sup>e</sup> et 14<sup>e</sup> cours d'éducation physique. Ils devront être sobres avant le début des tests, c'est-à-dire de ne pas être sous les effets de l'alcool ou de drogues; ne pas avoir fumé de tabac et ne pas avoir consommé de boissons à base de caféine et ses dérivants au moins une heure avant les tests. Les candidats auront un rappel des directives du CLW et devront prendre, avec l'aide d'un assistant accompagnant l'étudiant chercheur, les mesures suivantes : poids en kg, taille en m, circonférence du mollet et du biceps droits. Par la suite, ils devront se détendre 10 minutes avant d'amorcer le CLW; les étudiants doivent compléter trois paliers d'exercice de trois minutes sur des marches ergométriques. Les directives et le rythme de ce test correspondent aux paliers 3, 4 et 5 des femmes enregistrés sur le disque compact du Physitest aérobic canadien modifié

(PACm). Ce dernier indique le signal de départ et l'arrêt de l'exercice. Il y a une pause de 30 secondes entre chaque palier. Il n'y a pas de fréquence cardiaque limite prédéterminée à la fin de chaque palier pour l'arrêt du test comme cela se fait pour le PACm. Par la suite, les candidats auront une pause de 20 minutes, le temps de se préparer pour le test navette de 20 mètres. Le test consiste à suivre le rythme de course dirigé par un enregistrement sonore. La vitesse de départ est fixée à 8 km/h et augmentera de 0,5 km/h à la fin de chaque palier d'une minute. Si le participant accumule plus de deux retards, le test est automatiquement terminé. Le test se réalisera en 3 vagues. La réalisation du test Cooper se réalisera à la deuxième rencontre, soit à leur 14e cours d'éducation physique, donc une semaine plus tard, et ce, au même endroit. Le participant doit exécuter le plus de tours possible en 12 minutes, du parcours de 75 m. Si la température le permet, le test se réalisera à l'extérieur sur la piste d'athlétisme, soit un parcours de 400 m. Le nombre de tours est noté par les assistants de l'étudiant chercheur.

Voici les critères de sélection des participants :

Inclusifs	Exclusifs
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Être âgé entre 17 et 20 ans;</li> <li>• Être inscrit au Cégep de l'Abitibi-Témiscamingue;</li> <li>• Être inscrit à un cours d'éducation physique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asthmatique;</li> <li>• Problème cardiaque;</li> <li>• Contraintes physiques les empêchant de réaliser un test maximal de course et un test sur marches;</li> <li>• La prise de médicaments pouvant les empêcher de réaliser une épreuve physique cardiovasculaire maximale intense;</li> <li>• Tout autre problème médical pouvant les empêcher de réaliser une épreuve physique cardiovasculaire maximale intense;</li> <li>• Moins de 17 ans ou plus de 20 ans;</li> <li>• Enceinte.</li> </ul>

**AVANTAGES POUVANT DÉCOULER DE VOTRE PARTICIPATION :**

Le bénéfice direct lié à ce projet est de connaître votre  $VO_{2max}$  de façon plus précise. Grâce à cette connaissance, la réalisation d'un programme d'entraînement personnalisé plus efficace sera possible. Il pourrait en découler de meilleurs résultats aux tests physiques cardiovasculaires demandés dans les cours d'éducation physique. Le bénéfice indirect est la participation à l'avancement de la science.

**RISQUES ET INCONVÉNIENTS POUVANT DÉCOULER DE VOTRE PARTICIPATION :**

Les risques encourus lors des tests physiques sont les suivants :

Pour le CLW :

- Tomber dans les marches;
- Étourdissement.

Pour le test Cooper et le test navette de 20 mètres avec palier d'une minute :

- Tomber;
- Étourdissement;
- Nausée vers la fin du test;
- Essoufflement;
- Fatigue.

**ENGAGEMENTS ET MESURES VISANT À ASSURER LA CONFIDENTIALITÉ :**

Pour préserver votre identité, nous vous attribuerons un chiffre de 1 à 60. Toute information permettant de retracer votre identité sera détruite. Votre nom ne sera dévoilé dans aucun cas dans la publication des résultats. Seuls les assistants de recherche, le chercheur et son directeur, qui sont d'ailleurs liés par un devoir de confidentialité, auront accès à ces informations. Pour les

informations format papier, elles seront gardées sous clé dans le classeur du chercheur. Pour les informations numériques, elles seront conservées dans l'ordinateur et sur la clé USB du chercheur et seront protégées par un mot de passe. Toutes les données seront détruites au dépôt final du mémoire.

**INDEMNITÉ COMPENSATOIRE :**

Aucune indemnité compensatoire ne sera offerte.

**COMMERCIALISATION DES RÉSULTATS ET/OU CONFLITS D'INTÉRÊTS :**

Le but de cette recherche est purement académique. Il n'y aura aucune commercialisation des résultats. La participation du sujet est totalement volontaire. L'étudiant chercheur est enseignant au Cégep de l'Abitibi-Témiscamingue, lieu où se déroulera la présente recherche. Il est alors possible que les participants soient inscrits à un des cours de l'étudiant chercheur. Dans un tel cas, il n'y aura aucune incidence sur les résultats du cours d'éducation physique du participant. Les participants seront toujours libres de décider de participer ou non à l'expérience sans craindre que leur note soit affectée par leur décision.

**DIFFUSION DES RÉSULTATS :**

Les données recueillies seront utilisées dans le cadre de l'écriture d'un article scientifique, d'un mémoire de maîtrise et de quelques séminaires. Les participants qui le désireront recevront un dépliant présentant de façon schématique les résultats de la recherche une fois les résultats obtenus et analysés.

**CLAUSE DE RESPONSABILITÉ :**

Si vous êtes victimes d'un préjudice, vous conservez votre droit de faire valoir tout recours disponible sur le plan légal. En acceptant de participer à cette étude, vous ne renoncez à aucun de

vos droits ni ne libérez les chercheurs, le commanditaire ou les institutions impliquées de leurs obligations légales et professionnelles à votre égard.

**LA PARTICIPATION DANS UNE RECHERCHE EST VOLONTAIRE :**

La participation à cette recherche reste volontaire, le participant ou la participante peut décider de mettre fin à sa participation à tout moment, et ce, sans préavis et sans craindre des réprimandes de la part de l'étudiant chercheur ou de son professeur.

**Pour tout renseignement supplémentaire concernant vos droits, vous pouvez vous adresser au :**

Comité d'éthique de la recherche avec des êtres humains

UQAT

Vice-rectorat à l'enseignement et à la recherche

445, boul. de l'Université, Bureau B-309

Rouyn-Noranda (QC) J9X 5E4

Téléphone : 819 762-0971 # 2252

maryse.delisle@uqat.ca

**CONSENTEMENT :**

Je, soussigné (e) accepte volontairement de participer à l'étude : la validité du test cardiovasculaire sous-maximal CLW à prédire le  $VO_{2max}$  auprès des étudiantes et étudiants âgés de 17 à 20 ans du Cégep de l'Abitibi-Témiscamingue.

---

Nom du participant (lettres moulées)

---

Signature du participant

---

Date

---

Nom du représentant légal (lettres moulées) (à conserver lorsque cela s'applique)

---

Signature du représentant légal

---

Date

Ce consentement était obtenu par :

---

Nom du chercheur ou agent de recherche (lettres moulées)

---

Signature

---

Date

**QUESTIONS :**

Si vous avez d'autres questions plus tard et tout au long de cette étude, vous pouvez rejoindre :

Chercheur, nom, numéro de téléphone : Ugo Charles 819-762-0931 poste 1224\_\_

Charles Côté, P.h.D, directeur de recherche, 819-762-0971  
poste 2583

**Veillez conserver un exemplaire de ce formulaire pour vos dossiers.**

## Annexe D

## Questionnaire d'aptitude en activité physique

Questionnaire sur l'aptitude à l'activité physique - Q-AAP (version révisée en 2002)

# Q-AAP et VOUS

(Un questionnaire pour les gens de 15 à 69 ans)

L'exercice physique pratiqué d'une façon régulière constitue une occupation de loisir saine et agréable. D'ailleurs, de plus en plus de gens pratiquent une activité physique de façon régulière. Règle générale, augmenter la pratique sportive n'entraîne pas de risques de santé majeurs. Dans certains cas, il est cependant conseillé de passer un examen médical avant d'entreprendre un programme régulier d'activités physiques. Le Q-AAP (questionnaire sur l'aptitude à l'activité physique) vise à mieux cerner les personnes pour qui un examen médical est recommandé.

Si vous prévoyez modifier vos habitudes de vie pour devenir un peu plus actif(ve), commencez par répondre aux 7 questions qui suivent. Si vous êtes âgé(e) de 15 à 69 ans, le Q-AAP vous indiquera si vous devez ou non consulter un médecin avant d'entreprendre votre nouveau programme d'activités. Si vous avez plus de 69 ans et ne participez pas d'une façon régulière à des activités physiques exigeantes, vous devriez consulter votre médecin avant d'entreprendre ces activités.

Lisez attentivement et répondez honnêtement à chacune des questions suivantes. Le simple bon sens sera votre meilleur guide pour répondre correctement à ces questions. Cochez OUI ou NON.

OUI	NON	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1. <b> Votre médecin vous a-t-il déjà dit que vous souffriez d'un problème cardiaque et que vous ne deviez pas participer qu'aux activités physiques prescrites et approuvées par un médecin?</b>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2. <b> Ressentez-vous une douleur à la poitrine lorsque vous faites de l'activité physique?</b>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3. <b> Au cours du dernier mois, avez-vous ressenti des douleurs à la poitrine lors de périodes autres que celles où vous participez à une activité physique?</b>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4. <b> Éprouvez-vous des problèmes d'équilibre reliés à un étourdissement ou vous arrive-t-il de perdre connaissance?</b>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5. <b> Avez-vous des problèmes osseux ou articulaires (par exemple, au dos, au genou ou à la hanche) qui pourraient s'aggraver par une modification de votre niveau de participation à une activité physique?</b>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6. <b> Des médicaments vous sont-ils actuellement prescrits pour contrôler votre tension artérielle ou un problème cardiaque (par exemple, des diurétiques)?</b>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7. <b> Connaissez-vous une autre raison pour laquelle vous ne devriez pas faire de l'activité physique?</b>

Si vous avez répondu

## OUI à une ou plusieurs questions

Consultez votre médecin AVANT d'augmenter votre niveau de participation à une activité physique et AVANT de faire évaluer votre condition physique. Dites à votre médecin que vous avez complété le questionnaire sur l'aptitude à l'activité physique et expliquez-lui précisément à quelles questions vous avez répondu «OUI».

- Il se peut que vous n'ayez aucune contre-indication à l'activité physique dans la mesure où vous y allez lentement et progressivement. Par ailleurs, il est possible que vous ne puissiez faire que certains types d'efforts adaptés à votre état de santé. Indiquez à votre médecin le type d'activité physique que vous comptez faire et suivez ses recommandations.
- Informez-vous quant aux programmes d'activités spécialisés les mieux adaptés à vos besoins, offerts dans votre localité.

## NON à toutes ces questions

Si, en toute honnêteté, vous avez répondu «NON» à toutes les questions du Q-AAP, vous êtes dans une certaine mesure, assuré(e) que :

- vous pouvez augmenter votre pratique régulière d'activités physiques en commençant lentement et en augmentant progressivement l'intensité des activités pratiquées. C'est le moyen le plus simple et le plus sécuritaire d'y arriver.
- vous pouvez faire évaluer votre condition physique. C'est le meilleur moyen de connaître votre niveau de condition physique de base afin de mieux planifier votre participation à un programme d'activités physiques.

## REMETTRE À PLUS TARD L'AUGMENTATION DE VOTRE PARTICIPATION ACTIVE :

- si vous souffrez présentement de fièvre, d'une grippe ou d'une autre affection passagère, attendez d'être remis(e); ou
- si vous êtes enceinte ou croyez l'être, consultez votre médecin avant de modifier votre niveau de pratique sportive régulière.

**Veillez noter** que si votre état de santé se trouve modifié de sorte que vous deviez répondre «OUI» à l'une ou l'autre des questions précédentes, consultez un professionnel de la santé ou de la condition physique, afin de déterminer s'il vous faut modifier votre programme d'activités.

**Formule de consentement du Q-AAP:** La Société canadienne de physiologie de l'exercice, Santé Canada et ses représentants n'assument aucune responsabilité vis-à-vis des accidents qui pourraient survenir lors de l'activité physique. Si, après avoir complété le questionnaire ci-dessus, un doute persiste quant à votre aptitude à faire une activité physique, consultez votre médecin avant de vous y engager.

**Toute modification est interdite. Nous vous encourageons à copier le Q-AAP dans sa totalité.**

Dans la mesure où le Q-AAP est administré avant que la personne ne s'engage dans un programme d'activités ou qu'elle fasse évaluer sa condition physique, la section suivante constitue un document ayant une valeur légale et administrative.

«Je sous-signé(e) affirme avoir lu, compris et complété le questionnaire et avoir reçu une réponse satisfaisante à chacune de mes questions.»

NOM \_\_\_\_\_

SIGNATURE \_\_\_\_\_

DATE \_\_\_\_\_

SIGNATURE D'UN PARENT  
or TUTEUR (pour les mineurs) \_\_\_\_\_

TÉMOIN \_\_\_\_\_

**N.B.— Cette autorisation de faire de l'activité physique est valide pour une période maximale de 12 mois à compter du moment où le questionnaire est rempli. Elle n'est plus valide si votre état de santé change de telle sorte que vous répondez «OUI» à l'une des sept questions.**



© Société canadienne de physiologie de l'exercice www.csep.ca/forms