

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

QUANTIFIER ET QUALIFIER LA CHARGE DE TRAVAIL, LA DÉPENSE  
ÉNERGÉTIQUE, LE SOMMEIL AINSI QUE LES TROUBLES MUSCULO-  
SQUELETTIQUES LORS DE LA QUALIFICATION MILITAIRE DE BASE À  
L'ÉCOLE DE LEADERSHIP ET DE RECRUES DES FORCES CANADIENNES.

MÉMOIRE

PRÉSENTÉ

COMME EXIGENCE PARTIELLE

MAÎTRISE EN SCIENCE DE L'ACTIVITÉ PHYSIQUE

PAR

MARIE-ANDRÉE LAROCHE

FÉVRIER 2023

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL  
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.04-2020). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

## REMERCIEMENTS

Je remercie tout d'abord mes directeurs de maîtrise Alain-Steve Comtois et François Lalonde. Alain-Steve, pour ta disponibilité en tout temps, pour tes multitudes connaissances, ainsi que ta personnalité plus que sympathique. François, pour m'avoir lancée dans ce processus de formation, pour tes rappels d'échéance et tes connaissances en performance humaine et réhabilitation ainsi que de mon domaine de recherche, les recrues.

Je tiens à remercier la section de recherche et développement (R&D) des services bien-être et morale des forces canadienne (SBMFC) pour leur soutien en ressource humaine et matérielle. Sans leur participation dans ce projet, rien n'aurait pu être réalisable. Un merci spécial à Étienne Chassé de R&D pour son soutien, ses connaissances et sa disponibilité.

Je tiens également à remercier ma mère pour m'avoir toujours reprise lorsque mes mots, mes accords, mes structures de phrases n'étaient pas adéquats et qui a révisé ce mémoire avant publication finale.

Finalement, je tiens à remercier mes supérieurs, Mona Raouf et Pierre-Luc Desormeaux, de m'avoir donné l'opportunité d'accomplir un projet d'envergure qui est très prometteur ainsi que mes collègues immédiats, Julie Gagnon, Philippe Laplante et Mathieu Doucet, pour leur compréhension et soutien tout au long de ce parcours.

## DÉDICACE

Je dédicace ce mémoire à tous ceux qui ont de  
l'initiative, de l'audace, de la vision et de la  
détermination. Un projet ne naît sans ces  
personnes.

## TABLE DES MATIÈRES

|  |              |
|--|--------------|
| <b>REMERCIEMENTS .....</b>   | <b>ii</b>    |
| <b>DÉDICACE .....</b>  | <b>iii</b>   |
| <b>LISTE DES FIGURES .....</b>   | <b>vii</b>   |
| <b>LISTE DES TABLEAUX.....</b>   | <b>ix</b>    |
| <b>LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGNES ET DES ACRONYMES .....</b>         | <b>xi</b>    |
| <b>LISTE DES SYMBOLES ET DES UNITÉS.....</b>                             | <b>xvii</b>  |
| <b>RÉSUMÉ.....</b>   | <b>xviii</b> |
| <b>ABSTRACT.....</b>   | <b>xx</b>    |
| <b>CHAPITRE I.....</b>   | <b>1</b>     |
| <b>INTRODUCTION.....</b>   | <b>1</b>     |
| <b>1.1 École de leadership et de recrues des Forces canadiennes.....</b> | <b>1</b>     |
| <b>1.2 Évaluations.....</b>  | <b>2</b>     |
| 1.2.1 Évaluation de la condition physique .....                          | 4            |
| 1.2.2 L'évaluation FORCE .....   | 6            |
| 1.2.3 Autres évaluations de la condition physique.....                   | 12           |
| <b>1.3 Intervenants.....</b>   | <b>14</b>    |
| 1.3.1 Les services de bien-être et moral des Forces canadiennes .....    | 14           |
| <b>1.4 Problématique.....</b>  | <b>17</b>    |
| <b>CHAPITRE II Recension des écrits scientifiques .....</b>              | <b>19</b>    |
| <b>2.1 Charge d'entraînement .....</b>                                   | <b>19</b>    |

|  |  |           |
|--|--|-----------|
| 2.1.1                                  | Charge d'entraînement externe .....  | 21        |
| 2.1.2                                  | Facteurs individuels .....   | 22        |
| 2.1.3                                  | La charge mécanique l'ELRFC.....   | 23        |
| 2.1.4                                  | La fracture de stress .....  | 25        |
| 2.1.5                                  | Prévention des blessures .....   | 25        |
| <b>2.2</b>                             | <b>La dépense énergétique .....</b>  | <b>26</b> |
| <b>2.3</b>                             | <b>Le comportement du sommeil .....</b>  | <b>30</b> |
| <b>CHAPITRE III méthodologie .....</b> |  | <b>33</b> |
| <b>2.4</b>                             | <b>Procédure.....</b>  | <b>33</b> |
| 2.4.1                                  | Mesure de l'activité physique / accélérométrie.....                                | 35        |
| 2.4.2                                  | Les renseignements démographiques.....   | 36        |
| 2.4.3                                  | Taille .....   | 36        |
| 2.4.4                                  | Mesure de la composition corporelle .....  | 37        |
| 2.4.5                                  | Évaluation FORCE .....   | 37        |
| <b>2.5</b>                             | <b>Emplacement.....</b>  | <b>39</b> |
| <b>2.6</b>                             | <b>Plan d'analyse des données .....</b>  | <b>39</b> |
| 2.6.1                                  | Données recueillies lors des semaines 1 et 10 .....                                | 40        |
| 2.6.2                                  | Données recueillies après une visite à la clinique médicale .....                  | 40        |
| 2.6.3                                  | Données recueillies chaque jour et chaque semaine .....                            | 41        |
| <b>2.7</b>                             | <b>Conflits d'intérêts potentiels.....</b>   | <b>43</b> |
| <b>2.8</b>                             | <b>Rétention d'informations .....</b>  | <b>43</b> |
| <b>2.9</b>                             | <b>Dépistage médical .....</b>   | <b>44</b> |
| <b>2.10</b>                            | <b>Couverture médicale .....</b>   | <b>44</b> |
| <b>2.11</b>                            | <b>Risques et atténuation des risques .....</b>                                    | <b>44</b> |
| <b>2.12</b>                            | <b>Anonymat et confidentialité.....</b>  | <b>45</b> |
| <b>2.13</b>                            | <b>Avantages et importance militaire de l'étude .....</b>                          | <b>46</b> |
| <b>CHAPITRE IV Résultats .....</b>     |  | <b>48</b> |
| <b>2.14</b>                            | <b>Article scientifique soumis le 22 juin 2022 à Military Medicine Journal ...</b> | <b>48</b> |
| 2.14.1                                 | Résumé.....  | 49        |
| <b>4.2</b>                             | <b>La dépense énergétique moyenne.....</b>   | <b>51</b> |
| 4.2.1                                  | Dépense énergétique moyenne selon la circonférence de taille.....                  | 51        |
| <b>4.3</b>                             | <b>Composition corporelle .....</b>  | <b>53</b> |

|  |            |
|--|------------|
| <b>4.4 Relation entre la composition corporelle et les performances physiques opérationnelles.....</b>                                     | <b>54</b>  |
| 4.4.1 Relation entre la CP 20m selon la masse grasse et maigre .....   | 54         |
| 4.4.2 Relation entre le SSS selon la masse grasse et maigre .....  | 58         |
| 4.4.3 Relation entre la CNIC selon la masse grasse et maigre.....  | 62         |
| 4.4.4 Relation entre la TSS selon la masse grasse et maigre. ....  | 66         |
| <br>   |            |
| <b>CHAPITRE V Discussion.....</b>  | <b>72</b>  |
| <b>5.1 La dépense énergétique (DE) .....</b>   | <b>72</b>  |
| <b>5.2 La composition corporelle .....</b>   | <b>74</b>  |
| <br>   |            |
| <b>CONCLUSION.....</b>   | <b>76</b>  |
| <br>   |            |
| <b>ANNEXE A OREN 107 .....</b>   | <b>78</b>  |
| <br>   |            |
| <b>ANNEXE B Séance d’information .....</b>   | <b>83</b>  |
| <br>   |            |
| <b>ANNEXE C Formulaire de consentement éclairé pour des sujets humains .....</b>   | <b>89</b>  |
| <br>   |            |
| <b>ANNEXE D Questionnaire démographique.....</b>   | <b>94</b>  |
| <br>   |            |
| <b>ANNEXE E Questionnaire de TMS / douleur.....</b>  | <b>96</b>  |
| <br>   |            |
| <b>ANNEXE 7 Assessment of Training Load, Sleep, Injuries and Operational Fitness Performance during Basic Military Qualification. ....</b> | <b>99</b>  |
| <br>   |            |
| <b>RÉFÉRENCES.....</b>   | <b>123</b> |

## LISTE DES FIGURES

| Figure  | Page |
|---|------|
| 1.2.1 Quatre comportements liés à la performance (P4) ayant une incidence sur la performance physique de la stratégie ÉQUILIBRE ..... | 5    |
| 1.2.2 Tracé du parcours de la CP 20m.....   | 8    |
| 1.2.3 Soulever de sacs de sable (SSS) .....   | 9    |
| 1.2.4 Course navette intermittente avec charge (CNIC).....  | 10   |
| 1.2.5 Traction de sacs de sable (TSS).....  | 11   |
| 1.2.6 Profil de la condition physique .....   | 12   |
| 1.7 Curriculum normal de la QMB et l'interaction du PRE-Ph1-Ph2-Ph3 ...   | 16   |
| 2.1 Exemple d'horaire d'entraînement .....  | 20   |
| 4.1 Courriel de confirmation de soumission d'article .....  | 47   |
| 4.2 Dépense énergétique en moyenne par jour .....   | 49   |
| 4.2.1 Dépense énergétique en moyenne selon la circonférence de taille .....   | 50   |
| 4.4.1.1 Régression entre la masse grasse (kg) et les résultats à la course précipitée de 20 mètres (sec) .....                        | 53   |
| 4.4.1.2 Régression entre la masse maigre (kg) et les résultats à la course précipitée sur 20 mètres (sec) .....                       | 56   |

|   |    |
|---|----|
| 4.4.2.1 Régression entre les résultats du soulever de sacs de sable (sec) et la masse grasse (kg).....                  | 58 |
| 4.4.2.2 Régression entre les résultats du soulever de sacs de sable (sec) et la masse maigre (kg).....                  | 60 |
| 4.4.3.1 Régression entre les résultats à la course-navette intermittente avec charge (sec) et la masse grasse (kg)..... | 61 |
| 4.4.3.2 Régression entre les résultats à la course-navette intermittente avec charge (sec) et la masse maigre (kg)..... | 64 |
| 4.4.4.1 Régression entre les résultats à la traction de sacs de sable (sec) et la masse grasse (kg).....                | 66 |
| 4.4.4.2 Régression entre les résultats à la traction de sacs de sable (sec) et la masse maigre (kg).....                | 68 |

## LISTE DES TABLEAUX

| Tableau   | Page |
|---|------|
| 2.2 Méthode d'analyse de la dépense énergétique .....   | 27   |
| 3.1 Résumé de la participation des recrues .....  | 31   |
| 3.2 Lignes directrices du MET .....   | 41   |
| 4.3 Résultats de la composition corporelle .....  | 51   |
| 4.4.1.1 Tableau des constances entre la course précipitée de 20 mètres (sec) et la masse grasse.....            | 53   |
| 4.4.1.2 Tableau des constances entre la course précipitée de 20 mètres (sec) et la masse maigre .....           | 55   |
| 4.4.2.1 Tableau des constances entre le soulever de sacs de sable (sec) et la masse grasse. ....                | 57   |
| 4.4.2.2 Tableau des constances entre le soulever de sacs de sable (sec) et la masse maigre .....                | 59   |
| 4.4.3.1 Tableau des constances entre la course-navette intermittente avec charge (sec) et la masse grasse ..... | 61   |
| 4.4.3.2 Tableau des constances entre la course-navette intermittente avec charge (sec) et la masse maigre.....  | 63   |
| 4.4.4.1 Tableau des constances entre la traction de sacs de sable (sec) la masse grasse .....                   | 65   |

4.4.4.2 Tableau des constances entre la traction de sacs de sable et la masse  
maigre .....67

## LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGNES ET DES ACRONYMES

|           |   |
|-----------|---|
| ACC       | Attirail de combat complet  |
| AP        | Activité physique   |
| APMV      | Activité physique modérée à vigoureuse  |
| CBRN      | Capacité interarmées de défense chimique, Biologique, Radiologique et Nucléaire |
| CdeC      | Chaîne de commandement  |
| CE        | Charge d'entraînement   |
| CERH      | Comité d'éthique de la recherche humaine  |
| CF EXPRES | Programme de Prescription d'Exercice des FAC                                    |
| CIO       | Comité International Olympique  |
| CMR       | Collège militaire royal   |
| CNIC      | Course Navette Intermittente avec Charge  |

|          |   |
|----------|---|
| CP20m    | Course-Précipitée sur 20 mètres   |
| CPTMC    | Condition Physique des Tâches Militaires Communes                                       |
| CT       | Circonférence de taille   |
| DE       | Dépense Énergétique   |
| DEA      | Défibrillateur externe automatisé   |
| DET      | Dépenses énergétiques totales   |
| DFit     | Directeur de la condition physique  |
| ÉCPTMC   | L'évaluation de la condition physique des tâches militaires communes                    |
| EEP      | Évaluation de l'effort perçu  |
| Élof     | Élève Officier  |
| ELRFC    | École de Leadership et de Recrues des Forces Canadiennes                                |
| EP       | Entraînement physique   |
| EPC-SCPE | Entraîneur personnel certifié - Société canadienne de physiologie de l'exercice         |
| EPTC 2   | Énoncé de politique des trois Conseils : Éthique de la recherche avec des êtres humains |

|          |  |
|----------|--|
| ET       | Écarts types   |
| FAC      | Forces Armées Canadiennes  |
| FORCE    | Force Opérationnelle Requise dans le Cadre de l'Emploi                                 |
| FRS      | Force de réaction au sol   |
| IMC      | Indice de Masse Corporelle   |
| MC       | Masse corporelle   |
| MDN      | Ministère de la Défense nationale  |
| MR       | Membre du Rang   |
| NMCP     | Normes minimales de la condition physique  |
| Ops      | Opération  |
| OREN     | Objectif de rendement  |
| PEC-SCPE | Physiologiste de l'exercice certifié - Société canadienne de physiologie de l'exercice |
| PRE      | Programme de Retour à l'Entraînement   |
| PRE-QMB  | Programme préparation à la QMB   |

|       |   |
|-------|---|
| PRE1  | Programme de Retour à l'Entraînement Phase 1          |
| PRE2  | Programme de Retour à l'Entraînement Phase 2          |
| PRE3  | Programme de Retour à l'Entraînement Phase 3          |
| PSP   | Programmes de soutien du personnel                    |
| QMBO  | Qualification militaire de base des Officiers         |
| QMB   | Qualification Militaire de Base                       |
| R&D   | Recherche et développement                            |
| RCR   | Réanimation Cardio-Respiratoire                       |
| RDDC  | Recherche et développement pour la défense Canada     |
| SBMFC | Services de bien-être et Moral des Forces canadiennes |
| SCPE  | Société canadienne de physiologie de l'exercice       |
| SMCP  | Standards Minimum de la Condition Physique            |
| SPSS  | Statistical Package for the Social Sciences           |
| SSS   | Soulever des sacs de sable                            |
| TMS   | Trouble Musculosquelettique                           |

|       |  |
|-------|--|
| TRBNM | Test réglementaire de base en natation pour les militaires |
| TSS   | Traction de sacs de sable                                  |
| CORE  | Course on Research Ethics                                  |
| VAT   | Vitesse d'accélération tibiale                             |



## LISTE DES SYMBOLES ET DES UNITÉS

|                     |   |
|---------------------|---|
| Kcal/j              | Dépenses énergétiques en kilocalorie par jour |
| Kg                  | Kilogrammes                                   |
| Lbs                 | Livres  |
| M                   | Mètres  |
| MET                 | Équivalent métabolique                        |
| Sec                 | Seconde                                       |
| VO <sub>2max</sub>  | Consommation maximale d'oxygène               |
| VO <sub>2peak</sub> | Consommation maximale d'oxygène prédite       |

## RÉSUMÉ

Mots clés : charge d'entraînement, militaire, recrue, dépense énergétique, trouble musculosquelettique, sommeil

**Contexte :** L'École de leadership et de recrues des Forces canadiennes (ELRFC) fait face à de multiples obstacles et défis pour remplir son principal mandat : graduer le plus grand nombre possible de recrues tout en diminuant les libérations. Présentement, la qualification militaire de base (QMB) est une série de cours obligatoires répartis sur dix semaines. Pour obtenir la graduation de la QMB, il est obligatoire pour les recrues de satisfaire à la norme minimale de l'évaluation de la Forme Opérationnelle Requise dans le Cadre de l'Emploi (FORCE). Même si la recrue répond à la norme FORCE, la QMB a son propre ensemble de défis physiques qui ne sont pas nécessairement reflétés par l'évaluation FORCE (p. ex. : marche avec charge ; parcours d'obstacles ; exercices militaires et exercices tactiques sur le terrain). Jusqu'à présent, aucun projet de recherche n'a été réalisé sur la QMB pour répondre aux exigences physiques et physiologiques réelles de ce cours. On suppose que des facteurs individuels (ex. conditionnement physique initial) et externes (ex., conditions météorologiques) peuvent influencer la charge d'entraînement perçue des recrues pendant le cours. D'autres facteurs, tels que la nutrition, la quantité et la qualité du sommeil, les blessures et l'activité physique, peuvent influencer la charge d'entraînement perçue. Certaines données de recherches indiquent que, pour être à leur meilleur niveau, les militaires doivent être entraînés et en forme, bien alimentés, bien reposés et exempts de blessures. Récemment, il a été observé qu'un résultat inférieur aux critères d'évaluation FORCE augmente le risque de trouble musculosquelettique (TMS) pendant la QMB, augmentant ainsi le temps nécessaire pour obtenir leur diplôme tout en augmentant les risques de libération pour certaines recrues. À ce jour, il y a peu ou pas de données disponibles sur la charge de travail, la dépense énergétique, l'apport énergétique, la quantité/qualité de sommeil et la prévalence des TMS au sein d'un seul peloton qui suit la QMB.

**Objectif de recherche :** Le but de ce mémoire est de quantifier et de qualifier la charge d'entraînement, la dépense énergétique, la quantité/qualité de sommeil, les TMS ainsi que d'observer les changements dans la composition corporelle et les performances physiques opérationnelles pendant les 10 semaines de la QMB à l'ELRFC. Il s'agit de la première étude observationnelle réalisée chez les recrues.

**Matériels et méthodes :** Quarante recrues militaires canadiennes, 8 femmes et 32 hommes, (âge  $24 \pm 5$  ans ; grandeur  $176,4 \pm 10,4$  cm) ont été surveillées à l'aide d'un accéléromètre (GENEactiv) au poignet entre la semaine 1 et la semaine 9 pour évaluer la charge d'entraînement et la durée du sommeil. Au cours de la deuxième et de la

dixième semaine, les recrues ont effectué une évaluation de la condition physique opérationnelle. À la semaine 1 et 10, les recrues ont effectué une évaluation de leur composition corporelle à l'aide d'un Inbody 270. Finalement, la surveillance des troubles musculosquelettiques (TMS) a été effectuée pendant les 10 semaines à l'aide d'un questionnaire et des restrictions médicales.

**Résultats :** L'intensité de la CE était significativement différente ( $p = 0,0001$ ) d'une semaine à l'autre. La durée totale quotidienne d'activité physique (AP) moyenne et vigoureuse (APMV) était respectivement de  $189,7 \pm 48,1$  min et  $44,7 \pm 15,2$  min. La durée moyenne du sommeil était de  $5,4 \pm 0,4$  heures par nuit et a diminué à  $4,2 \pm 0,4$  heures pendant les exercices de terrain. Une différence significative de durée de sommeil a été observée entre les recrues avec et sans TMS. En effet, les recrues avec TMS pendant la QMB dormaient en moyenne 54 minutes de moins que les recrues sans TMS. Les recrues ont accumulé un total de 95 jours sous restrictions médicales avec une moyenne de 3,8 jours consécutifs. L'estimation du  $Vo_{2peak}$  à partir de l'évaluation FORCE s'améliore significativement de la semaine 2 à la semaine 10 (PRE,  $47,1 \pm 6,3$  ; POST,  $50,2 \pm 5,8$  ;  $p = 0,0001$ ). Les résultats démontrent que la DE moyenne par jour pendant la QMB est de  $4297,4 \pm 277,4$  kcal/jour et qu'il y a une différence significative entre les recrues qui ont et n'ont pas une circonférence de taille favorable à une bonne santé ( $p \leq 0,004$ ). La composition corporelle des recrues s'est significativement améliorée entre la semaine 1 et 10 de la QMB, notons un gain en masse maigre (kg) (Pré :  $37,1 \pm 7,2$ , Post :  $38,6 \pm 6,8$ ,  $p = 0,000$ ) et une diminution de la masse grasse (kg) (Pré :  $22,3 \pm 9,3$ , Post :  $17,4 \pm 7,1$ ,  $p = 0,000$ ). Finalement, des équations de régression ont été développées afin de prédire les performances physiques opérationnelles selon la masse grasse (kg) et la masse maigre (kg).

**Conclusion :** La charge d'entraînement et la dépense énergétique sont de grande ampleur et varient significativement d'une semaine à l'autre. La durée moyenne de sommeil par semaine peut avoir un impact négatif sur l'apparition des TMS. La QMB apporte des améliorations dans les changements des performances physiques opérationnelles ainsi que dans la composition physique.

## ABSTRACT

Keywords : basic training, military, training load, energy expenditure, injury, sleep

**Background:** The Canadian Forces Leadership and Recruits School (CFLRS) faces multiple obstacles and challenges to fulfill its mandate: graduating as many successful recruits as possible while minimizing attrition. Currently, the Basic Military Qualification (BMQ) is a series of mandatory courses spread through ten weeks. To graduate from BMQ, it is mandatory for recruits to meet minimal standards of the Fitness for Operational Requirements of Canadian Armed Forces Employment (FORCE). Even if the candidate meets FORCE standards, the BMQ has its own set of physical challenges that are not necessarily denoted by the FORCE evaluation (e.g.: rucksack march; obstacles courses; drills and field exercises). Until now, no research project has been performed to address the actual physical and physiological demands of the BMQ course. It is speculated that individual (e.g.: initial physical fitness) and external factors (e.g.: weather) can influence the perceived training effort of the recruits during the course. Other factors, such as nutrition, sleep quantity and quality, injury and physical activity can influence the perceived training effort. Taking into account the BALANCE strategy, physical performance is an essential component of operational readiness. Research indicates that, to perform at your best, military members need to be trained and fit, properly nourished/fed, well rested, and free from injury. Recently, it was observed that a lower score on the FORCE evaluation increases the risk of musculoskeletal injuries (MSKI) during BMQ, thus increasing the time to graduate and for some candidates, the attrition may increase. To this date, there is little or no data available on training load, energy expenditure, energy intake, sleep quantity/quality and prevalence of MSKI in a single platoon that goes through the BMQ curriculum.

**Research Objective:** The purpose of this study is to quantify and qualify the training load, energy expenditure, sleep quality/quantity and MSKI incidents as well as to observe changes in operational physical performance and body composition during the 10 weeks of the BMQ at the CFLRS. This is the first observational study performed on recruits that will cover pillars of BALANCE into one cohesive project.

**Materials and Methods:** Forty Canadian military recruits, 8 females and 32 males, (age  $24 \pm 5$  years; height  $176.4 \pm 10.4$  cm) were monitored with a wrist accelerometer (GENEactiv) between weeks 1 and 9 to assess training load and sleep duration. At weeks 2 and 10, recruits completed an operational fitness assessment. At week 1 and 10, recruits completed a body composition assessment using an Inbody 270. Finally, injury surveillance was performed over the 10 weeks with a questionnaire and a copy of medical limitations after a visit to the medical clinic.

**Results:** TL intensity was significantly different ( $p = 0.0001$ ) between weeks. The average total time of moderate to vigorous physical activity (MVPA) per day was  $189.7 \pm 48.1$  min and  $44.7 \pm 15.2$  min, respectively. Mean sleep duration was  $5.4 \pm 0.4$  h per night and decreased to  $4.2 \pm 0.4$  h during field exercises. A significant difference in sleep duration was observed between recruits with and without MSKI. Indeed, recruits with MSKI during QMB slept an average of 54 minutes less than recruits without MSKI. Recruits accumulated a total of 95 days under medical limitations with an average of 3.8 consecutive days.  $Vo_{2peak}$  estimation from the FORCE evaluation improved significantly from week 2 to week 10 (PRE,  $47.1 \pm 6.3$ ; POST,  $50.2 \pm 5.8$ ;  $p = 0.0001$ ). Results show that the average EE per day during the QMB is  $4297.4 \pm 277.4$  kcal/day and that there is a significant difference between recruits who do and do not have an healthy waist circumference ( $p \leq 0.004$ ). Body composition of recruits significantly improved between week 1 and 10 of the QMB, note a gain in lean mass (kg) (Pre:  $37.1 \pm 7.2$ , Post:  $38.6 \pm 6.8$ ,  $p = 0.000$ ) and a decrease in fat mass (kg) (Pre:  $22.3 \pm 9.3$ , Post:  $17.4 \pm 7.1$ ,  $p = 0.000$ ). Finally, regression equations were developed to predict operational physical performance according to fat mass (kg) and lean mass (kg).

**Conclusion:** Training load and energy expenditure are of wide magnitude and vary significantly from week to week. The average sleep duration per week may have a negative impact on the development of MSKI. BMQ provides improvements in operational physical performance changes as well as body composition.

## CHAPITRE I

### INTRODUCTION

#### 1.1 École de leadership et de recrues des Forces canadiennes

L'École de leadership et de recrues des Forces canadiennes (ELRFC) accueille les futurs aspirants militaires de la force régulière des Forces armées canadiennes (FAC) pour l'entraînement de base des élèves officiers (Élof) et des militaires du rang (MR). L'ELRFC est également responsable de programmes de perfectionnement professionnel pour les officiers et les MR. La qualification militaire de base (QMB) et la qualification militaire de base des officiers (QMBO) ont été développées conformément au concept de l'instruction basé sur le manuel de l'instruction individuelle et de l'éducation des Forces canadiennes. Pour ces formations, la capacité minimale de candidats par peloton est de 12 pour un maximum de 60. Ces formations s'offrent dans les deux langues officielles, soit en anglais et en français. La majorité des candidats sont formés à la garnison de Saint-Jean-sur-Richelieu, Québec, Canada. La résilience mentale est une partie importante dans la QMB et la QMBO et se définit comme l'habileté à revenir dans un état psychologique normal suite à un événement ou à une circonstance défavorable. Plusieurs tâches sont demandées aux candidats afin de les aider à comprendre leur résilience mentale et de développer leur leadership :

- Tour de rappel

- Tyrolienne
- Pistes à obstacle
- Marches avec sac alpin
- Tâches en petits groupes.

Les candidats de la QMB sont des recrues détenant au minimum une 10<sup>e</sup> année ou un secondaire 4 (Québec). Une fois la qualification terminée, ces candidats seront des MR. La durée de cette qualification est de 50 jours, soit 10 semaines de formation. Les candidats de la QMBO sont des aspirants-officiers détenant un baccalauréat ou étudiant au Collège militaire royal (CMR) de Saint-Jean-sur-Richelieu (Québec) ou de Kingston (Ontario), Canada. Une fois la QMBO terminé, ces candidats deviendront des officiers. La durée de cette qualification est de 60 jours, soit de 12 semaines. Pour le reste de ce mémoire de maîtrise, l'accent de la recherche sera seulement pour la QMB et le terme recrue sera utilisé pour discuter des participants.

## 1.2 Évaluations

Les recrues sont évaluées tout au long de la qualification sur les objectifs de rendement (OREN) selon la séquence suivante : l'apprentissage, la pratique, l'évaluation informelle, l'évaluation formelle, la révision pour l'examen (si applicable) et en cas d'échec, reprise de l'entraînement et/ou de l'examen. Par exemple, l'OREN 107 décrit les critères communs liés à la condition physique (Annexe A). L'objectif de cet OREN est de maintenir une bonne condition physique et pour ce faire les recrues doivent :

- Participer aux exercices d'aérobic
- Exécuter des exercices de musculation des parties supérieures et inférieures du corps

- Démontrer sa connaissance en matière de condition physique militaire
- Satisfaire aux critères du test réglementaire de base de natation pour les militaires (TRBNM)

Un total de 54 périodes de 40 minutes sont allouées pendant la QMB à cet OREN, dont trois évaluations de la condition physique qui seront discutées au point 1.2.1. Le dossier de toute recrue ayant obtenu un échec malgré les reprises permises sera envoyé au commandant afin que celui-ci prenne les mesures nécessaires. Pour obtenir la qualification relative au cours de la QMB, toutes les recrues doivent :

- 1- Réussir tous les OREN
- 2- Manifester les caractéristiques fondamentales
  - a) devoir, loyauté, intégrité et courage
- 3- Progresser dans le développement des comportements attendus
  - a) respecter la dignité de toute personne, servir le Canada avant soi-même et obéir à l'autorité légale
  - b) faire preuve d'esprit combatif, de discipline, de responsabilité illimitée, d'une bonne condition physique et de travailler efficacement en équipe
- 4- Manifester une attitude positive envers l'instruction et le travail d'équipe
- 5- Promouvoir la confiance, la camaraderie et l'esprit de corps en se comportant de manière disciplinée.

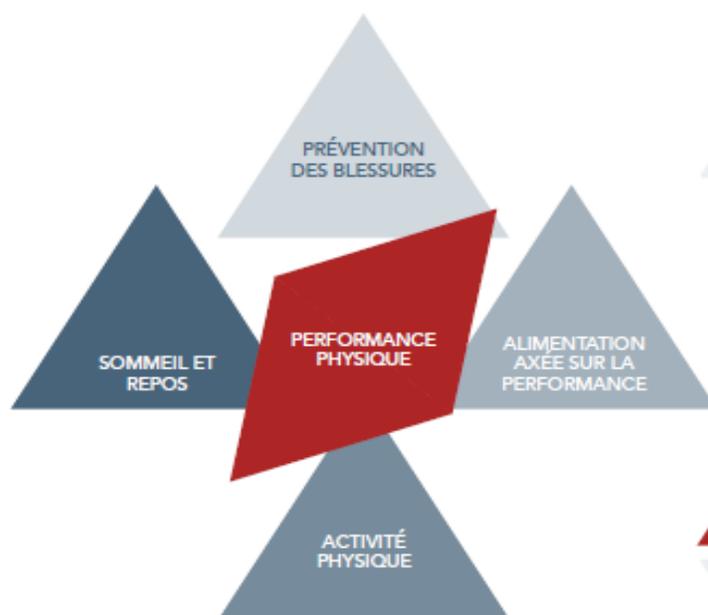
L'endoctrinement est réalisé pendant les trois premières semaines de la QMB sans que les recrues ne soient tenues de connaître la norme exigée et ils recevront de l'aide des instructeurs pour apprendre les routines attendues d'eux. Afin de réussir, la présence des recrues doit être au moins de 50% pendant l'entraînement physique et de 100% pour l'entraînement de campagne. L'entraînement de campagne est

étalé sur deux semaines et les recrues sont appelées à reconnaître les situations dangereuses, à se diriger à l'aide d'une carte et d'une boussole, à fonctionner dans un milieu de vie de campagne et à appliquer les techniques de campagne dans un environnement tactique à titre de membre d'une section. Par exemple, les recrues doivent construire un abri improvisé, réagir aux alarmes locales de tir direct ou indirect, réagir au déclenchement des dispositifs d'alerte lointaine d'intrusion. Une recrue peut être reclassée si elle manque 9 périodes pour n'importe quel OREN, si elle est absente pour un total de 24 périodes de 40 minutes, pour un cumulatif de plus de 24 h pendant la formation ou de 12 heures consécutives pendant les exercices de campagne, pour certaines absences des leçons sur l'arme personnelle (5.56 mm C7) et de la capacité interarmée de défense chimique, biologique, radiologique et nucléaire (CBRN) et à une leçon de premiers soins.

### 1.2.1 Évaluation de la condition physique

Le succès opérationnel des FAC est lié à la préparation physique de ses membres. Selon le principe d'universalité du service, les militaires doivent être en bonne condition physique, aptes au travail et déployables pour aller effectuer des tâches opérationnelles générales (DAOD 5023-0, 2006). Différentes stratégies ont été mises en place depuis plusieurs années afin de véhiculer la culture de la forme physique dans les FAC. La stratégie ÉQUILIBRE (BALANCE), développée en 2018, vise une amélioration des performances physiques par le biais de la pratique de l'activité physique, d'une alimentation saine, d'un sommeil adéquat et d'un mode de vie sain incluant la prévention des blessures (Figure 1.2.1). Ces quatre objectifs constituent la base de la stratégie ÉQUILIBRE qui se rassemblent dans une approche globale et intégrée. Cette stratégie est similaire à celle développée par la société canadienne de physiologie de l'exercice (SCPE) ainsi qu'Active Canada 20/20. En effet, les directives émises par la

SCPE, développées en 2020, recommandent de bouger plus, d'être moins sédentaire et de bien dormir (24/24). Tandis qu'Active Canada 20/20, développé en 2015, est un plan pour favoriser la pratique de l'activité physique au Canada en supportant et guidant les parties impliquées à différents niveaux : local, régional, provincial et fédéral (Spence *et al.*, 2016).



**Figure 1.2.1** Quatre comportements liés à la performance (P4) ayant une incidence sur la performance physique de la stratégie ÉQUILIBRE

<https://www.connexionfac.ca/Nationale/Programmes-et-Services/Personnel-militaire/Conditionnement-physique-pour-les-militaires/EQUILIBRE.aspx>

L'évaluation de la condition physique a évolué depuis 1997. En effet, avant octobre 1997, la sélection des candidats était réalisée par les centres de recrutement à l'aide de l'indice de masse corporelle (IMC) comme déterminant de la performance opérationnelle (Mendes et Holt). Dû à un manque de soutien scientifique entre l'indice

de masse corporelle et les déterminants de la performance, cette méthode d'évaluation a été abolie. Après octobre 1997, les normes minimales de la condition physique (NMCP) pour les FAC étaient sous la forme modifiée du programme de prescription d'exercices des FAC (CF EXPRESS) (Express). Les standards minimaux étaient basés selon le sexe et l'âge et nécessitaient la réussite de quatre épreuves : 1) de capacité aérobique (step test), 2) de force musculaire (force de préhension), 3) d'endurance musculaire du bas du corps (redressement assis) et 4) d'endurance musculaire du haut du corps (pompe). Vers la fin des années 90, l'évaluation aérobique a été remplacée par la course léger-navette (Reilly, 2010). Les évaluations étaient réalisées dans les centres de recrutement. Selon les standards préétablis, en cas d'échec lors de l'évaluation, la future recrue n'était pas admissible pour sa formation militaire initiale à l'ELRFC afin de réduire les libérations et les risques de troubles musculosquelettiques (TMS). En octobre 2006, la politique d'évaluation a été changée afin de permettre aux nouvelles recrues d'être admises à l'ELRFC sans avoir préalablement été évaluées physiquement. En cas d'échec au NMCP, les nouvelles recrues étaient prises en charge dans un programme de préparation physique par le programme de soutien du personnel (PSP). Ce changement dans la politique s'est traduit par une diminution dans le niveau de condition physique initial des nouvelles recrues (Lee *et al.*, 2017). Suite à plusieurs questionnements, une évaluation basée sur les normes d'emploi physiques a été développée afin de faire correspondre la capacité physique du personnel militaire avec les exigences physiques des tâches du travail.

### 1.2.2 L'évaluation FORCE

L'évaluation de la forme opérationnelle requise dans le cadre de l'emploi (FORCE) (cafconnection, 2021) a été développée et implantée en 2014. Cette évaluation reflète

la norme minimale physique requise et pour certains métiers, des normes supérieures sont exigées. L'évaluation FORCE vise à prédire la capacité d'un membre à accomplir des tâches physiquement difficiles jugées essentielles pour tout le personnel des FAC, peu importe le métier, l'âge, le grade et le sexe. L'évaluation FORCE est un test étalon prédictif de l'évaluation de la condition physique des tâches militaires communes (ÉCPTMC) (CMTFE). Le ÉCPTMC se compose de six tâches :

- a) Se mettre à couvert ;
- b) Effectuer une extraction d'un véhicule;
- c) Piocher et creuser;
- d) Transporter une civière;
- e) Ériger une fortification en sacs de sable;
- f) Transporter des piquets et du fil de fer.

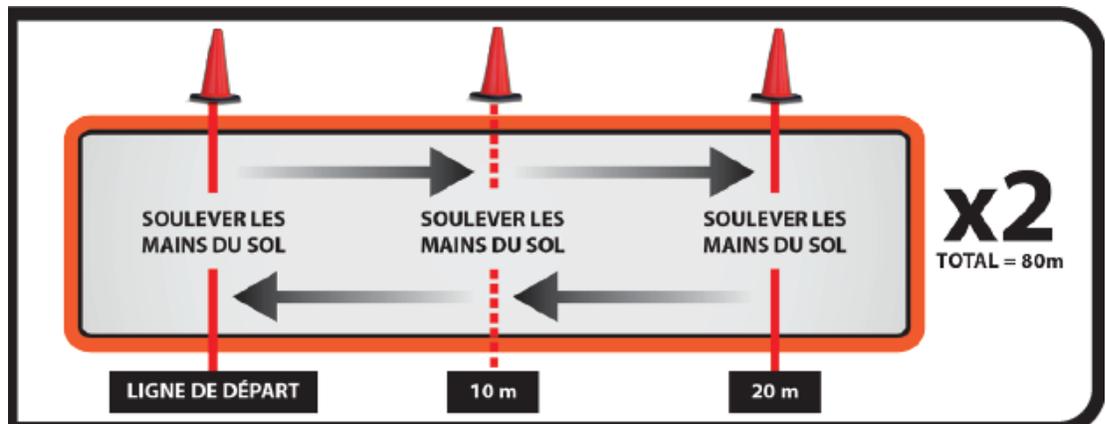
Regroupée en quatre épreuves, l'évaluation FORCE répond à une norme de condition physique opérationnelle répartie en quatre composantes directement liées à l'ÉCPTMC :

#### 1.2.2.1 Course précipitée sur 20 mètres (CP 20 m)

L'objectif de la CP 20 m est d'évaluer la capacité du membre des FAC à se déplacer rapidement sur de courtes distances tout en changeant de position tous les 10 m. Cette tâche est directement liée à la mise à couvert.

Lors de cette tâche, le candidat doit débiter l'épreuve couché à plat ventre au sol, épaules et mains derrière la ligne de départ, mains soulevées du sol. À chaque 10 m, le candidat touche la ligne avec son pied, puis se couche de nouveau au sol, mains et

épaules derrière la ligne. Une fois couché, le candidat doit soulever les mains du sol. Le candidat doit compléter cette séquence 7 fois pour une distance de 80 mètres (m) en moins de 51 secondes (sec) (figure 1.2.2).



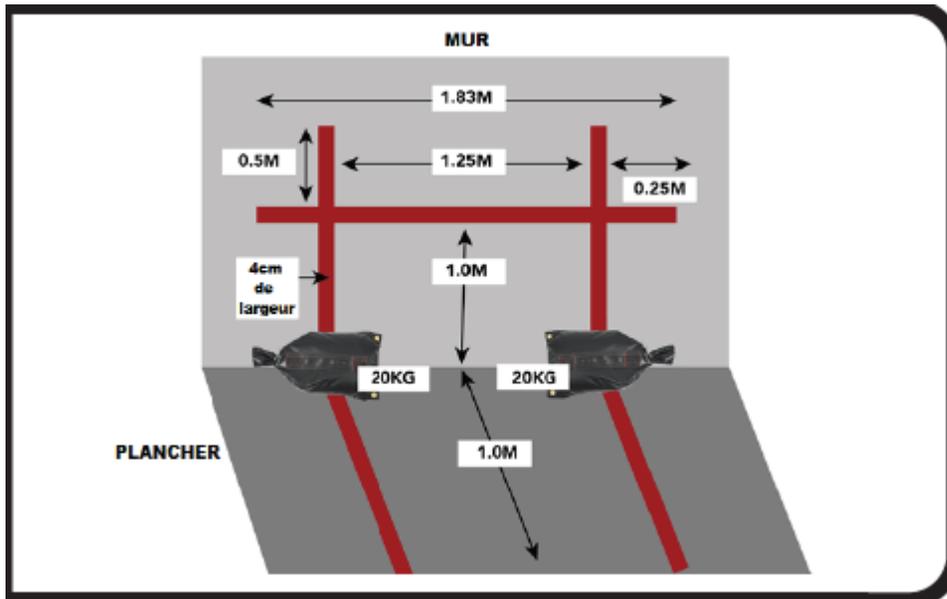
**Figure 1.2.2** Tracé du parcours de la CP 20m

#### 1.2.2.2 Soulever des sacs de sable (SSS)

L'objectif de cette tâche est d'évaluer la capacité physique des candidats à manipuler divers matériaux. Chaque sac de sable pèse 20 kilogrammes (kg) et peut représenter divers objets à manipuler dans le cadre de différents éléments et groupes professionnels militaires. Cette tâche est directement liée à la construction d'une fortification en sacs de sable.

Lors de cette tâche, le candidat devra débuter en position debout derrière un sac de sable, face au mur identifié avec une ligne à 1 m du sol. Au début de la tâche, le participant soulève à deux mains le sac de sable jusqu'à la ligne de 1m et laisse tomber le sac au sol. Ensuite, le candidat se déplace latéralement sur une distance de 1,25 m,

chevauche la ligne au sol et exécute un total de 30 répétitions, tel que présenté à la figure 1.2.3. La tâche doit être complétée en moins de 3 min 30 sec.



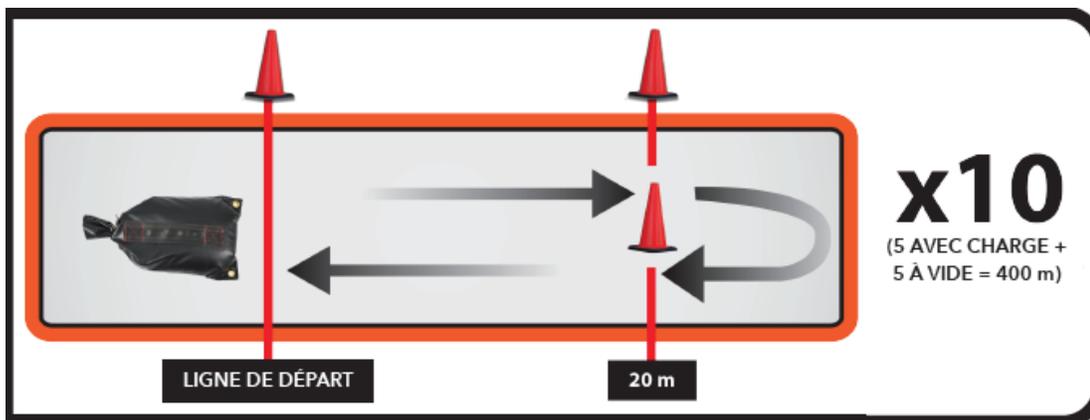
**Figure 1.2.3** Soulever de sacs de sable (SSS)

#### 1.2.2.3 Course-navette intermittente avec charge (CNIC)

L'objectif de cette tâche est de mesurer la capacité physique des candidats à transporter des charges de façon répétée puisque le transport d'objets est une tâche courante dans l'armée. Cette tâche est liée autant au transport d'une civière, de piquets et de fil de fer.

Au début de la tâche, le candidat débute debout derrière le sac de sable, soulève le sac et le transporte à la marche jusqu'à la ligne de 20 m à l'autre bout du parcours, contourne le cône, et revient à la ligne de départ. Ensuite, le candidat doit toucher du pied la ligne de départ avant de laisser tomber le sac de sable pour repartir sans charge

vers la ligne de 20 m, contourner le cône puis revenir à la ligne de départ. Cette partie peut être exécutée à la course. Le candidat refait le parcours avec et sans charge cinq fois pour parcourir une distance de 400 m en moins de 5 min 21 sec, tel que présenté à la figure 1.2.4.

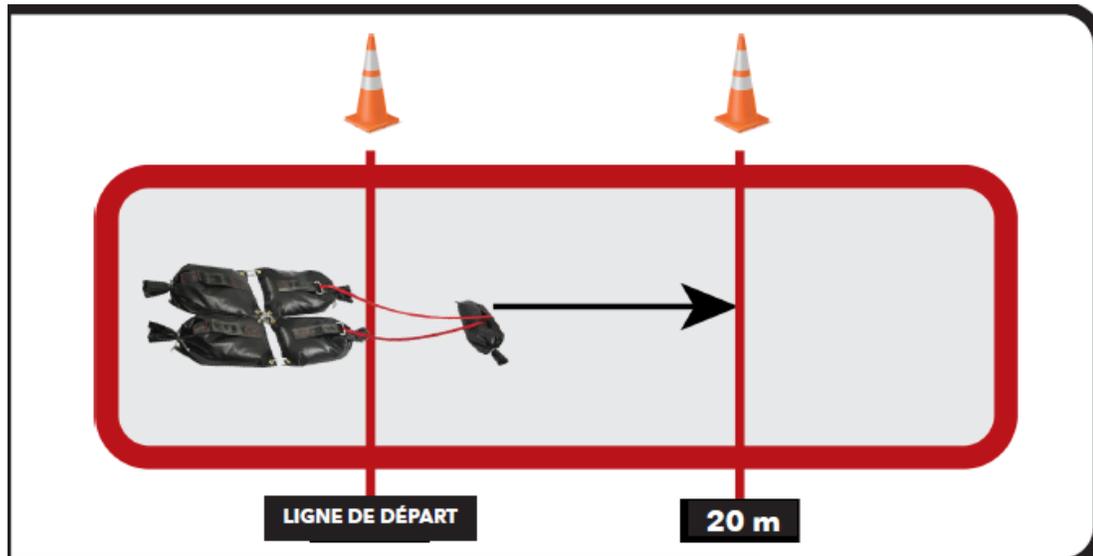


**Figure 1.2.4** Course navette intermittente avec charge (CNIC)

#### 1.2.2.4 Traction de sacs de sable (TSS)

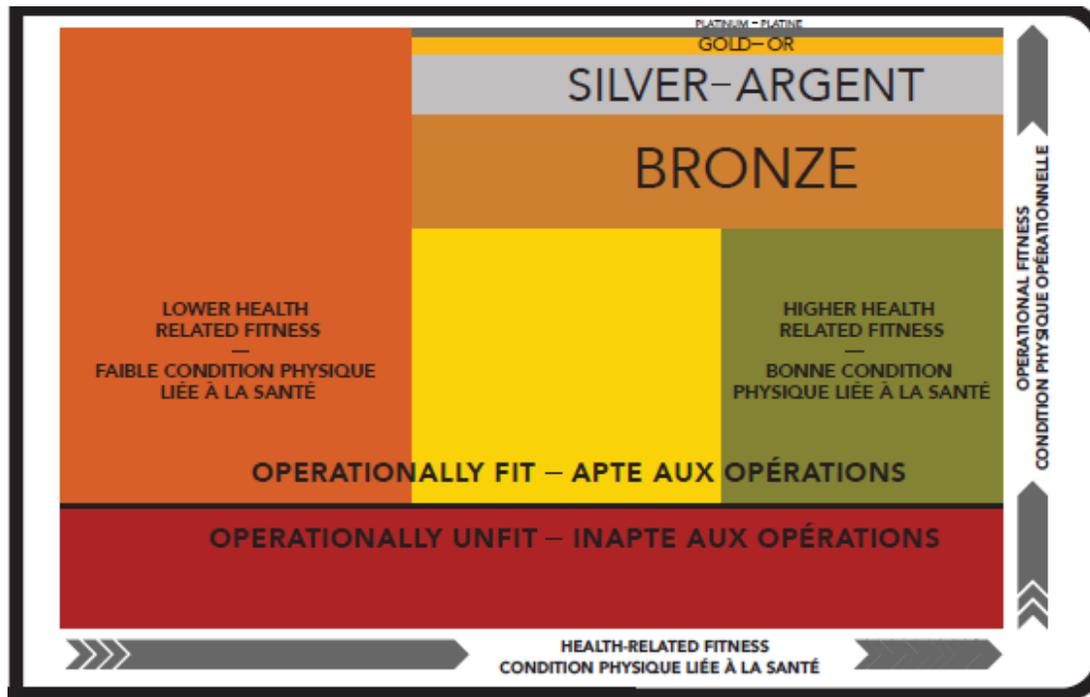
L'objectif de cette tâche vise à évaluer la capacité d'un candidat à traîner une charge en continu sur une distance de 20 m. Cette tâche est liée à l'extraction d'un véhicule.

Cette tâche consiste à effectuer la traction d'une charge sur une distance de 20 m sans interruption, tel que présenté à la figure 1.2.5. La résistance au sol est mesurée à l'aide d'un porte-bagages et doit être à 33,6kgF +/- 1 ce qui équivaut à environ quatre à cinq sacs de sable de 20kg (environ 200lbs) attachés ensemble et un dans les bras. L'épreuve doit être complétée sans interruption.



**Figure 1.2.5** Traction de sacs de sable (TSS)

Finalement, l'évaluation FORCE permet aux membres des FAC d'obtenir une évaluation de leur condition physique opérationnelle et liée à la santé, tel que présenté dans la figure 1.2.6. Afin de favoriser l'amélioration de la condition physique des membres des FAC, le programme d'encouragement FORCE cible un niveau de condition physique opérationnelle et de condition physique liée à la santé plus élevée que la moyenne (50%), par rapport aux pairs de même sexe appartenant à la même tranche d'âge. Tout membre atteignant le niveau Argent, Or ou Platine sont admissibles au Programme de récompense FORCE. Un échec à l'évaluation de la condition physique peut empêcher un membre militaire d'avoir un grade supérieur, d'être déployé et peut mener au congédiement.



**Figure 1.2.6** Profile de la condition physique

### 1.2.3 Autres évaluations de la condition physique

Outre l'évaluation FORCE, pendant la QMB, les recrues doivent réussir d'autres évaluations de la condition physique selon l'OREN 107 (Annexe A), soit le test réglementaire de base en natation à l'intention des militaires et le défi du guerrier.

#### 1.2.3.1 Test réglementaire de base en natation pour les militaires (TRBNM)

Ce test évalue les aptitudes de base en natation et les connaissances en sécurité aquatique afin de réagir adéquatement lors de situations d'urgence qui peuvent se produire dans l'eau, sur l'eau, sous l'eau ou près de l'eau (TRBNM). À noter que depuis

2021, ce test ne fait plus partie du plan d'entraînement. Ce test est divisé en trois épreuves :

#### Épreuve 1 : Connaissance de la sécurité aquatique

À l'extérieur de la piscine, les recrues devront comprendre les risques de travailler dans l'eau, sur l'eau, sous l'eau ou près de l'eau et savoir comment réagir en cas d'urgence. Ensuite, les recrues devront être capables de repêcher des personnes en danger et de donner les premiers soins.

#### Épreuve 2 : Abandon d'un navire

Vêtue d'une combinaison et d'un gilet de sauvetage, la recrue doit sauter en eau profonde, pied premier, du haut d'un tremplin de trois mètres. Lors du saut, la recrue doit tenir fermement le gilet de sauvetage, les bras et jambes croisés. En émergeant, la recrue doit placer les mains au-dessus de la tête et nager sur une distance de 50 mètres.

#### Épreuve 3 : Aptitudes élémentaires en natation

Vêtue d'une combinaison, la recrue doit s'accroupir au bord de la partie profonde de la piscine, les mains de chaque côté de la tête et les coudes sur les genoux, et faire une culbute avant pour entrer dans l'eau. Par la suite, la recrue devra nager sur place pour deux minutes et poursuivre en nageant sur une distance de 20 m.

### 1.2.3.2 Le défi du guerrier

Développé en 2011 et modifié en 2017 par le département du conditionnement physique et sport à la Garnison St-Jean, le défi du guerrier vise le dépassement de soi et est composé de quatre épreuves :

- 1- Circuit d'agilité
- 2- Poussée de charge en puissance
- 3- L'évacuation de victime
- 4- Le transport de sacs de sable

Cette évaluation n'est pas une évaluation officielle des FAC comme l'évaluation FORCE, mais compte pour 50% des points dans l'attribution de l'athlète de peloton à la fin de la QMB. Le second 50% des points est obtenu lors de l'évaluation FORCE. Donc, pour être l'athlète de peloton, la recrue doit performer autant lors de l'évaluation FORCE que lors du défi du guerrier.

## 1.3 Intervenants

Plusieurs intervenants sont responsables de cette formation. Les membres militaires assurent l'enseignement basé sur le manuel de l'instruction individuelle et de l'éducation des Forces canadiennes. D'autres intervenants sont impliqués pendant la QMB, tels que les services de bien-être et moral des Forces canadiennes (SBMFC), un barbier et un comptoir postal par exemple.

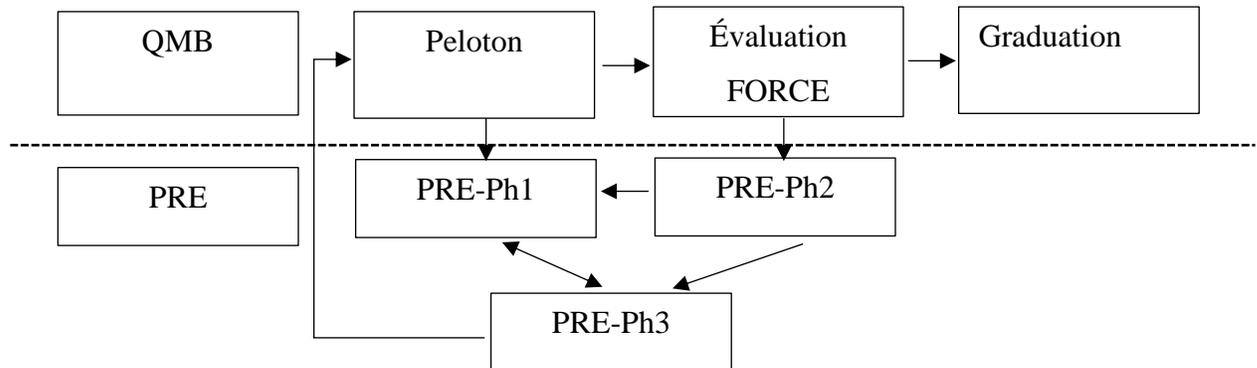
### 1.3.1 Les services de bien-être et moral des Forces canadiennes

La mission des SBMFC est d'appuyer directement la philosophie des Forces, « notre personnel d'abord, la mission toujours » grâce à la prestation d'une gamme complète de programmes et de services de conditionnement physique, de sports et de loisirs, de soutien aux familles et aux activités de bienfaisance, de services de vente au détail et de services financiers personnels qui permettent aux membres de se concentrer sur leur efficacité opérationnelle et de mieux composer avec les défis uniques du mode de vie militaire » (SBMFC).

Les services offerts par les SBMFC à l'ELRFC pour le conditionnement physique sont principalement assurés par des kinésologues et/ou des enseignants en éducation physique. Le but des séances de conditionnement physique est de

- 1- Revoir/introduire les sept mouvements de base (le squat, la flexion des hanches, le tirage, la poussée, la fente, la course et le rampement au sol),
- 2- Introduire différentes modalités d'entraînement (par exemple, l'entraînement en force, à la course à pied, technique de natation, circuit d'entraînement fonctionnel) et
- 3- Faire une préparation pour les évaluations officielles :
  - a. Évaluation FORCE,
  - b. TRBNM
  - c. Le défi du Guerrier.

Les recrues de la QMB peuvent être transférées au programme de retour à l'entraînement (PRE) pour des raisons médicales en phase 1 (PRE-Ph1), pour avoir échoué après deux tentatives l'évaluation FORCE en phase 2 (PRE-Ph2) ou pour toutes autres raisons administratives en phase 3 (PRE-Ph3), voir figure 1.7.



**Figure 1.7** Curriculum normal de la QMB et l'interaction du PRE-Ph1, Ph2 et Ph3

Les recrues du PRE-Ph1 sont prises en charge par des spécialistes de l'exercice ayant comme formation un baccalauréat en kinésiologie avec des compétences axées sur la réadaptation ainsi que la certification de physiologistes de l'exercice clinique de la Société canadienne de physiologie de l'exercice (CEP-SCPE). L'objectif d'entraînement est axé sur la réhabilitation ainsi que du maintien et du développement du niveau de condition physique. La collaboration entre les différents intervenants; spécialistes de l'exercice, physiothérapeutes, médecins, chaîne de commandement militaire (CdeC), est essentielle. Les recrues du PRE-Ph2 et du PRE-Ph3 sont prises en charge par des moniteurs de la condition physique détenant un baccalauréat en kinésiologie et/ou éducation physique. L'objectif d'entraînement des PRE-Ph2 est axé sur l'amélioration des performances pour l'évaluation FORCE. Ces recrues ont un maximum de 90 jours pour réussir l'évaluation FORCE et sont évaluées à chaque 28

jours. Finalement, l'objectif d'entraînement des recrues en PRE-Ph3 est de maintenir le niveau de condition physique en attendant un retour sur peloton.

#### 1.4 Problématique

L'École de leadership et de recrues des Forces canadiennes (ELRFC) fait face à de multiples obstacles et défis pour s'acquitter de son mandat : obtenir le plus grand nombre possible de recrues qui graduent tout en minimisant les libérations. L'objectif de la qualification militaire de base (QMB) est de former des membres du rang (MR) qui sont concentrés, physiquement robustes, résilients mentalement et capables de fonctionner efficacement en tant que membre d'une petite équipe dans les opérations de base en garnison et lors d'exercices de campagne, et qui comprennent leurs fonctions au sein de la profession d'armes au Canada. À cet effet, la QMB est développée pour défier les civils inscrits, pour développer les compétences de base et les connaissances pour l'emploi au sein de l'armée. La QMB est également désignée afin de préparer les recrues pour leur prochaine phase de formation spécifique à leur métier. En 2017, environ 4800 recrues sont entrées à l'ELRFC, tandis qu'environ 4000 recrues ont gradué. Afin de former et de maintenir une population militaire active, en santé et en forme, l'ELRFC a le mandat de former le plus grand nombre possible de recrues chaque année. Compte tenu de la stratégie ÉQUILIBRE (BALANCE), la performance physique est un élément essentiel de la préparation opérationnelle. Les données de recherche indiquent que, pour donner le meilleur de soi-même, les militaires doivent être entraînés et en forme, bien alimentés, bien reposés et exempts de blessures (Thomas *et al.*, 2016; Thun *et al.*, 2015).

À l'heure actuelle, la QMB est une série de cours obligatoires étalés sur dix semaines. Pour obtenir l'obtention du diplôme de la QMB, il est obligatoire pour les recrues de satisfaire à la norme minimale de l'évaluation FORCE (FORCE, e.). Même si la recrue répond à la norme FORCE, la QMB a son propre ensemble de défis physiques qui ne sont pas nécessairement représentés par l'évaluation FORCE (p. ex., marche avec charge ; piste à obstacles ; exercices militaires et exercices de campagne). Jusqu'à présent, les FAC ne disposent d'aucune donnée de recherche sur la QMB pour répondre aux exigences physiques et physiologiques réelles de ce cours. On suppose que les facteurs individuels (p. ex., la condition physique, la composition corporelle initiale, le sexe et l'âge) et les facteurs externes (p. ex., le plan d'entraînement, la durée du sommeil) peuvent influencer la charge d'entraînement (CE) et la dépense énergétique (DE) des candidats pendant la qualification. D'autres facteurs, comme la nutrition, la durée du sommeil, les TMS et l'activité physique, peuvent être reliés ensemble. L'évaluation de l'importance du volet nutritionnel a été assuré par l'université d'Ottawa.

## CHAPITRE II

### RECENSION DES ÉCRITS SCIENTIFIQUES

Dans ce chapitre, la relation entre la charge d'entraînement (CE), la dépense énergétique (DE), les comportements de sommeil pendant les qualifications militaires seront exposés. De plus, l'aspect des troubles musculosquelettiques sera identifié.

#### 2.1 Charge d'entraînement

La CE appropriée est encore inconnue malgré le fait que le plan d'instruction est similaire entre les pelotons à l'ELRFC. Selon Jurvelin *et al.* (2020), la CE pendant l'entraînement de base est comparable à un athlète professionnel en précompétition et en compétition. En outre, McAdam *et al.* (2018) a rapporté que pendant l'entraînement de base, à Fort Benning (Géorgie, États-Unis), les recrues ont passé une moyenne par semaine de  $273 \pm 62$  min d'activité physique (AP) à intensité faible,  $107 \pm 42$  min d'AP à intensité modérée,  $26 \pm 22$  min d'AP en intensité vigoureuse et  $10 \pm 21$  min d'AP dans une intensité très vigoureuse. Dans cette étude, pendant l'ensemble des 10 semaines d'entraînement, les recrues devaient se déplacer d'un endroit à l'autre en marchant soit avec leur uniforme de combat, avec leur attirail de combat complet (ACC), avec un sac à dos de jour et/ou avec un sac à dos complet, en fonction de l'horaire d'entraînement, voir figure 2.1.

| Horaire du peloton<br>Platoon schedule | Semaine du<br>Week of 2021-04-05            |   |  |   |  |   | A12   |
|--|---|---|--|---|--|---|---|
|  | Monday                                      | Tuesday                                     | Wednesday  | Thursday                                      | Friday                                       | Saturday                                    | Sunday                                      |
|  | Lundi 05                                    | Mardi 06                                    | Mercredi 07                                      | Jeudi 08                                      | Vendredi 09                                  | Samedi 10                                   | Dimanche 11                                 |
| 5:00<br>à/to<br>5:40                   | ADMIN<br>0530 Report                        | ADMIN<br>0530 Report                        | ADMIN<br>0530 Report                             | ADMIN<br>0530 Report                          | ADMIN<br>0530 Report                         | ADMIN<br>0530 Report                        |   |
| 6:00<br>à/to<br>6:40                   | Meal/Repas<br>Breakfast<br>Messhall/Cuisine | Meal/Repas<br>Breakfast<br>Messhall/Cuisine | Meal/Repas<br>Breakfast<br>Messhall/Cuisine      | Meal/Repas<br>Breakfast<br>Messhall/Cuisine   | G122<br>FT/EP 107<br>MPT A (5h50)<br>EXT/OUT | Meal/Repas<br>Breakfast<br>Messhall/Cuisine |   |
| 7:00<br>à/to<br>7:40                   | ADMIN<br>1Staff Intro<br>L-120              | QMG<br>ADMIN<br>15-18 Issue<br>H-103        | A12<br>999 EVEP<br>02.1<br>L-120                 | G122<br>FT/EP 107<br>01.1<br>L-120            | Meal/Repas<br>Breakfast<br>Messhall/Cuisine  | MOD 114<br>02.13<br>QUARTIER                | Meal/Repas<br>Breakfast<br>Messhall/Cuisine |
| 8:00<br>à/to<br>8:40                   | OR2A<br>ADMIN<br>3-4<br>HD4/132             | QMG<br>ADMIN<br>15-18 Issue<br>H-103        | A12<br>999 EVEP<br>01.1<br>L-120                 | G122<br>FT/EP 107<br>Fit Eval Fam<br>Palestre | SDRC<br>ADMIN<br>13-14 Claim<br>E-138        | MOD 114<br>02.8-11<br>HD4/A                 |   |
| 9:00<br>à/to<br>9:40                   | OR2A<br>ADMIN<br>3-4<br>HD4/132             | QMG<br>ADMIN<br>15-18 Issue<br>H-103        | HOP<br>ADMIN<br>33-34 Vaccin<br>Hôpital/Hospital | G122<br>FT/EP 107<br>Fit Eval Fam<br>Palestre | SDRC<br>ADMIN<br>13-14 Claim<br>E-138        | MOD 114<br>02.8-11<br>HD4/A                 |   |
| 10:00<br>à/to<br>10:40                 | CQA<br>ADMIN<br>5-8 Standard<br>L-120       | QMG<br>ADMIN<br>21-23 Invent<br>H-103       | HOP<br>ADMIN<br>35-38 Blood<br>Hôpital/Hospital  | PADR<br>WBM/BES 102<br>03.0<br>L-120          | MOD 114<br>02.1-2<br>E-138                   | MOD 114<br>02.8-11<br>HD4/A                 |   |
| 11:00<br>à/to<br>11:40                 | CQA<br>ADMIN<br>5-8 Standard<br>L-120       | QMG<br>ADMIN<br>21-23 Invent<br>H-103       | HOP<br>ADMIN<br>37 Admin<br>Hôpital/Hospital     | Meal/Repas<br>Lunch<br>Messhall/Cuisine       | MOD 114<br>02.1-2<br>E-138                   | MOD 114<br>02.8-11<br>HD4/A                 |   |
| 12:00<br>à/to<br>12:40                 | Meal/Repas<br>Lunch<br>Messhall/Cuisine     | Meal/Repas<br>Lunch<br>Messhall/Cuisine     | Meal/Repas<br>Lunch<br>Messhall/Cuisine          | GPS1<br>WBM/BES 102<br>03.1<br>L-120          | Meal/Repas<br>Lunch<br>Messhall/Cuisine      | Meal/Repas<br>Lunch<br>Messhall/Cuisine     | Meal/Repas<br>Lunch<br>Messhall/Cuisine     |
| 13:00<br>à/to<br>13:40                 | WCAF<br>ADMIN<br>2Women brief<br>L-120      | A12<br>WBM/BES 102<br>01.1-2<br>L-120       | OR2A<br>ADMIN<br>7-8CASH+CF1<br>Rotonde          | GPS1<br>WBM/BES 102<br>02.2<br>L-120          | GPS1<br>WBM/BES 102<br>02.1<br>L-120         | MOD 114<br>02.4-7<br>QUARTIER               |   |
| 14:00<br>à/to<br>14:40                 | A12<br>LS/DS 101<br>01.1<br>L-120           | A12<br>WBM/BES 102<br>01.1-2<br>L-120       | BAR<br>ADMIN<br>9-10 Can/Exa<br>K-228 Barber     | OR2A<br>MPR/GRH 118<br>02.1-2<br>L-120        | GPS1<br>WBM/BES 102<br>02.3<br>L-120         | MOD 114<br>02.4-7<br>QUARTIER               |   |
| 15:00<br>à/to<br>15:40                 | A12<br>999 EVEP<br>02.2<br>L-120            | CRFM<br>ADMIN<br>48 Brief<br>L-120          | ADMIN<br>O group<br>L-120                        | OR2A<br>MPR/GRH 118<br>02.1-2<br>L-120        | ADMIN<br>25-28 interv<br>L-120               | MOD 114<br>02.4-7<br>QUARTIER               |   |
| 16:00<br>à/to<br>16:40                 | PDT/PED 104<br>02.3<br>L-120                | ADMIN<br>O group<br>L-120                   |  | OR2A<br>ADMIN<br>11 Will<br>L-120             | ADMIN<br>O group<br>L-120                    | MOD 114<br>02.15<br>QUARTIER                |   |
| 17:00<br>à/to<br>17:40                 | ADMIN<br>O group<br>L-120                   | Meal/Repas<br>Supper<br>Messhall/Cuisine    |  | ADMIN<br>O group<br>L-120                     | Meal/Repas<br>Supper<br>Messhall/Cuisine     |   |   |
| 18:00<br>à/to<br>18:40                 | Meal/Repas<br>Supper<br>Messhall/Cuisine    |   | Meal/Repas<br>Supper<br>Messhall/Cuisine         | Meal/Repas<br>Supper<br>Messhall/Cuisine      |  | Meal/Repas<br>Supper<br>Messhall/Cuisine    | Meal/Repas<br>Supper<br>Messhall/Cuisine    |
| 19:00<br>à/to<br>19:40                 |   |   |  |   |  |   |   |
| 20:00<br>à/to<br>20:40                 |   |   |  |   |  |   |   |

**Figure 2.1** Exemple d'horaire d'entraînement

La charge transportée lors de la marche avec charge et/ou des déplacements dans les escaliers peut aller jusqu'à 25 kg. Des chercheurs américains ont estimé que le nombre quotidien de pas compte en moyenne ~13 500 pas par jour au cours de l'entraînement

militaire de base (McAdam *et al.*, 2018). Les mêmes résultats ont été observés à l'ELRFC à partir des données sur le terrain recueillies par les spécialistes locaux de l'exercice. En effet, un projet réalisé par Marie-Andrée Laroche au département du reconditionnement physique a été réalisé en 2018 à l'aide d'un podomètre. Lors de ce projet, deux pelotons avaient été sélectionnés, soit une QMB et une QMBO et les candidats devaient porter un podomètre pendant la totalité de leur qualification et inscrire tous les soirs le nombre de pas effectué pendant la journée. Les résultats observés lors de ce projet sont :

- La moyenne de pas par jour est de 13 672 pour la QMBO et de 13 424 pour la QMB,
- Une plus grande variation du nombre de pas est remarquée d'un jour à l'autre pour la QMB comparativement à la QMBO.
- Le nombre de pas varie beaucoup d'un individu à l'autre pendant une semaine (par exemple : un candidat avec le moins de pas (73 304 pas) comparativement avec un candidat avec le plus de pas (128 174 pas). On note une différence de 54 870 pas en une semaine pour deux candidats du même peloton. Ceci peut s'expliquer par le statut de fumeur vs non-fumeur, senior de peloton ou un appareil mal positionné.)
- Pas de différence du nombre de pas malgré des restrictions médicales qui sont principalement du bas du corps.

### 2.1.1 Charge d'entraînement externe

Au cours de la QMB, il peut y avoir certaines variations dans la CE physique (durée x intensité) par la recrue en fonction de leurs pelotons respectifs (p. ex., les instructeurs militaires peuvent diriger leur entraînement matinal différemment). Des facteurs

externes tels que l'horaire des cours (annexe A), le niveau du dortoir, l'instructeur de cours, la compagnie (A, B ou C), la période de l'année (p. ex. : hiver vs été) et les conditions météorologiques peuvent également avoir une influence sur la charge d'entraînement perçue au cours de la QMB (Burstein *et al.*, 1996; Johnson *et al.*, 2018). Chaque peloton a des horaires de cours légèrement différents. Néanmoins, les cours ont une répartition équivalente des tâches et des objectifs que les recrues sont tenues d'exécuter, mais qui sont à des moments différents pendant la journée ou dans la même semaine. Une variation majeure entre les pelotons est l'étage du dortoir. Par exemple, certains pelotons dorment au 4<sup>e</sup> étage, ce qui représente environ 105 escaliers à monter, par rapport aux pelotons dormant au 11<sup>e</sup> étage qui ont 252 escaliers à monter. Au cours d'une journée typique, un peloton doit descendre et remonter de ses dortoirs au minimum une fois par jour, mais selon l'horaire, un peloton peut monter et descendre jusqu'à cinq fois par jour pour différentes raisons. Dans ce cas, le peloton qui dort au 11<sup>e</sup> étage peut monter ou descendre pour un total de 1 260 escaliers par jour contre 525 escaliers pour les recrues dormant au 4<sup>e</sup> étage soit une différence de 735 escaliers par jour. Ces données ont été collectées manuellement sur place.

### 2.1.2 Facteurs individuels

Des facteurs individuels, tels que la condition physique initiale (Jurvelin *et al.*, 2020) la composition corporelle (Tanskanen *et al.*, 2009) et le sexe (O'Leary *et al.*, 2018) peuvent influencer la CE de chaque candidat. Dans les pays industrialisés comme le Canada, le niveau d'activité physique diminue et les comportements sédentaires augmentent (Ng et Popkin, 2012). Les enfants et les jeunes ont de faibles niveaux d'activité physique globale et des niveaux élevés de comportement sédentaire (Barnes *et al.*, 2016; Gray *et al.*, 2014). Ce comportement est semblable à celui de l'âge adulte, où seulement 15 % des Canadiens âgés de 20 à 79 ans accumulent les 150 minutes

recommandées d'activité physique modérée à vigoureuse par semaine, tandis que 69 % des Canadiens se livrent à un comportement sédentaire pendant la journée (Colley *et al.*, 2011). Comme les recrues sont une réflexion de la population canadienne en général, on spéculé que ces proportions sont similaires. Une étude réalisée par Recherche et développement pour la défense Canada (RDDC) indique que le niveau de condition physique des recrues a diminué, que l'IMC a augmenté pour les femmes et que le taux d'échec au CF EXPRESS a augmenté entre 2002 et 2009 (Lee *et al.*, 2017). Notons qu'actuellement, les nouvelles recrues n'ont pas d'évaluation de la condition physique et/ou de mesure anthropométrique avant de se joindre aux FAC. Même s'il y a des renseignements disponibles sur le site Internet de l'ELRFC pour aider les futurs recrues à se préparer physiquement, l'adhésion actuelle à ces suggestions est inconnue (FORCE, J. t.). Pour atténuer ce problème, des chercheurs de RDDC et du PSP ont récemment mis au point un programme de préparation à la QMB (PRE-QMB) de 12 semaines qui vise à établir un niveau minimal de condition physique nécessaire pour optimiser les performances et réduire le risque de blessures pendant le QMB.

### 2.1.3 La charge mécanique l'ELRFC

Les recrues sont exposées à des charges mécaniques de grande ampleur telle que des exercices militaires et de la course ainsi qu'à des charges à plus petite ampleur mais très fréquemment comme la marche. Voici des exigences physiques du curriculum de 10 semaines qui ont un impact sur la charge mécanique :

- 3 km, 5 km, et 8 km de marche avec charges d'environ 50-55 lb ce qui inclut le sac à dos, l'arme, les vêtements de combat,
- des exercices militaires (30 heures),

- 45 minutes par semaine d'entraînements matinaux supervisés par les instructeurs militaires,
- 17 classes (22.6 heures) pour la QMB d'entraînements supervisés par des kinésiologues incluant les différentes évaluations de la condition physique (évaluation FORCE, défi du guerrier).
- 10 jours en exercices de campagnes

Ces différentes variations sur le plan de la fréquence et de l'intensité dans l'ampleur de la charge mécanique de la QMB sont des facteurs de risque dans le développement de TMS tel que la fracture de stress (Warden *et al.*, 2006). Des chercheurs britanniques ont mesuré la force d'impact verticale maximale et les taux de la charge verticale maximale à l'aide d'une plate-forme de force et ils ont observé des valeurs extrêmes de 21 g, lors d'exercices militaires (garde à vous) par des militaires entraînés (Carden *et al.*, 2015). Ces valeurs observées sont deux fois supérieures à celle observées à la course en état de fatigue. L'effet de la fatigue sur le changement cinématique et la vitesse d'accélération tibiale (VAT) est considérable à la course (Mizrahi *et al.*, 2000). Des valeurs élevées de VAT de 9 à 11 g ainsi que des changements cinématiques tels que l'angle au genou et la longueur des foulées sont observées en condition de fatigue. De ce fait, il a été précédemment rapporté que la fatigue musculaire crée une accélération tibiale plus élevée, qui est associée à des augmentations de la force d'impact (Carden *et al.*, 2015; Ruder *et al.*, 2015). Puisque la fatigue est un élément non négligeable pendant la QMB et que le risque de développer un TMS est important (Lisman, P. *et al.*, 2022), il faut en tenir compte dans la CE total. En effet, chaque année, 4,3 % des recrues ont vu leur formation de base interrompue par un TMS et le coût, par année, associé à l'interruption du cours est de près de 2 millions de dollars canadiens en salaires des recrues (Chassé *et al.*, 2020). Il a été précédemment rapporté que la

condition physique initiale était un facteur de risque important de blessure pendant l'entraînement militaire de base (Robinson *et al.*, 2016). À titre d'exemple, de mauvaises performances au 1 à 3 miles à la course chez les hommes et les femmes, sur des courses navette chez les hommes (Lisman, P. J. *et al.*, 2017; Robinson *et al.*, 2016) se sont montrés associés à un risque accru de TMS (de la Motte *et al.*, 2017).

#### 2.1.4 La fracture de stress

La fracture de stress résulte d'un déséquilibre entre le dommage subit par rapport au processus de remodelage osseux. Cette accumulation de dommage résulte au développement de la fracture de stress. L'environnement de la QMB est propice à cette pathologie. Près de 25% des recrues qui se blessent au bas du corps à l'ELRFC sont traitées pour les fractures de stress (Chassé *et al.*, 2020). Les deux facteurs de risques extrinsèques les plus importants vécus à l'ELRFC sont les types d'activités et l'entraînement physique. La surcharge d'entraînement qui provoque des dommages physiologiques et le manque de repos ne permet pas au corps de récupérer adéquatement. En plus, des facteurs intrinsèques tels que la densité osseuse, la musculature, l'amplitude articulaire, les caractéristiques biomécaniques, la condition physique et le sexe (Armstrong *et al.*, 2004) sont des facteurs de risques dans le développement de la fracture de stress (Warden *et al.*, 2006).

#### 2.1.5 Prévention des blessures

En ce qui concerne la prévention des blessures, la gestion de la CE devrait être envisagée, ce qui n'est pas le cas présentement. Selon la déclaration consensuelle du Comité international olympique (CIO) sur la gestion des CE publié dans le *British Journal of Sports Medicine* en 2016, « l'objectif de la gestion de la charge

d'entraînement est de configurer de manière optimale l'entraînement, la compétition et d'autres charges afin de maximiser l'adaptation et les performances avec un risque minimal de blessure » (Soligard *et al.*, 2016). La gestion de la CE comprend donc la prescription, la surveillance et l'ajustement appropriés des charges externes et internes (Soligard *et al.*, 2016). En fait, les principes de l'entraînement physique ont été récemment examinés dans une méta-analyse, et résumés avec éloquence par Dijkstra et coll., dans la déclaration suivante : « Les principes de la gestion de la CE sont d'établir une charge chronique modérée, de minimiser les changements d'une semaine à l'autre, de ne pas dépasser le plafond de la charge de travail pour le sport, de s'assurer qu'une charge d'entraînement minimale est maintenue, d'éviter les schémas de charge de travail incohérents (*augmentation soudaine de la charge d'entraînement*), de s'assurer que les CE sont proportionnelles aux exigences de charge de travail du sport et de surveiller les athlètes tout au long de la période latente (Dijkstra, I. *et al.*, 2020).

## 2.2 La dépense énergétique

La CE peut également aider à mesurer les DE (Kcal/h). Selon Siddall *et al.* (2019), la DE moyenne par jour est d'environ 4112 kcal pour les officiers juniors de l'armée britannique. De plus McAdam *et al.* (2018), a conclu que les DE requises lors de l'entraînement initial de l'armée américaine sont d'environ 3238 kcal par jour. Ces résultats suggèrent que les DE pendant la formation de base sont élevés par rapport aux emplois de bureau réguliers (1974 et 2552 kcal par jour pour les femmes et les hommes respectivement) (Coopoo *et al.*, 2008). D'autre part, les études mentionnées précédemment pourraient ne pas refléter exactement la situation à l'ELRFC parce que chaque formation de base est unique d'un pays à l'autre.

Le coût énergétique de l'exigence physique de l'entraînement de base est relatif à la capacité maximale des candidats, tel que l'endurance cardio-vasculaire, l'endurance et la force musculaire, la vitesse, l'équilibre et l'agilité. Selon Tanskanen *et al.* (2009) un faible VO<sub>2</sub>max, un IMC élevé et un apport calorique insuffisant influenceraient négativement la dépense énergétique. Pour évaluer la DE, différentes méthodes sont expliquées dans le tableau 2.2. (Pinheiro Volp *et al.*, 2011). Dans le cadre de ce mémoire, l'utilisation de l'accéléromètre sera utilisé, car la collecte de données s'effectue sur le terrain, que l'outil est peu encombrant et déjà utilisé dans d'autres protocoles approuvés par la RDDC (HREC-DRDC protocoles : #2017-040 amendement #1, # 2019-03 amendement #1, #2019-045 amendement # 1, #2020-018, #2019-021 amendement #3).

**Tableau 2.2** Méthode d'analyse de la dépense énergétique

|                        | <b>AVANTAGES</b>  | <b>INCONVÉNIENTS</b>   |
|------------------------|---|--|
| Eau doublement marquée | Méthode très précise, considérée comme un étalon-or pour la mesure de la dépense énergétique totale (DÉT)<br><br>Permet aux participants de réaliser leurs activités librement. | La méthode ne fournit pas de détails précis sur l'activité physique.<br><br>Coût élevé de la méthode<br><br>Expertise requise pour le personnel. |

|                        |  |  |
|------------------------|--|--|
| Calorimétrie directe   | C'est la méthode la plus précise pour quantifier le métabolisme énergétique.   | Coût élevé de la méthode.<br><br>Confinement du sujet requis pendant 24 heures ou plus.  |
| Calorimétrie indirecte | Méthode précise et non invasive.<br><br>Fournis des informations sur les carburants métaboliques brûlés.<br><br>Permet l'évaluation des dépenses énergétiques dans l'environnement de terrain.               | Coût relativement élevé.<br><br>Personnel qualifié nécessaire à l'utilisation correcte de la méthode.  |
| Accélérométrie         | Mesure objective de l'activité physique.<br><br>Peut être utilisé à la fois en laboratoire et sur le terrain.<br><br>Méthode non invasive et moins lourde pour les sujets.<br><br>Relativement peu coûteuse. | Inexactitude des équations prédictives pour traduire le nombre d'activités en dépenses énergétiques, surtout lorsqu'elles sont utilisées dans une gamme de diverses activités. |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <p>Moniteur de fréquence cardiaque</p> | <p>Outil objectif pour la mesure de l'activité physique et de la dépense énergétique.</p> <p>Coût relativement faible.</p> <p>Non invasif et polyvalent.</p> <p>Peut être utilisé à la fois dans des environnements contrôlés et dans des conditions de vie libres.</p> | <p>Inexactitude dans la mesure des activités sédentaires et légères.</p> <p>Interférence électrique ou magnétique provenant d'une méthode électrique courante</p> |
| <p>Podométrie</p>                      | <p>Méthode peu coûteuse et non invasive.</p> <p>Utilisé pour évaluer l'activité la plus courante (marche).</p> <p>Peut motiver les gens à maintenir l'activité physique.</p>  | <p>Limitée à la mesure de l'activité de marche seulement.</p> <p>Inexact pour évaluer la distance parcourue et l'énergie</p>                                      |

|                            |  |  |
|----------------------------|--|--|
| Méthodes d'auto-évaluation | <p>Faible coût, permettant leur utilisation dans des études de grande taille d'échantillon.</p> <p>Faible fardeau pour les sujets. Par contre, il peut être parfois difficile de se rappeler toutes les tâches.</p> <p>Fournir de l'information sur les habitudes d'activité physique.</p> | Faible précision et fiabilité, en particulier liées à leur dépendance à la mémoire du participant. |
|----------------------------|--|--|

### 2.3 Le comportement du sommeil

La privation de sommeil est un autre facteur potentiel de surentraînement et du développement des TMS pendant la QMB. Le sommeil est défini comme « le repos et la récupération de l'usure de l'éveil » (Horner, 1988). Les adultes en bonne santé ont généralement besoin de huit heures de sommeil par nuit pour maintenir une efficacité cognitive complète (Anch, 1988). Les jeunes adultes, âgés de 18 à la mi-vingtaine, ont besoin de beaucoup plus de sommeil que leurs homologues adultes, avec environ 0,5 à 1,25 heure de plus par nuit (Carskadon, 2002). Jusqu'à 69 % des recrues de l'ELRFC sont de jeunes adultes, et qui nécessitent de 8,5 à 9,25 heures de sommeil par nuit. La privation de sommeil a un impact négatif sur la performance physique et mentale (Fullagar *et al.*, 2015; Pilcher et Huffcutt, 1996), et elle se produit fréquemment pendant la QMB. Les recommandations actuelles pour l'heure du coucher et le réveil à l'ELRFC sont de 22 h à 6 h pour 8 heures de sommeil. Cependant, il n'est pas rare

que ces heures soient réduites à moins de 6 heures par nuit, surtout pendant les exercices de campagne, lors des inspections ou pour l'entraînement physique (EP) du matin. Pendant la QMB, les recrues passeront 10 jours en exercices de campagne, auront une à deux inspections par semaine et auront un ou deux EP du matin par semaine. Des données publiées antérieurement ont indiqué que la fatigue mentale diminue la vigilance, change l'humeur et diminue les capacités perceptuelles et cognitives (Krueger, 1991). Ces changements psychologiques auront un impact sur la performance physique et peuvent mener à TMS (Chennaoui *et al.*, 2015). Le sommeil peut être évalué de différente façon, incluant les questionnaires autodéclarés, d'actimétrie et de polysomnographie. Bien que la polysomnographie soit l'étalon dans la mesure du sommeil, dans le présent projet, il est impossible pour les recrues d'avoir des restrictions de temps et d'environnement pour la collecte de données. Le questionnaire de l'index de qualité du sommeil de Pittsburgh a été utilisé dans cette étude afin de fournir de l'information sur les habitudes de sommeil un mois précédent le début et à la fin de la QMB. Les résultats obtenus avec ce questionnaire permet de qualifier le sommeil entre deux catégories, soit bon ou mauvais (Mollayeva *et al.*, 2016). Dans ce projet, l'utilisation d'un accéléromètre a permis de quantifier la durée du sommeil. Cet outil est avantageux, car il n'est pas encombrant, peut être utilisé dans des conditions de terrain et peut fournir de bonnes estimations de sommeil (te Lindert et Van Someren, 2013).

Somme toute, la nutrition, le sommeil, l'activité physique et la prévention des blessures sont les quatre piliers de la stratégie de performance physique ÉQUILIBRE ainsi que le 24 heures de la CSEP. À ce jour, il y a peu ou pas de données disponibles sur la CE, l'apport énergétique, la DE, la durée du sommeil et la prévalence des TMS au sein d'un seul peloton qui passe par le programme de la QMB.

### Objectif de recherche :

Le but de cette étude est de quantifier et de qualifier la CE, la DE, la durée du sommeil, les incidents de TMS ainsi que les changements dans les performances physiques opérationnelles au cours des 10 semaines du QMB à l'ELRFC. Il s'agit de la première étude observationnelle réalisée sur les recrues qui couvrent les piliers de la stratégie ÉQUILIBRE en un seul projet cohérent. Les objectifs principaux sont 1. mesurer la CE (durée X intensité); 2 quantifier les DE; 3. quantifier la durée du sommeil, 4. tenir un registre des restrictions médicales qui surviennent durant la QMB avec un questionnaire autodéclaré de TMS et 5. observer les changements dans les performances physiques opérationnelles et dans la composition corporelle.

## **CHAPITRE III**

### **MÉTHODOLOGIE**

Dans ce chapitre, les différentes procédures de collectes de données ainsi que leurs analyses seront exposées. De plus, de l'information supplémentaire en ce qui concerne les risques encourus et les bénéfices de l'étude sera mentionnée.

#### 2.4 Procédure

Le peloton A-11 a été sélectionné, car selon l'horaire d'entraînement, il était possible d'ajouter une deuxième évaluation FORCE en semaine 10. Le nombre maximal de recrues pour ce projet était de 60 et le peloton était anglophone, ce qui explique les annexes en anglais. L'instructeur de peloton a marché les candidats dans la salle A-155 pour la séance d'information et seuls les membres de l'équipe de recherche étaient dans la salle afin d'éviter la pression de la CdeC. Lors de la séance d'information, le projet a été expliqué et les recrues étaient invitées à signer leur consentement éclairé à participer à l'étude. Une fois le consentement éclairé obtenu, la composition corporelle et les mesures anthropométriques des recrues ont été enregistrées. Les recrues ont porté un accéléromètre (GENEActiv, Royaume-Uni) de la semaine 1 à la semaine 9. Le tableau suivant (tableau 3.1) présente un aperçu des 10 semaines de la QMB avec toutes les séances de mesures et d'informations pour les recrues :

**Tableau 3.1** Résumé de la participation des recrues

| Semaine  | Objet                                    | Durée                                   |
|----------|--|---|
| 1        | Séance d'information (ANNEXE B)          | 30 min                                  |
|          | Formulaire de consentement (ANNEXE C)    | 10 min                                  |
|          | Questionnaire démographique (ANNEXE D)   | 10 min                                  |
|          | Installer l'accéléromètre sur le poignet | 15 min                                  |
|          | Mesure de la composition corporelle      | 60 min (pour 60 candidats)              |
| 2        | Évaluation FORCE                         | <i>partie du programme de formation</i> |
| 10       | Évaluation FORCE                         | 60 min (pour 30 candidats)              |
|          | Mesure de la composition corporelle      | 60 min (pour 60 candidats)              |
| 3-6-7-10 | Chargement de l'appareil                 | 15 min                                  |

|                               |   |        |
|-------------------------------|---|--------|
| Visite à la clinique médicale | Questionnaire TMS / DOULEUR (ANNEXE E) et copie de la feuille de restriction médicale | 10 min |
|-------------------------------|---|--------|

Les recrues ont également été invitées à remplir les questionnaires suivants :

- a. Un questionnaire démographique (ANNEXE D) sur leur âge, leur sexe, leur statut de fumeur et leur métier.
- b. Suite à une visite à la clinique médicale, une copie des restrictions médicales de la recrue a été demandée ainsi que de compléter le questionnaire de blessures/douleur (Annexe E). Comment remplir ce questionnaire a été expliqué au cours de la séance d'information.

#### 2.4.1 Mesure de l'activité physique / accélérométrie

L'activité physique a été surveillée pendant toute la QMB à l'aide d'un accéléromètre GENEActiv. L'accéléromètre GENEActiv a démontré une bonne validité pour évaluer la dépense énergétique totale quotidienne (DET) (Siddall *et al.*, 2019). Les recrues du peloton A-11 ont porté l'accéléromètre au poignet. Pour calculer la DET, il a été précédemment déterminé que le poignet est l'endroit idéal pour mesurer l'activité (Montoye *et al.*, 2016). L'accéléromètre a été porté quotidiennement sur le poignet, y compris pendant la nuit, pendant les 9 semaines de la QMB. L'appareil est léger, et est imperméable à l'eau, de sorte qu'il n'a pas à être enlevé, à l'exception lors de la recharge de l'appareil. Cet appareil a déjà été utilisé dans les protocoles HREC-RDDC précédemment approuvés : amendement #2017-040 #1, # amendement 2019-03 #1, amendement #2019-045 # 1, #2020-018, amendement #2019-021 #3.

#### 2.4.2 Les renseignements démographiques

Les renseignements suivants (annexe D) ont été demandés pour décrire la population étudiée :

- Âge
- Sexe (homme, femme, autre)
- Composition corporelle avec Inbody 270 (pourcentage de masse grasse, masse maigre et masse grasse de corps, indice de masse corporelle)
- Taille (cm)
- Habitudes de tabagisme
- Métier et environnement
- $VO_2$ peak ( $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ) estimé lors de l'évaluation FORCE
- Résultat à l'évaluation FORCE
- Circonférence de la taille (en cm)

#### 2.4.3 Taille

La mesure anthropométrique de la taille a été mesurée à l'aide d'un stadiomètre portatif Seca 214 (Seca Industries, Hanovre, Maryland). Sans chaussure, les recrues se sont positionnées sur le dispositif de mesure, en position debout, bras suspendus par les côtés, pieds ensemble, avec les talons en contact avec l'appareil. La recrue devait regarder droit devant, se tenir debout le plus grand possible et respirer profondément pendant que la mesure était prise. Le carré fixé a été abaissé sur la tête, comprimant les cheveux pour établir un contact ferme et la mesure a été prise au niveau de la bordure inférieure du carré fixé sur la tige de mesure. La distance entre le plancher et la bordure inférieure du carré fixé a été enregistrée jusqu'à 0,5 centimètre (cm) le plus proche.

#### 2.4.4 Mesure de la composition corporelle

La composition corporelle a été mesurée à l'aide de l'analyse de l'impédance bioélectrique (Inbody 270, Californie, États-Unis). Les recrues ont été invitées à se tenir directement sur l'appareil pieds nus pour la mesure. Un faible courant électrique a été envoyé à travers des huit électrodes qui sont situées aux pieds et aux mains. Basé sur l'impédance du tissu, l'appareil a estimé la composition corporelle. Le cas échéant, la masse corporelle tout en portant des vêtements et de l'équipement opérationnel a été mesurée à l'aide de l'échelle pour déterminer la masse totale de l'équipement transporté ou porté. Dans les deux cas, la masse corporelle a été enregistrée aux 0,1 kilogramme (kg) les plus proches ; % de la masse corporelle, maigre/grasse (kg) et de l'IMC ont été également enregistrés.

#### 2.4.5 Évaluation FORCE

Les recrues ont été évalués comme le décrit le protocole normalisé du manuel des opérations de FORCE (CFMWS, 2016) dans le cadre du programme régulier de la QMB lors de la semaine 2, et une fois supplémentaire pour cette étude à la semaine 10.

L'évaluation FORCE est l'évaluation annuelle de la condition physique opérationnelle des FAC et comprend les quatre tâches suivantes :

1. Course précipitée sur 20 mètres (CP20m) : À partir de la position coucher, effectuer deux sprints de navette (1 navette = 20 m aller, 20 m retour) allant à la position couchée tous les 10 m pour un total de 80 m.
2. Soulever de sacs de sable (SSS) : 30 soulever consécutifs d'un sac de sable de 20 kg du sol au-dessus d'une hauteur de 1,0 m. Le membre alterne entre les sacs de sable gauche et droit séparés par 1,25 m.
3. Course-navette intermittente avec charge (CNIC) : 10 navettes consécutives (1 navette = 20 m aller, 20 m de retour), alternant entre des navettes chargées avec un sac de sable de 20 kg et des navettes déchargées, totalisant 400 m.
4. Traction de sacs de sable (TSS) : un sac de sable de 20 kg fut porté et un minimum de quatre sacs de sable furent tirés sur le plancher sur 20 m sans s'arrêter. Le nombre de sacs de sable traînés dépend du type de plancher.

Les vidéos de chaque tâche peuvent être visionnées sur le lien suivant : [https://www.cfmws.com/en/AboutUs/PSP/DFIT/Fitness/FORCEprogram/Pages/FORCE\\_videos.aspx](https://www.cfmws.com/en/AboutUs/PSP/DFIT/Fitness/FORCEprogram/Pages/FORCE_videos.aspx)

Le temps de performance pour l'achèvement de chaque tâche a été enregistré aux 0,1 s les plus proches. Le  $VO_2$ peak prévu a été calculé en utilisant la formule suivante (Laframboise J, 2018):

| Analysis/<br>Models | Variable<br>Set | Regression<br>Method | Adjusted |                | Residual |      |       | Adjusted |                             |                  |
|---------------------|-----------------|----------------------|----------|----------------|----------|------|-------|----------|-----------------------------|------------------|
|                     |                 |                      | R        | R <sup>2</sup> | SEE      | %SEM | SD    | Power    | R <sup>2</sup> <sub>p</sub> | SEE <sub>p</sub> |
| 1                   | WC              | Stepwise             | 0.850    | 0.718          | 4.118    | 9.1  | 4.086 | 0.66     | 0.711                       | 4.159            |

## 2.5 Emplacement

Cette étude a été menée à la garnison de Saint-Jean, à l'ELRFC, 25 Grand-Bernier, St-Jean-sur-Richelieu, Québec, Canada, J0J 1R0.

## 2.6 Plan d'analyse des données

Les données de ce projet ont été recueillies auprès de différentes sources à différents moments.

### 2.6.1 Données recueillies lors des semaines 1 et 10

1. Questionnaire démographique.
2. Mesures anthropométriques : tour de taille, taille, poids, IMC, % de graisse corporelle, masse grasse (kg) et masse maigre (kg).
3. Condition physique (recueillie lors des semaines 2 et 10) : composantes d'évaluation FORCE (CP20m ; SSS ; CNIC ; TSS) ; estimation de la  $VO_{2peak}$ ; résultat global de l'évaluation FORCE.

Les données de ces trois points ont été saisies dans une feuille de calcul Excel et examinées pour obtenir des nombres aberrants avant l'analyse statistique. La présentation des données comprend des statistiques descriptives, incluant des moyennes et des écarts types (ET), des résultats minimaux, maximaux pour les données démographiques, anthropométriques et de condition physique. Un test d'échantillon *t* apparié a été effectué pour comparer les résultats des tests de condition physique et des données anthropométriques entre la semaine 1 (2) et 10. Finalement, des régressions linéaires ont été effectuées pour évaluer les facteurs de la composition corporelle (masse grasse et masse maigre) qui favorise de meilleures performances à l'évaluation FORCE.

### 2.6.2 Données recueillies après une visite à la clinique médicale

Les données du questionnaire TMS / douleur et les restrictions médicales obtenues après une consultation médicale ont été entrées dans une feuille de calcul Excel et vérifiées pour les nombres aberrants avant l'analyse statistique. La présentation des données inclut des statistiques descriptives, y compris des moyennes, des ET, des résultats minimaux et maximaux. La corrélation de Pearson a été utilisée pour évaluer

la relation avec la CE et les TMS. Des mesures répétées de l'ANOVA ont été utilisées pour comparer la variation de la durée du sommeil entre les recrues avec et sans TMS.

### 2.6.3 Données recueillies chaque jour et chaque semaine

Les données recueillies quotidiennement/hebdomadairement ont été utilisées pour quantifier la charge totale d'entraînement (intensité x temps), la dépense énergétique et la durée de sommeil.

La CE, la DE et la durée du sommeil ont été déterminées en analysant les données mesurées à l'aide des accéléromètres GENEActiv, de la semaine 1 à la semaine 9. L'analyse de données a été faite à basse fréquence (40 Hz) afin de permettre une mémoire suffisante de l'appareil pour l'enregistrement due à la longue période de mesure. À chaque deux semaines, les données brutes ont été extraites de l'accéléromètre GENEActiv et transcrites dans des macros sur Excel pour l'analyse des données.

Les données enregistrées avec GENEActiv pour identifier la charge d'entraînement sont présentées comme du temps (min) et de l'intensité (en %) dans chaque niveau d'intensité (sédentaire, léger, modérée et vigoureux). Pour les données de GENEActiv, le niveau d'intensité a été associé à chaque niveau d'intensité (p. ex., sédentaire = 1, léger = 2, modéré = 3, vigoureux = 4). Temps d'activité relatif (%) par jour et l'information quotidienne a été ensuite présentée comme une moyenne par semaine pendant neuf semaines pour quantifier et qualifier la charge d'entraînement en utilisant le continuum sédentaire à vigoureux. La comparaison de la charge d'entraînement hebdomadaire a été analysée pour évaluer la variabilité de la charge d'entraînement d'une semaine à l'autre.

L'analyse des DE a été effectuée comme le propose Siddall et coll. (Siddall *et al.*, 2019). En bref, le temps passé dans chaque niveau d'intensité d'activité a été converti en METS tel que présenté dans le tableau 3.2 selon la norme inférieure pour chaque niveau d'intensité d'activité (Howley, 2001). La DE a été résumé pour chaque journée d'entraînement pour produire des minutes MET (MET·mins). Les moyennes de MET·mins ont été converties en kilocalories estimés en utilisant l'équation suivante :  $\text{MET} \cdot \text{mins} \times 3.5 \times (\text{MC}/200) = \text{Kcal} \cdot \text{mins}$ . Où MC est la masse corporelle en kg. (Bushman, 2012)

**Tableau 3.2** Lignes directrices du MET

| Niveaux d'intensité de l'activité | Lignes directrices du MET |
|-----------------------------------|---------------------------|
| 1. Sédentaire                     | 0,9-3,1                   |
| 2. Léger                          | 3,2-5,3                   |
| 3. Modéré                         | 5,4-7,5                   |
| 4. Vigoureux                      | 7,6-12,0                  |

Les données enregistrées avec GENEActiv pour décrire la quantité de sommeil ont été présentées avec la durée total du sommeil (hrs) entre 23 h et 5 h.

Une mesure répétée ANOVA pour les variables continues a été effectuée pour comparer la CE et la DE hebdomadaire moyenne d'une semaine à l'autre. La durée du sommeil a été analysée avec des mesures répétées ANOVA pour comparer les différences dans la durée du sommeil entre les recrues avec et sans TMS. Toutes les blessures et les journées d'entraînement perdues ont été enregistrées à partir de la feuille de restriction médicale obtenue après une visite à la clinique médicale ainsi que le questionnaire de TMS / douleur. La charge d'entraînement hebdomadaire des recrues sous limitations médicales a été comparée à la moyenne de la charge d'entraînement des autres recrues. Des mesures répétées ANOVA ont été utilisées selon deux facteurs (temps et groupe) pour la comparaison.

L'analyse des données a été effectuée à l'aide d'IBM SPSS (version 27). Le seuil minimal de détection de la significativité a été fixé à  $p < 0,05$ . Les tailles d'effet ont été également calculées à l'aide des statistiques d'approche de Cohen, et le cas échéant (mesures répétées) signalées comme partielles.

## 2.7 Conflits d'intérêts potentiels

L'équipe de recherche nie tout conflit d'intérêts réel, apparent ou connu.

## 2.8 Rétention d'informations

Il n'y a eu aucune retenue d'information de la part des recrues à cette étude. Les recrues ont été informées qu'il s'agit d'une étude descriptive lors de la session d'information ainsi que dans le formulaire de consentement.

## 2.9 Dépistage médical

Il n'y avait pas d'exigence s'appliquant au dépistage médical, car les risques associés à la participation à cette étude sont minimes et nuls par rapport au programme normal de QMB.

## 2.10 Couverture médicale

Il n'y avait pas d'exigence s'appliquant à la couverture médicale, car les risques associés à la participation à cette étude sont minimes. Toutefois, des installations médicales étaient disponibles sur place pour faire face à toute urgence. Les chercheurs impliqués dans le projet avaient préalablement reçu toutes les certifications en premiers soins, réanimation cardio-respiratoire (RCR) et défibrillateur externe automatisé (DEA).

## 2.11 Risques et atténuation des risques

Les risques associés à la participation à cette étude étaient minimes. Le facteur négatif rapporté étant l'inconfort lors du port de l'accéléromètre au poignet. Cependant, l'accéléromètre était léger, fait pour être porté en continu et étanche. Si les participants éprouvaient une éruption cutanée ou une irritation, des installations médicales étaient disponibles sur place et tous les chercheurs impliqués dans le présent projet avait préalablement obtenu leurs qualifications en RCR, DEA et en premiers soins.

## 2.12 Anonymat et confidentialité

Pour assurer la confidentialité des recrues, les renseignements personnels ne pouvaient pas être utilisés pour identifier les participants :

- i. Les renseignements ne pouvaient pas être liés à d'autres informations les concernant sans leurs consentements ;
- ii. Les renseignements ne pouvaient pas être mis à la disposition de qui que ce soit, sauf ceux qui participent à la collecte et à l'analyse, ou à la surveillance des données de ce protocole de recherche ;
- iii. Les renseignements étaient entreposés dans un classeur sécurisé jusqu'à ce qu'ils ne soient plus utilisés par l'équipe de recherche (ils furent subséquemment détruits);
- iv. Les renseignements n'ont pas été communiqués à aucune tierce personne non impliquées dans la réalisation de l'étude. En d'autres mots, même le personnel militaire faisant partie de la chaîne de commandement (CdeC) du participant n'a pas eu accès aux renseignements ;
- v. Les données agrégées peuvent être partagées avec d'autres intervenants (y compris, mais sans s'y limiter : J4 Food Services). Si applicable, une approbation appropriée a été obtenue (p.ex. approbation éthique HREC) de la part des autres intervenants.

Afin de maintenir la confidentialité des données lors de sa collecte et de son analyse, un code (numéro) a été attribué auprès de chaque recrue. Lors de la collecte de données, la clé du code a été conservée dans un ordinateur protégé qui a été entreposé

dans un classeur verrouillé dont seuls les membres de l'équipe de recherche ont eu accès. Au cours de l'analyse, une fois que les données ont été saisies et vérifiées pour les données aberrantes, la clé du code a été détruite.

Les formulaires de consentement éclairé signés ont été conservés dans un classeur protégé B sécurisé qui n'est accessible qu'aux chercheurs ou au président du RDDC-CERH ou à son autorité déléguée sur demande. Les formulaires de consentement éclairé ont été envoyés sous forme de documents protégés B à RDDC avec la clôture du projet, selon les instructions de RDDC-CERH.

### 2.13 Avantages et importance militaire de l'étude

Cette étude a profité aux recrues (1), aux FAC (2) et aux chercheurs (3) en développant la connaissance sur les changements de la composition corporelle et la condition physique induite par le QMB entre l'arrivée des recrues jusqu'à leur graduation à la fin du cours. La surveillance de la charge d'entraînement ainsi que des habitudes de sommeil a fourni des informations pertinentes et ont été livrées comme recommandations pour améliorer potentiellement les pratiques EP, l'horaire en fonction du plancher du dortoir et le risque de blessures associées au niveau de la condition physique initiale. De plus, la connaissance de la DE de la QMB a été bénéfique pour identifier les besoins nutritionnels. Les participants à l'étude peuvent tirer profit de leur participation en apprenant leur niveau de condition physique tel que défini par l'évaluation FORCE, leur composition corporelle et la quantité d'activité physique attendue quotidiennement pour l'unique QMB. Afin d'optimiser le développement à long terme et d'offrir une meilleure préparation des futurs membres

des forces armées canadienne, la connaissance des exigences physiques de la QMB a permis pour les SBMFC de mieux appuyer les membres des FAC.

## **CHAPITRE IV**

### **RÉSULTATS**

Dans ce chapitre, les résultats d'analyses seront présentés dans un premier temps dans l'article soumis au Military Medicine Journal en juin 2022 (facteur d'impact : 1,563). L'article présente les résultats de la charge de travail, l'incidence des TMS, la durée du sommeil et finalement la performance physique opérationnelle. En second lieu, dans la présente section, des résultats de la composition corporelle, de la dépense énergétique hebdomadaire seront présentés ainsi que la relation entre la composition corporelle et les performances physiques opérationnelles lors de l'évaluation FORCE.

2.14 Article scientifique soumis le 22 juin 2022 à Military Medicine Journal

Le courriel de confirmation de soumission est à la figure 4.1. et l'article en annexe F

A manuscript number has been assigned to Assessment of Training Load, Sleep, Injuries and Operational Physical Performance during Basic Military Qualification



em.milmed.0.7c3131.0bd56229@editorialmanager.com <em.milmed.0.7c3131.0bd56229@editorialmanager.com> de 

2022-06-23 12:28

À : Marie-Andrée Laroche

Dear Mme Laroche,

Your submission entitled "Assessment of Training Load, Sleep, Injuries and Operational Physical Performance during Basic Military Qualification" has been assigned the following manuscript number: MILMED-D-22-00360.

You will be able to check on the progress of your paper by logging on to Editorial Manager as an author.

The URL is <https://www.editorialmanager.com/milmed/>.

Thank you for submitting your work to this journal.

Regards,

Kelly Teagle  
Managing Editor  
Military Medicine

---

In compliance with data protection regulations, you may request that we remove your personal registration details at any time. (Use the following URL: <https://www.editorialmanager.com/milmed/login.asp?a=r>). Please contact the publication office if you have any questions.

## Figure 4.1 Courriel de confirmation de soumission d'article

### 2.14.1 Résumé

Introduction : L'optimisation de la charge d'entraînement (CE) et du sommeil est essentielle pour maximiser la performance physique et prévenir les troubles musculosquelettiques (TMS) pour les recrues pendant le cours de qualification militaire de base (QMB) de 10 semaines. Le but de cette étude était d'évaluer la charge d'entraînement, la durée du sommeil, l'apparition de TMS ainsi que la performance physique opérationnelle pendant la QMB.

Matériel et méthodes : Quarante recrues, 8 femmes et 32 hommes (âgés de  $24 \pm 5$  ans; taille  $176,4 \pm 10,4$  cm) ont été surveillées avec un accéléromètre (GENEActiv) au poignet entre la semaine 1 et 9 de la QMB pour évaluer la CE et la durée du sommeil. Au cours des deuxième et dixième semaines, les recrues ont effectué une évaluation de la condition physique opérationnelle. La surveillance des blessures a été effectuée au cours des 10 semaines.

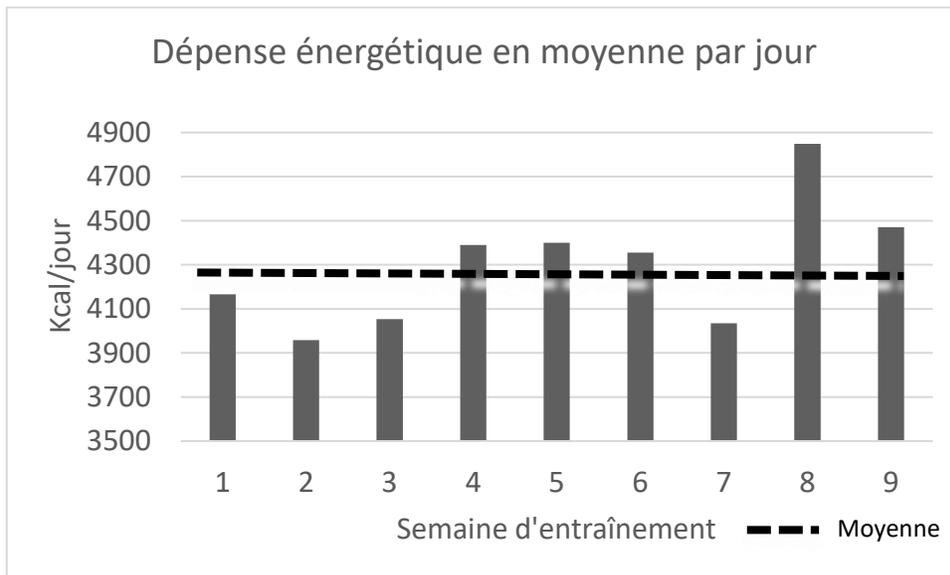
Résultats : L'intensité de la CE était significativement différente ( $p \leq 0,0001$ ) d'une semaine à l'autre. La durée moyenne quotidienne totale d'activité physique modérée et vigoureuse (AP) était de  $189,7 \pm 48,1$  min et  $44,7 \pm 15,2$  min respectivement. Les recrues ont accumulé un total de 95 jours sous restrictions médicales avec une moyenne de 3,8 jours consécutifs. Les performances sur l'évaluation FORCE ne se sont pas significativement améliorées de la semaine 2 à la semaine 10 (score z/400 : PRE,  $247,5 \pm 77,4$  ; POST:  $259,3 \pm 97,1$ ;  $p=0,335$ ). La durée moyenne du sommeil était de  $5,4 \pm 0,4$  heure par nuit et diminuait à  $4,2$  heures  $\pm 0,4$  pendant les exercices sur le terrain. Une différence significative de durée de sommeil a été observée entre les recrues avec et sans TMS.

Conclusion : La charge d'entraînement est d'une grande ampleur et varie d'une semaine à l'autre. La durée moyenne de sommeil rapportée de 5,4 heures par nuit a un impact négatif sur l'apparition de TMS.

Mots-clés : Accéléromètre, charge d'entraînement, blessure musculosquelettique, performance, sommeil, militaire, athlètes tactiques, (congé, blessures, stress, entraînement physique, surveillance)

## 4.2 La dépense énergétique moyenne

Les résultats démontrent que la DE moyenne par jour pendant la QMB est de  $4297,4 \pm 277,4$  kcal/jour. La plus haute demande énergétique est observée en semaine 8 avec  $4848,2 \pm 1095,6$  kcal/jour et la plus faible demande est observée en semaine 2 avec  $3957,7 \pm 1078,8$  kcal/jour.

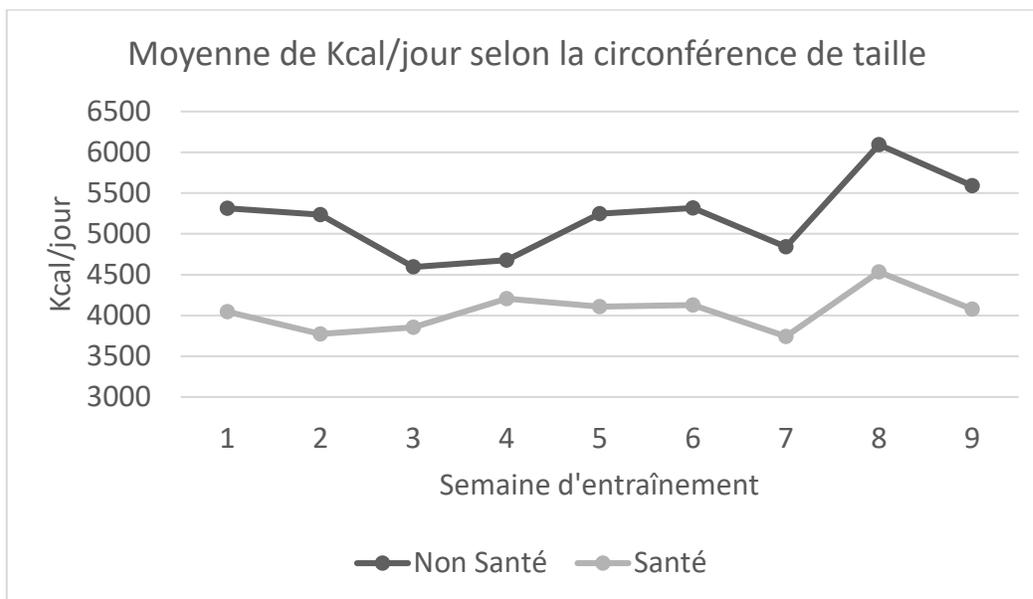


**Figure 4.2** Dépense énergétique en moyenne par jour

Les colonnes représentent le nombre total de kcal/j dépensé lors de chaque semaine d'entraînement. La ligne pointillée représente la moyenne de la dépense énergétique tout au long de la QMB.

### 4.2.1 Dépense énergétique moyenne selon la circonférence de taille

Une différence significative a été observée entre les recrues qui ont et n'ont pas une circonférence favorable à une bonne santé ( $p \leq 0,004$ ).



**Figure 4.2.1** Dépense énergétique en moyenne selon la circonférence de taille

La ligne pâle représente le groupe avec une circonférence de taille santé (homme <102 cm, femme <88 cm) et la ligne foncée représente le groupe avec une circonférence de taille non-santé (homme  $\geq 102$  cm, femme  $\geq 88$  cm).

### 4.3 Composition corporelle

Le Tableau 4.3 présente la composition corporelle des recrues avant la QMB (Pré, semaine 1) et après la QMB (Post, semaine 10). Les résultats sont présentés selon trois sous-groupes, 1) toutes les recrues, 2) les femmes, 3) les hommes. Toutes les recrues ainsi que le sous-groupe des femmes ont significativement amélioré leur poids et leur composition corporelle ( $p \leq 0,05$ ) suivant 10 semaines de la QMB lorsque comparés avant la QMB (Pré). Par contre, durant le même intervalle de temps, les hommes n'ont pas eu de changement significatif de perte de poids (Pré= 86,3 ±18,8 vs Post=84,1±15,3 kg;  $p=0,073$ ) ainsi que pour l'indice de masse corporelle ( $p=0,077$ ).

|                        |                            | Recrues |              |             |       | Femme |              |            |       | Homme |              |             |       |
|------------------------|----------------------------|---------|--------------|-------------|-------|-------|--------------|------------|-------|-------|--------------|-------------|-------|
|                        |                            | N       | Moyenne ± ET |             | p     | N     | Moyenne ± ET |            | p     | N     | Moyenne ± ET |             | p     |
|                        |                            |         | Pré          | Post        |       |       | Pré          | Post       |       |       | Pré          | Post        |       |
| Composition corporelle | Poids (kg)                 |         | 85 ± 17,4    | 82,6 ± 14,1 | 0,015 |       | 79,8 ± 8,1   | 76,2 ± 7,9 | 0,006 |       | 86,3 ± 18,8  | 84,1 ± 15,3 | 0,073 |
|                        | Indice de masse corporelle |         | 26,8 ± 4,8   | 26,0 ± 3,7  | 0,013 |       | 28,2 ± 2,4   | 26,9 ± 2,3 | 0,006 |       | 26,5 ± 5,2   | 25,8 ± 4,0  | 0,077 |
|                        | Masse grasse (kg)          | 31      | 19,7 ± 10,2  | 14,7 ± 7,2  | 0,000 | 6     | 27,3 ± 7,4   | 20,6 ± 6,6 | 0,001 | 25    | 17,9 ± 10,1  | 13,3 ± 6,7  | 0,000 |
|                        | Masse maigre (kg)          |         | 37,1 ± 7,2   | 38,6 ± 6,8  | 0,000 |       | 29,2 ± 1,7   | 31,0 ± 1,1 | 0,005 |       | 39,0 ± 6,7   | 40,4 ± 6,3  | 0,000 |
|                        | Masse grasse (%)           |         | 22,3 ± 9,3   | 17,4 ± 7,1  | 0,000 |       | 33,7 ± 6,7   | 26,5 ± 6,2 | 0,001 |       | 19,6 ± 7,6   | 15,2 ± 5,4  | 0,000 |

**Tableau 4.3** Résultats de la composition corporelle. Résultats pré (semaine 1) et post (semaine 10) de la composition corporelle. N=nombre, ET=écart-type, kg = kilogramme, %=pourcentage

#### 4.4 Relation entre la composition corporelle et les performances physiques opérationnelles

L'évaluation FORCE est composée de 4 épreuves selon cet ordre : 1) Course Précipitée sur 20 mètres (CP 20m), 2) le Soulever de Sacs de Sable (SSS), 3) la Course-Navette Intermittente avec Charge (CNIC) et 4) la Traction de Sacs de Sable (TSS). Lors de cette analyse, nous avons observé des relations favorables à la performance selon la répartition de la masse grasse et la masse maigre.

##### 4.4.1 Relation entre la CP 20m selon la masse grasse et maigre

Pour cette composante, une relation linéaire directement proportionnelle est apparente ( $r=0.700$ ,  $p=0.0001$ ) entre le temps de performance au test CP 20 et la masse grasse mesurée chez les recrues (Tableau 4.4.1.1). L'équation de régression est  $CP20 \text{ (sec)} = 0,319 * \text{masse grasse (kg)} + 31,63$  ( $p = 0,00001$ ,  $r^2 = 0.490$ ;  $ESE = 3,992$ ). Toutefois, aucune régression linéaire significative n'était apparente entre la performance au CP20 selon la masse maigre (Tableau 4.4.1.2).

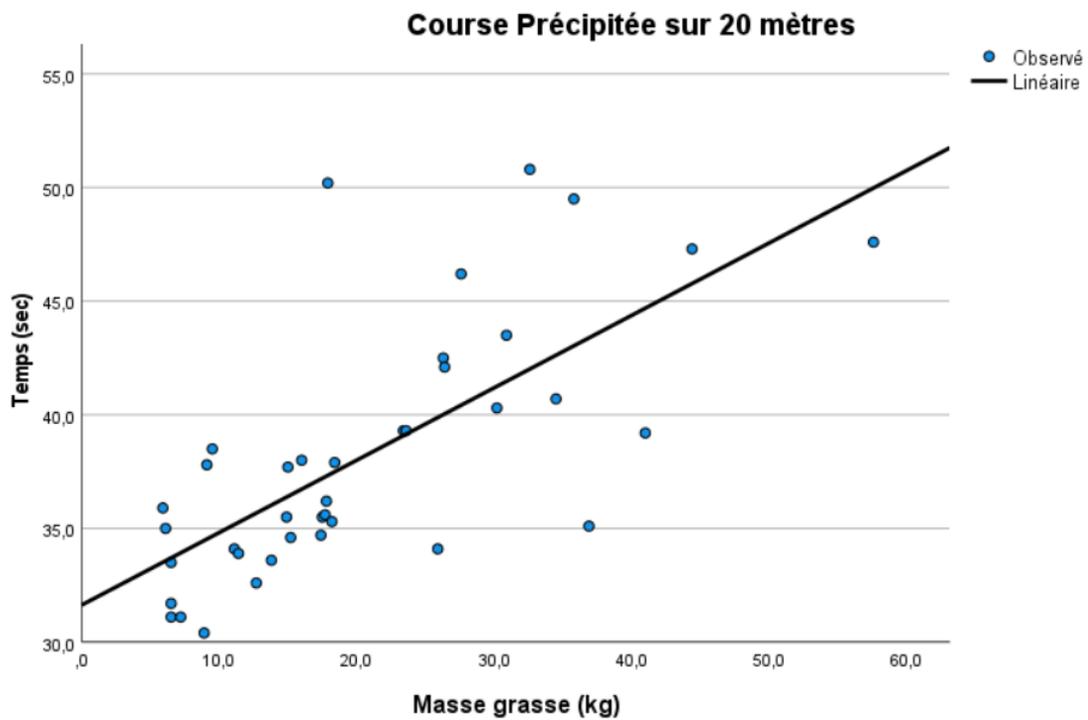
**Tableau 4.4.1.1** Régression linéaire entre la course précipitée de 20 mètres (sec) et la masse grasse (kg).

| <b>Récapitulatif des modèles</b> |        |               |                                 |
|----------------------------------|--------|---------------|---------------------------------|
| R                                | R-deux | R-deux ajusté | Erreur standard de l'estimation |
| ,700                             | ,490   | ,477          | 3,992                           |

La variable indépendante est CP 20 m

| <b>Coefficients</b> |                               |                 |                           |        |      |
|---------------------|-------------------------------|-----------------|---------------------------|--------|------|
|                     | Coefficients non standardisés |                 | Coefficients standardisés | t      | Sig. |
|                     | B                             | Erreur standard | Bêta                      |        |      |
| Masse grasse        | ,319                          | ,053            | ,700                      | 5,967  | ,000 |
| (Constante)         | 31,630                        | 1,266           |                           | 24,984 | ,000 |

| <b>ANOVA</b> |                  |     |             |        |      |
|--------------|------------------|-----|-------------|--------|------|
|              | Somme des carrés | ddl | Carré moyen | F      | Sig. |
| Régression   | 567,264          | 1   | 567,264     | 35,605 | ,000 |
| Résidu       | 589,494          | 37  | 15,932      |        |      |
| Total        | 1156,757         | 38  |             |        |      |



**Figure 4.4.1.1** Régression entre la course précipitée de 20 mètres (sec) et la masse grasse (kg).

**Tableau 4.4.1.2** Tableau des constances entre la course précipitée de 20 mètres (sec) et la masse maigre (kg).

### Récapitulatif des modèles

| R    | R-deux | R-deux ajusté | Erreur standard de l'estimation |
|------|--------|---------------|---------------------------------|
| ,054 | ,003   | -,024         | 5,583                           |

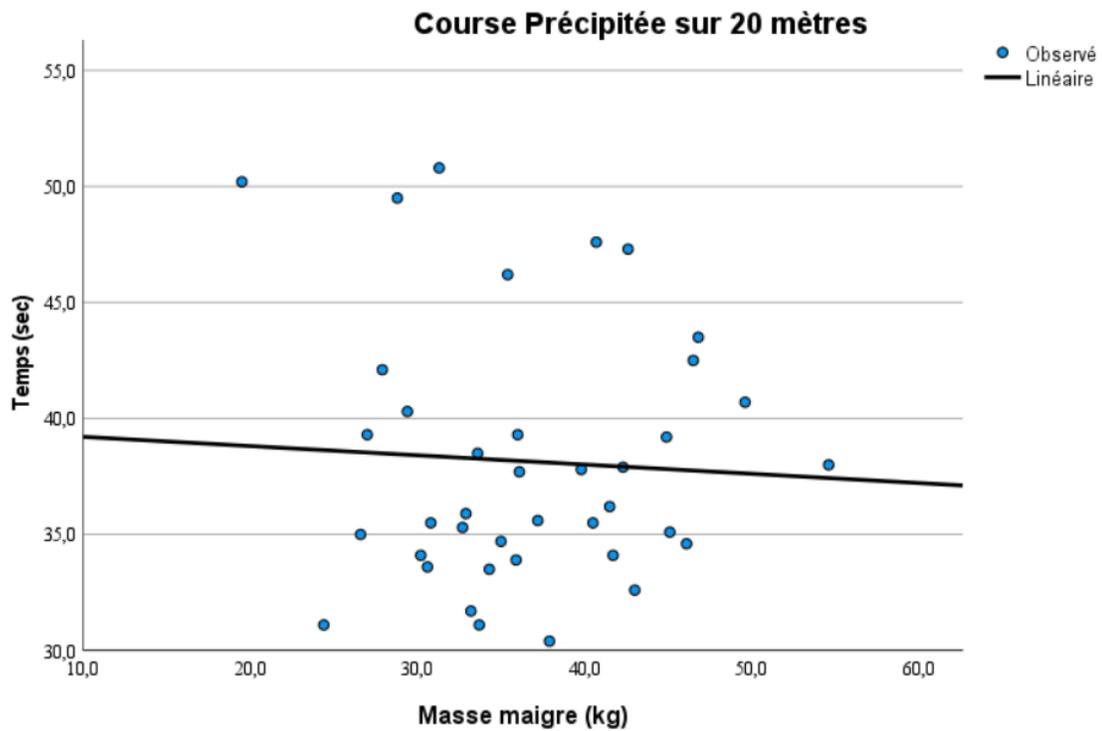
La variable indépendante est la masse maigre

### Coefficients

|              | Coefficients non standardisés |                 | Coefficients standardisés | t     | Sig. |
|--------------|-------------------------------|-----------------|---------------------------|-------|------|
|              | B                             | Erreur standard | Bêta                      |       |      |
| Masse maigre | -,040                         | ,120            | -,054                     | -,332 | ,742 |
| (Constante)  | 39,608                        | 4,484           |                           | 8,833 | ,000 |

### ANOVA

|            | Somme des carrés | ddl | Carré moyen | F    | Sig. |
|------------|------------------|-----|-------------|------|------|
| Régression | 3,426            | 1   | 3,426       | ,110 | ,742 |
| Résidu     | 1153,331         | 37  | 31,171      |      |      |
| Total      | 1156,757         | 38  |             |      |      |



**Figure 4.4.1.2** Régression entre les résultats à la course précipitée sur 20 mètres (sec) et la masse maigre (kg)

#### 4.4.2 Relation entre le SSS selon la masse grasse et maigre

Aucune régression significative n'était apparente entre le SSS et la masse grasse (Tableau 4.4.2.1). Toutefois, une relation linéaire était établie ( $r=0,520$ ,  $p=0,001$ ) entre le temps de performance au test de SSS et la masse maigre mesurée chez les recrues (Tableau 4.4.2.2). L'équation de régression est  $SSS \text{ (sec)} = -2,200 * \text{masse maigre (kg)} + 158,042$  ( $p = 0,001$ ,  $r^2 = 0.271$ ;  $ESE = 27,583$ ).

Tableau 4.4.2.1 Tableau des constances entre le soulever de sacs de sable (sec) et la masse grasse (kg).

### Récapitulatif des modèles

| R    | R-deux | R-deux ajusté | Erreur standard de l'estimation |
|------|--------|---------------|---------------------------------|
| ,045 | ,002   | -,025         | 32,266                          |

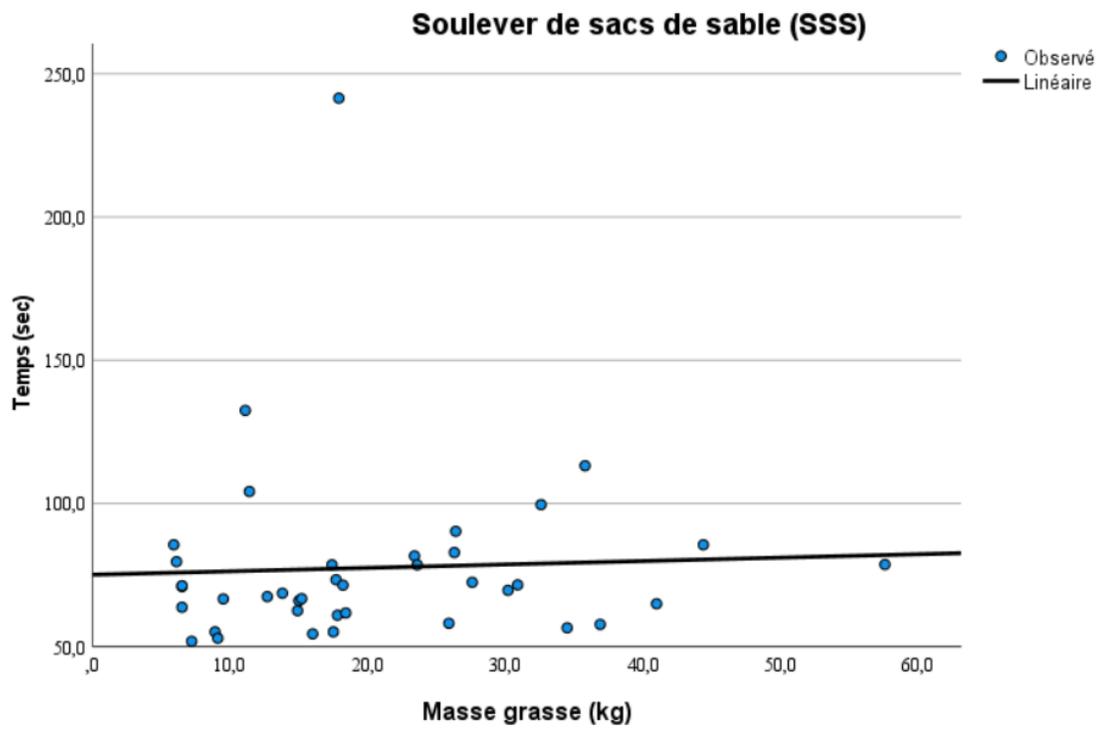
La variable indépendante est la masse grasse

### Coefficients

|              | Coefficients non standardisés |                 | Coefficients standardisés | t     | Sig. |
|--------------|-------------------------------|-----------------|---------------------------|-------|------|
|              | B                             | Erreur standard | Bêta                      |       |      |
| Masse grasse | ,119                          | ,432            | ,045                      | ,276  | ,784 |
| (Constante)  | 75,154                        | 10,234          |                           | 7,343 | ,000 |

### ANOVA

|            | Somme des carrés | ddl | Carré moyen | F    | Sig. |
|------------|------------------|-----|-------------|------|------|
| Régression | 79,295           | 1   | 79,295      | ,076 | ,784 |
| Résidu     | 38521,673        | 37  | 1041,126    |      |      |
| Total      | 38600,968        | 38  |             |      |      |



**Figure 4.3.2.1** Régression entre les résultats du soulever de sacs de sable (sec) et la masse grasse (kg).

**Tableau 4.4.2.2** Tableau des constances entre le soulever de sacs de sable (sec) et la masse maigre (kg).

### Récapitulatif des modèles

| R    | R-deux | R-deux ajusté | Erreur standard de l'estimation |
|------|--------|---------------|---------------------------------|
| ,520 | ,271   | ,251          | 27,583                          |

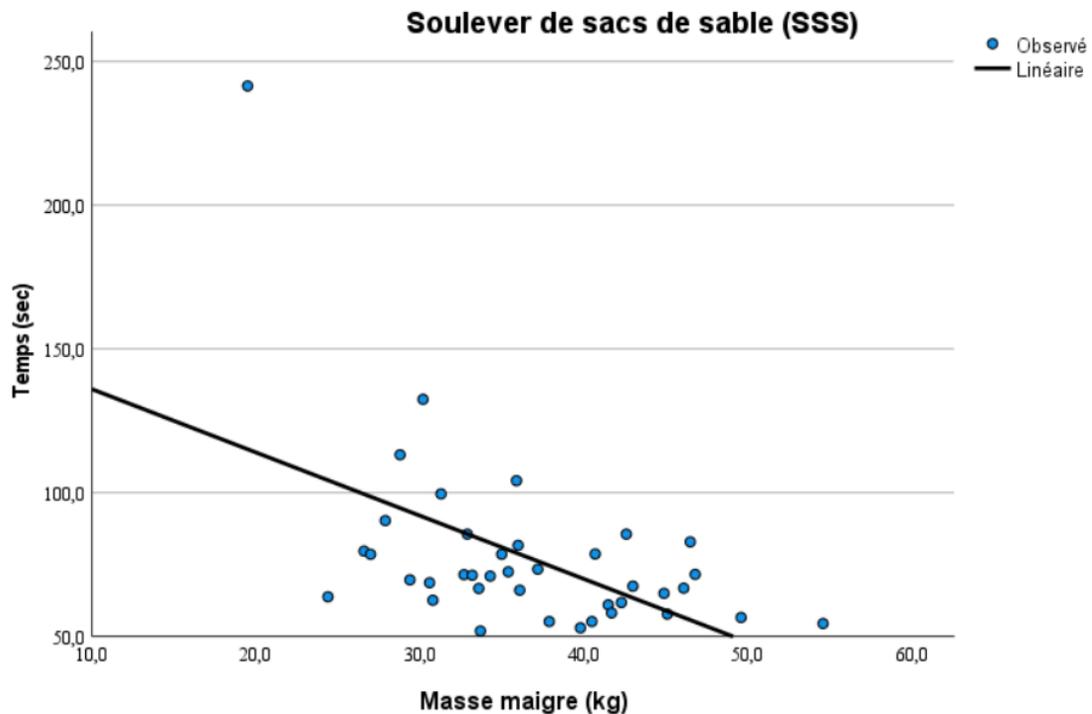
La variable indépendante est la masse maigre

### Coefficients

|              | Coefficients non standardisés |                 | Coefficients standardisés | t      | Sig. |
|--------------|-------------------------------|-----------------|---------------------------|--------|------|
|              | B                             | Erreur standard | Bêta                      |        |      |
| Masse maigre | -2,200                        | ,594            | -,520                     | -3,706 | ,001 |
| (Constante)  | 158,042                       | 22,153          |                           | 7,134  | ,000 |

### ANOVA

|            | Somme des carrés | ddl | Carré moyen | F      | Sig. |
|------------|------------------|-----|-------------|--------|------|
| Régression | 10449,924        | 1   | 10449,924   | 13,735 | ,001 |
| Résidu     | 28151,044        | 37  | 760,839     |        |      |
| Total      | 38600,968        | 38  |             |        |      |



**Figure 4.4.2.2** Régression entre les résultats du soulever de sacs de sable (sec) et la masse maigre (kg).

#### 4.4.3 Relation entre la CNIC selon la masse grasse et maigre

Pour le test du CNIC une relation linéaire significative et directement proportionnelle était établie ( $r=0,495$ ,  $p=0,001$ ) entre le temps de performance et la masse grasse mesurée chez les recrues (Tableau 4.4.3.1). L'équation de régression est  $\text{CNIC (sec)} = 1,041 * \text{masse grasse (kg)} + 160,217$  ( $p = 0,001$ ,  $r^2 = 0.245$ ; ESE = 22,448). Toutefois, aucune régression linéaire significative n'était apparente entre la performance au CNIC et la masse maigre (Tableau 4.4.3.2).

**Tableau 4.4.3.1** Tableau des constances entre la course-navette intermittente avec charge (sec) et la masse grasse (kg).

### Récapitulatif des modèles

| R    | R-deux | R-deux ajusté | Erreur standard de l'estimation |
|------|--------|---------------|---------------------------------|
| ,495 | ,245   | ,225          | 22,448                          |

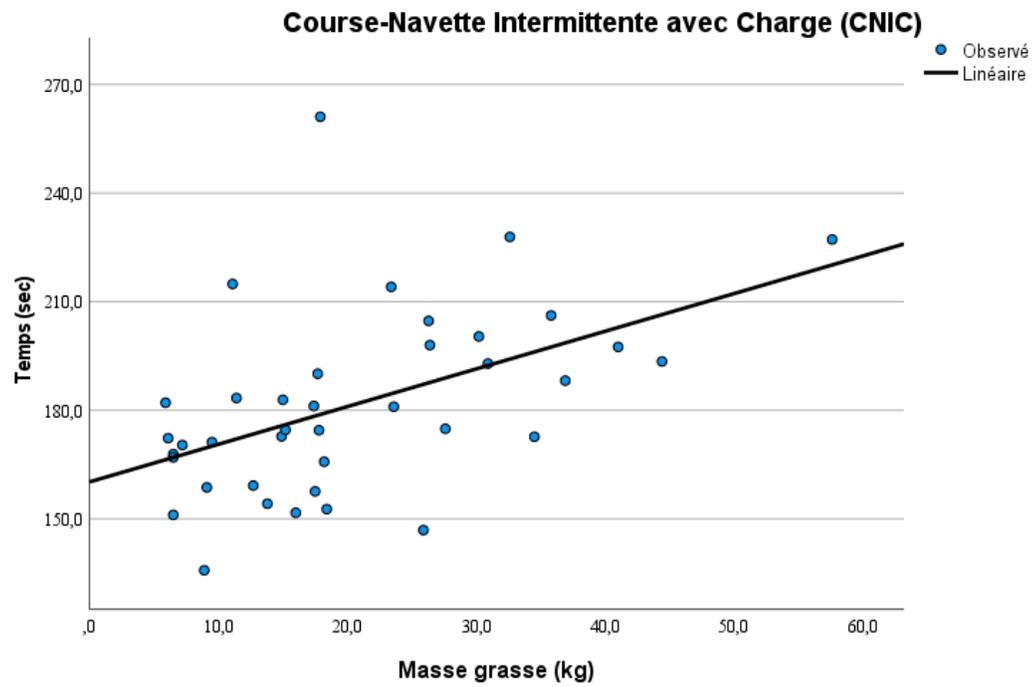
La variable indépendante est la masse grasse

### Coefficients

|              | Coefficients non standardisés |                 | Coefficients standardisés | t      | Sig. |
|--------------|-------------------------------|-----------------|---------------------------|--------|------|
|              | B                             | Erreur standard | Bêta                      |        |      |
| Masse grasse | 1,041                         | ,300            | ,495                      | 3,466  | ,001 |
| (Constante)  | 160,217                       | 7,120           |                           | 22,503 | ,000 |

### ANOVA

|            | Somme des carrés | ddl | Carré moyen | F      | Sig. |
|------------|------------------|-----|-------------|--------|------|
| Régression | 6054,679         | 1   | 6054,679    | 12,016 | ,001 |
| Résidu     | 18643,964        | 37  | 503,891     |        |      |
| Total      | 24698,644        | 38  |             |        |      |



**Figure 4.4.3.1** Régression entre les résultats à la course-navette intermittente avec charge (sec) et la masse grasse (kg)

**Tableau 4.4.3.2** Tableau des constances entre la course-navette intermittente avec charge (sec) et la masse maigre (kg).

### Récapitulatif des modèles

| R    | R-deux | R-deux ajusté | Erreur standard de l'estimation |
|------|--------|---------------|---------------------------------|
| ,307 | ,094   | ,070          | 24,592                          |

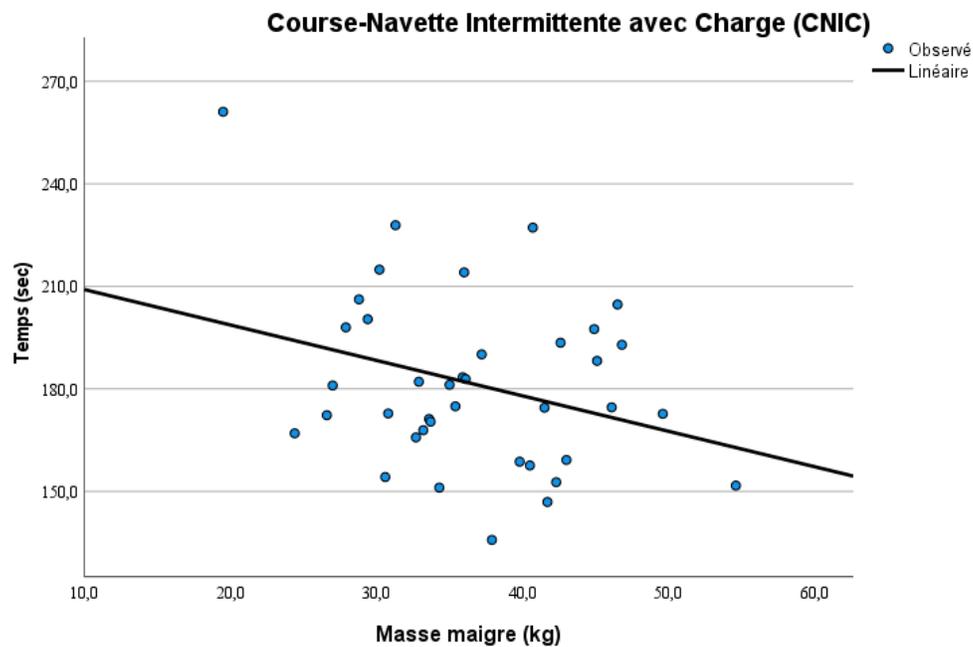
La variable indépendante est la masse maigre

### Coefficients

|              | Coefficients non standardisés |                 | Coefficients standardisés | t      | Sig. |
|--------------|-------------------------------|-----------------|---------------------------|--------|------|
|              | B                             | Erreur standard | Bêta                      |        |      |
| Masse maigre | -1,037                        | ,529            | -,307                     | -1,960 | ,058 |
| (Constante)  | 219,451                       | 19,750          |                           | 11,111 | ,000 |

### ANOVA

|            | Somme des carrés | ddl | Carré moyen | F     | Sig. |
|------------|------------------|-----|-------------|-------|------|
| Régression | 2322,901         | 1   | 2322,901    | 3,841 | ,058 |
| Résidu     | 22375,742        | 37  | 604,750     |       |      |
| Total      | 24698,644        | 38  |             |       |      |



**Figure 4.4.3.2** Régression entre les résultats à la course-navette intermittente avec charge (sec) et la masse maigre (kg)

#### 4.4.4 Relation entre la TSS selon la masse grasse et maigre.

Aucune régression significative n'a été révélée entre la TSS et la masse grasse (Tableau 4.4.4.1). Toutefois, pour cette composante, une relation linéaire significative et directement proportionnelle était établie ( $r=0,686$ ,  $p=0,0001$ ) entre le temps de performance au test de TSS et la masse maigre mesurée chez les recrues (Tableau 4.4.4.2). L'équation de régression est

$$\text{TSS (sec)} = -0,494 * \text{masse maigre (kg)} + 35,372 \quad (p = 0,0001, \quad r^2 = 0,471; \text{ESE} = 3,764).$$

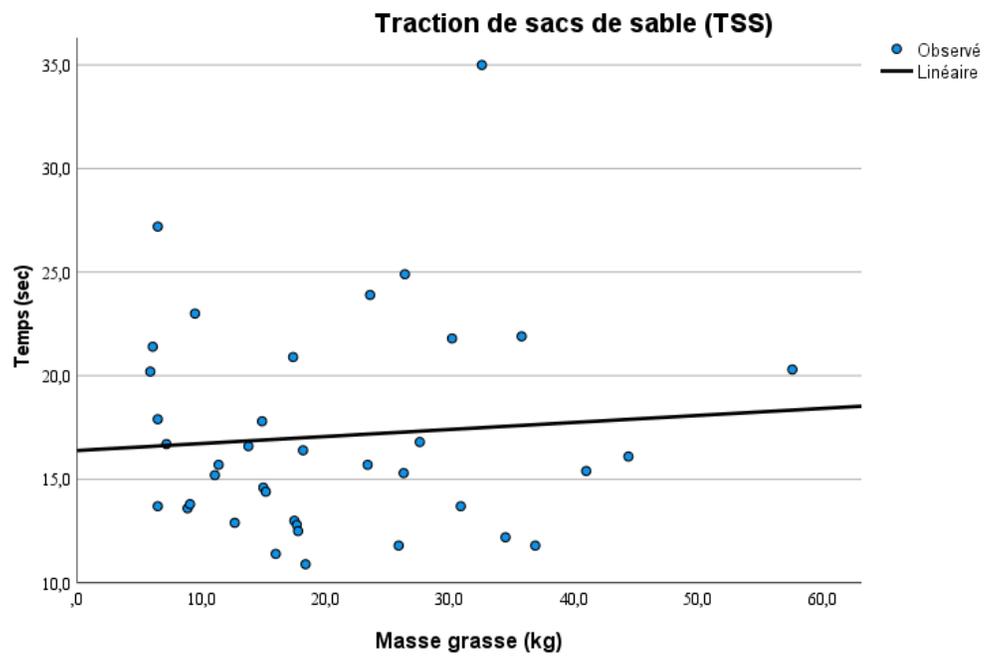
**Tableau 4.4.4.1** Tableau des constances entre la traction de sacs de sable (sec) et la masse grasse (kg).

| <b>Récapitulatif des modèles</b> |        |               |                                 |
|----------------------------------|--------|---------------|---------------------------------|
| R                                | R-deux | R-deux ajusté | Erreur standard de l'estimation |
| ,082                             | ,007   | -,021         | 5,158                           |

La variable indépendante est la masse grasse

| <b>Coefficients</b> |                               |                 |                           |       |      |
|---------------------|-------------------------------|-----------------|---------------------------|-------|------|
|                     | Coefficients non standardisés |                 | Coefficients standardisés | t     | Sig. |
|                     | B                             | Erreur standard | Bêta                      |       |      |
| Masse grasse        | ,034                          | ,069            | ,082                      | ,491  | ,627 |
| (Constante)         | 16,388                        | 1,646           |                           | 9,956 | ,000 |

| <b>ANOVA</b> |                  |     |             |      |      |
|--------------|------------------|-----|-------------|------|------|
|              | Somme des carrés | ddl | Carré moyen | F    | Sig. |
| Régression   | 6,409            | 1   | 6,409       | ,241 | ,627 |
| Résidu       | 957,602          | 36  | 26,600      |      |      |
| Total        | 964,011          | 37  |             |      |      |



**Figure 4.4.4.1** Régression entre les résultats à la traction de sacs de sable (sec) et la masse grasse (kg).

**Tableau 4.4.4.2** Tableau des constances entre la traction de sacs de sable (sec) et la masse maigre (kg).

### Récapitulatif des modèles

| R    | R-deux | R-deux ajusté | Erreur standard de l'estimation |
|------|--------|---------------|---------------------------------|
| ,686 | ,471   | ,456          | 3,764                           |

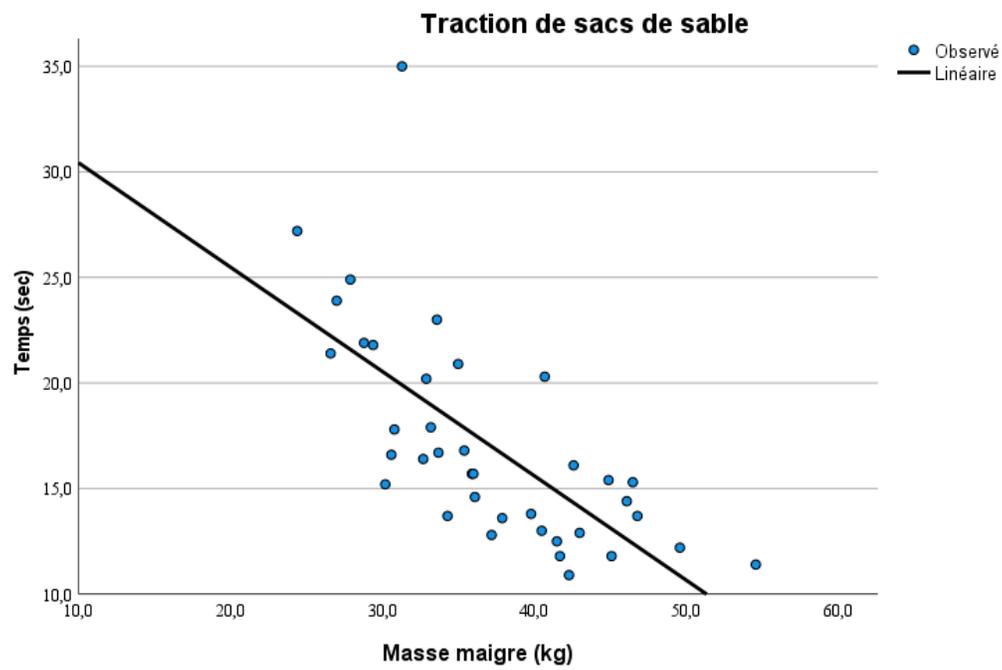
La variable indépendante est la masse maigre

### Coefficients

|              | Coefficients non standardisés |                 | Coefficients standardisés | t      | Sig. |
|--------------|-------------------------------|-----------------|---------------------------|--------|------|
|              | B                             | Erreur standard | Bêta                      |        |      |
| Masse maigre | -,494                         | ,087            | -,686                     | -5,661 | ,000 |
| (Constante)  | 35,372                        | 3,288           |                           | 10,759 | ,000 |

### ANOVA

|            | Somme des carrés | ddl | Carré moyen | F      | Sig. |
|------------|------------------|-----|-------------|--------|------|
| Régression | 454,023          | 1   | 454,023     | 32,050 | ,000 |
| Résidu     | 509,987          | 36  | 14,166      |        |      |
| Total      | 964,011          | 37  |             |        |      |



**Figure 4.4.4.2** Régression entre les résultats à la traction de sacs de sable (sec) et la masse maigre (kg).



## CHAPITRE V

### DISCUSSION

Dans ce chapitre, une discussion sur les résultats qui n'ont pas été discutés dans l'article dont la dépense énergétique, la composition corporelle et les facteurs de la composition corporelle qui influencent la performance opérationnelle par l'évaluation FORCE sera présentée.

#### 5.1 La dépense énergétique (DE)

La première observation est que la DE moyenne est de grande ampleur. La DE moyenne pendant la QMB est 1,7 fois plus importante que celle nécessaire pour un travail de bureau de type conventionnel. En effet, la DE moyenne est de  $4297,4 \pm 277,4$  kcal/jour et lors de la semaine 8, en exercice de campagne, la DE moyenne s'élève à  $4848,2 \pm 1095,6$  kcal/jour comparativement à celle observée chez des individus effectuant du travail de bureau (DE variant entre 1974 et 2552 kcal/jour pour les femmes et les hommes respectivement) (Coopoo *et al.*, 2008). Par contre, lorsqu'on compare nos observations à un contexte similaire, tel que des entraînements de base militaire dans d'autres pays, nos résultats sont comparables et légèrement supérieurs. En effet, pendant l'entraînement militaire initial au Royaume-Unis des officiers cadets, la DE moyenne est de  $4097 \pm 851$  kcal/jour (Siddall *et al.*, 2019). Notons que ce mémoire a utilisé la même méthode de collecte de données ainsi que pour la conversion des données brutes en kcal/h, ce qui se traduit par une meilleure comparaison. Il est néanmoins important de noter que la moyenne de la DE a été effectuée sur 10 jours

comparativement à 9 semaines pour ce mémoire. Une autre étude, à Fort Benning en Georgie (États-Unis) pendant l'entraînement de base des militaires, les recrues ont une DE moyenne de  $3238 \pm 457$  kcal/jour (McAdam *et al.*, 2018), ce qui est relativement inférieur aux résultats de ce mémoire. L'acquisition de données était similaire mais certaines différences peuvent expliquer la DE plus élevée pendant la QMB à l'ELRFC par rapport à celle observée en Georgie; 1) l'emplacement de l'accéléromètre (poignet vs taille), 2) les données d'accélération brutes (40 Hz vs 30 Hz) et 3) les informations saisies dans le logiciel (aucune vs l'âge, la grandeur, le poids, l'origine ethnique, la dominance de la main). Ces différences pourraient expliquer en partie la différence en kcal/j entre l'entraînement de base canadienne et celle en Georgie.

Malgré que les valeurs observées de la DE soient élevées, il est important de considérer ces cinq points 1) des valeurs conservatives ont été appliquées pour le calcul de la DE (sédentaire = 0,9 METS, légère = 3,2 METS, modérée = 5,4 METS et vigoureuse = 7,6 METS), 2) l'estimation du métabolisme de base n'a pas été ajoutée au calcul, 3) selon Edwards *et al.* (2022), l'estimation de la DE par la formule de Bushman (2012) sous-estime la DE et suggère d'appliquer une formule de régression pour augmenter l'exactitude, 4) une certaine partie du temps sédentaire pendant la QMB est en position debout prolongée et il a été rapporté que la DE augmente de 10% dans de telles conditions (Levine *et al.*, 2000), et finalement 5) le transport de charge externe fait également augmenter la DE (Crowder *et al.*, 2007) et n'a pas été considéré dans nos calculs. Somme toute, plusieurs considérations devraient être examinées lors de l'estimation de la DE afin d'augmenter l'exactitude des résultats. Entre autres, l'ajout de la mesure de la fréquence cardiaque permettrait de mieux identifier les tâches spécifiques à la QMB qui contribuent à l'augmentation de la DE telle que ; le transport de charge externe et la manutention de matériel (Wyss *et al.*, 2012). De plus, une

observation soutenue sur le terrain permettrait d'identifier l'impact de ces deux facteurs sur la DE.

## 5.2 La composition corporelle

L'entraînement physique a des effets positifs sur la composition corporelle chez les adultes en surpoids et obèses en diminuant la masse grasse (Bellicha *et al.*, 2021) tandis que le défi est de maintenir la masse maigre chez les athlètes pendant l'entraînement précompétition (Mangine *et al.*, 2021). Les résultats observés lors de notre étude démontrent des changements de la composition corporelle positifs. En effet, les recrues ont diminué de manière significative leur masse grasse, augmenté de manière significative leurs masses maigres et diminué leurs indices de masse corporelle. Des résultats similaires, réduction de masse grasse et augmentation de masse maigre, ont été observés lors de l'entraînement de base au combat de 10 semaines de l'armée américaine (Foulis, Stephen A. *et al.*, 2021). Toutefois, dans notre étude, le poids corporel et l'indice de masse corporelle chez les hommes ne démontrent pas de changement significatif. Malgré que l'indice de masse corporelle soit fréquemment utilisé pour classier la composition corporelle, cette mesure ne permet pas de distinguer la répartition de la masse grasse et de la masse maigre. Tel que mentionné par Foulis, Stephen A *et al.* (2021), l'IMC au seuil de 25.0 kg/m<sup>2</sup> qui classifie les personnes en surpoids et à plus grand risque de santé est une donnée désuète pour la santé et la performance et que le pourcentage de masse grasse semble mieux prédire la performance physique des membres militaires. Ainsi, il est préférable d'observer des changements de la composition corporelle par la masse maigre et la masse grasse.

La répartition de la masse grasse et de la masse maigre ont un impact sur la performance dans le sport (Lukaski et Raymond-Pope, 2021). En effet, la masse musculaire

contribue positivement à la force musculaire et ainsi améliore les performances et inversement, la masse grasse altère les performances (Boileau et Horswill, 2000). Plus précisément, des études ont démontré qu'un apport réduit en masse grasse favoriserait les performances nécessitant de la vitesse et de l'agilité (AKDOĞAN et GÜVEN, 2021; França *et al.*, 2022; Mosimakoko et Onyewadume, 2021). L'évaluation des performances physiques opérationnelles par l'évaluation FORCE permet d'évaluer différentes composantes de la performance physique. Nous avons observé qu'un faible apport de masse grasse est favorable pour les épreuves de la CP 20 m et de la CNIC (composantes anaérobie et aérobie respectivement) et qu'un apport plus élevé en masse maigre favorise les performances du SSS et du TSS (composante d'endurance musculaire et de puissance musculaire respectivement). Puisqu'il a été précédemment rapporté qu'une faible performance à l'évaluation FORCE augmentait les risques de développer un TMS (Chassé *et al.*, 2020), il semble important de tenir compte de la composition corporelle lors de développement de plan d'entraînement afin de favoriser de meilleures performances et donc de réduire les TMS.

## CONCLUSION

En conclusion, les différents paramètres observés dans cette étude ont permis d'identifier des pistes d'amélioration dans le plan d'entraînement de la QMB. Tout d'abord, la charge d'entraînement est d'une grande ampleur et démontre une grande variabilité d'une semaine à l'autre et semble être liée à l'augmentation des TMS. De plus, une faible durée de sommeil semble être associée à l'apparition de TMS. Selon l'évaluation FORCE, l'amélioration de la condition physique opérationnelle est favorable entre le début et la fin de la QMB. Notons également qu'il a été observé, qu'une plus grande masse maigre et moins de masse grasse favoriseraient de meilleures performances à l'évaluation FORCE et que les équations de régression pourraient être utilisées dans la prescription d'entraînement.

Néanmoins, les recommandations, à la suite des résultats de cette étude, pour l'entraînement physique militaire afin de préparer de manière optimale les nouvelles recrues aux exigences physiques de la QMB comprendraient les éléments suivantes: (1) mieux préparer les nouvelles recrues avant leur arrivée ou évaluer la possibilité de modifier l'évaluation FORCE pour augmenter le niveau de condition physique initial, (2) mieux périodiser le plan d'entraînement pour minimiser la variation d'une semaine à l'autre, (3) étudier comment le sommeil perturbé influence des TMS et vice versa et si l'amélioration de la durée du sommeil a un impact ultérieur sur le taux de blessures à l'ELRFC, et (4) se concentrer sur la différence dans les performances de condition physique opérationnelle entre les sexes. Dans l'ensemble, pour maximiser les performances opérationnelles des recrues et réduire l'occurrence générale des TMS, le suivi scientifique de la charge d'entraînement et de la surveillance des TMS doivent être une priorité à tous les niveaux.



ANNEXE A

OREN 107

## OREN 107 Satisfaire aux critères communs liés à la condition physique

### OCOM 107.01 Se maintenir en bonne condition physique

1. Objectif : Se maintenir en bonne condition physique.
2. Conditions :
  - a. éléments fournis :
    - (1) aide du personnel de PSP, au besoin,
    - (2) aide du personnel de l'ELRFC, au besoin,
    - (3) secteur d'entraînement approprié à l'extérieur,
    - (4) secteur d'entraînement approprié à l'intérieur,
    - (5) équipement de musculation,
    - (6) équipement d'entraînement aérobique,
    - (7) équipement pour l'entraînement en campagne,
    - (8) bouteilles d'eau pour chaque personne,
    - (9) équipement pour le programme FORCE;
  - b. éléments non fournis : aucun;
  - c. environnement : dans toutes les conditions.
3. Norme : Le candidat doit (G1.005) se maintenir en bonne condition physique, conformément aux principes énoncés dans le *Programme FORCE – PSP SBMFC* et la DOAD 5023-2, soit :
  - a. participer aux exercices d'aérobie :
    - (1) la course dirigée par l'instructeur principal,
    - (2) les exercices cardiovasculaires en piscine;
  - b. effectuer des exercices de musculation des parties supérieure et inférieure du corps :
    - (1) la musculation,
    - (2) l'entraînement en circuit,
    - (3) la callisthénie (accent mis sur l'activité du corps);
  - c. démontrer sa connaissance en matière de condition physique militaire :
    - (1) tenir le journal de remise en forme physique des FAC,
    - (2) compléter le formulaire du programme FORCE (DND 279),
    - (3) démontrer sa connaissance de mise en forme en salle de musculation et des installations,
    - (4) réussir l'évaluation FORCE,

- d. (G1.015) satisfaire aux critères dans le test réglementaire de base en natation pour les militaires (TRBNM) conformément à la DOAD 5045-0 et au Manuel des politiques des programmes de soutien du personnel des Forces canadiennes, partie 8 chapitre 8-1 section 1.

#### 4. Points d'enseignement :

| PE  | DESCRIPTION <i>ocom</i><br><i>107.01</i>  | MÉTHODE             | DURÉE   | PÉRIODE         | REMARQUES                        |
|-----|---|---------------------|---------|-----------------|----------------------------------|
| 1.  | Compléter le formulaire DND 279 et la familiarisation à l'évaluation de la condition physique | PSP                 | 120 min | EP 107.01.01    | Salle de classe<br>Gym           |
| 2.  | Endurance #1 Intro  | PSP                 | 80 min  | EP 107.01.02-03 | Gym 1-Gym3                       |
| 3.  | Endurance #2  | PSP                 | 80 min  | EP 107.01.04-05 | Gym / M-211                      |
| 4.  | Cardio #1 Technique de course   | PSP                 | 80 min  | EP 107.01.06-07 | Piste intérieure / Gym 1-3       |
| 5.  | Musculation #1  | PSP                 | 80 min  | EP 107.01.08-09 | M-211                            |
| 6.  | Endurance #3  | PSP                 | 80 min  | EP 107.01.10-11 | Gym 1-Gym3                       |
| 7.  | Musculation #2  | PSP                 | 80 min  | EP 107.01.12-13 | M-211                            |
| 8.  | Cardio #2   | PSP                 | 80 min  | EP 107.01.14-15 | Piste intérieure/Piscine/Gym 1-3 |
| 9.  | Piscine #1  | PSP                 | 80 min  | EP 107.01.16-17 | Piscine                          |
| 10. | Circuit du combattant #1  | PSP                 | 80 min  | EP 107.01.18-19 | Gym 1-Gym 3                      |
| 11. | Musculation #3  | PSP                 | 80 min  | EP 107.01.20-21 | M-211                            |
| 12. | Musculation #4  | PSP                 | 80 min  | EP 107.01.22-23 | M-211                            |
| 13. | Circuit du combattant #2  | PSP                 | 80 min  | EP 107.01.24-25 | Extérieur                        |
| 14. | Circuit du combattant #3  | PSP                 | 80 min  | EP 107.01.26-27 | Extérieur                        |
| 15. | EP matinal A donné par le PSP   | PSP                 | 60 min  | EP 107.01.28    |                                  |
| 16. | EP matinal B – activation générale avec poids du corps  | Instructeurs du pon | 60 min  | EP 107.01.29    |                                  |
| 17. | EP matinal C – activation générale avec poids du corps  | Instructeurs du pon | 60 min  | EP 107.01.30    |                                  |
| 18. | EP matinal E – activation haut du corps   | Instructeurs du pon | 60 min  | EP 107.01.31    |                                  |

| PE  | DESCRIPTION <i>ocom</i><br><i>107.01</i>                           | MÉTHODE             | DURÉE   | PÉRIODE                   | REMARQUES       |
|-----|--|---------------------|---------|---------------------------|-----------------|
| 19. | EP matinal F – course à basse intensité                            | Instructeurs du pon | 60 min  | EP 107.01.32              |                 |
| 20. | EP matinal G – course à basse intensité et étirements bas du corps | Instructeurs du pon | 60 min  | EP 107.01.33              |                 |
| 21. | EP matinal H – activation générale avec poids du corps             | Instructeurs du pon | 60 min  | EP 107.01.34              |                 |
| 22. | EP matinal I – activation cardiovasculaire                         | Instructeurs du pon | 60 min  | EP 107.01.35              |                 |
| 23. | EP matinal J – course à basse intensité                            | Instructeurs du pon | 60 min  | EP 107.01.36              |                 |
| 24. | EP matinal K – activation générale avec poids du corps             | Instructeurs du pon | 60 min  | EP 107.01.37              |                 |
| 25. | Briefing sécurité aquatique & TRBNIM<br>COCOM 107.01.01            | PSP                 | 80 min  | COCOM<br>TRBNIM           | Piscine         |
| 26. | Évaluation FORCE<br>COREN 107                                      | PSP                 | 160 min | Évaluation<br>FORCE       | Gym             |
| 27. | Défi du guerrier<br>COCOM 107.01.02                                | PSP                 | 160 min | COCOM Défi<br>du guerrier | Gym             |
| 28. | Critique de cours (fin du cours)                                   | PSP                 | 40 min  | EP 107.01.38              | Salle de classe |

5. Horaire :

|                         |           |
|-------------------------|-----------|
| Total – en classe       | 1200 min  |
| Périodes                | 30        |
| Total COCOM 107.01.01   | 160 min   |
| Périodes                | 4         |
| Total COCOM 107.01.02   | 80 min    |
| Périodes                | 2         |
| Total COCOM 107.01.03   | 160 min   |
| Périodes                | 4         |
| Total COREN 107         | 160 min   |
| Périodes                | 4         |
| <b>Total – Périodes</b> | <b>44</b> |

|                         |           |
|-------------------------|-----------|
| Gym – matin             | 400 min   |
| <b>Total – Périodes</b> | <b>10</b> |

|               |          |
|---------------|----------|
| Total – durée | 2160 min |
| Périodes      | 54       |

6. Justification : (méthodologie) voir SIIEFC vol 4 annexe C.

**7. Ressources :**

- a. DND 279;
- b. papeterie;
- c. lieu d'entraînement intérieur ou extérieur;
- d. cordes;
- e. piscine;
- f. poids et haltères;
- g. appareils de musculation;
- h. journal personnel;
- i. balles d'entraînement;
- j. cônes de signalisation;
- k. cordes à sauter;
- l. maillot à collet numéroté;
- m. tapis;
- n. murs;
- o. bancs;
- p. ballons suisses.

**8. Modalités de contrôle :**

- a. COREN 107 – examen pratique : compléter le test d'aptitude physique des FAC (Évaluation FORCE). Sera complété en semaine 2 afin de déterminer le niveau de condition physique des candidats afin de continuer l'entraînement;
- b. COCOM 107.01.01 – examen pratique : test réglementaire de base en natation pour les militaires (TRBNM);
- c. COCOM 107.01.02 – examen pratique : défi du guerrier (force, endurance musculaire, agilité et endurance cardiovasculaire);
- c. voir l'[Annexe B](#) – Plan d'évaluation, pour de plus amples informations.

**9. Remarques :** l'entraînement matinal sera effectué 1 à 2 fois par semaine par le personnel de pon selon l'horaire des activités physiques établi.

## ANNEXE B

### SÉANCE D'INFORMATION

**Protocol #: 2021-017**

**Title:** Quantifying and qualifying the training load, the energy expenditure, energy intake, and sleep pattern of the Basic Military Qualification at the Canadian Forces Leadership and Recruits School.

**Principal Investigator:** Marie-Andrée Laroche, BSc., CSEP-CEP, CFMWS and Master of Science (c) at Université du Québec À Montréal (UQAM).

**Co-Investigators:** Alain-Steve Comtois, PhD, UQAM; François Lalonde, PhD, CSEP-CEP, CFMWS, CSA and UQAM, Daniel Théoret, MSc, CFMWS, R&D, Hans Christian-Tingelstad, PhD, CFMWS, R&D, Étienne Chassé, MSs, CSEP-CEP, CFMWS, R&D, Philippe Laplante, BSc, D.E.S.S., CSEP-CEP, Maxime Brouillard, BSc and Capt Daniel Fitch pht, Bsc, Bsc PT, CD, 41 st Health Svcs C; Isabelle Giroux, PhD, RD, Florence Lavergne, MSc, RD, and Raphaëlle Laroche-Nantel, RD, BSc, University of Ottawa.

**Trainee:** Étienne Vandal, 3<sup>rd</sup> year nutrition student supervised by I. Giroux and R. Laroche-Nantel.

**DRDC Portfolio/Project:** Canadian Forces Morale and Welfare Services (CFMWS) Human Performance Research and Development (R&D) Cell / Université du Québec À Montréal (UQAM) / Canadian Society for Exercise Physiology-Clinical Exercise Physiologist (CSEP-PEC) / 41<sup>st</sup> Health Services Center.

**Why am I being given this form?**

- The information in this form is intended to help you understand exactly what we are asking of you so that you can decide whether or not you want to participate in this study.
- Feel free to ask all the questions you might have before deciding whether or not to participate in this study.
- Your participation in this study is entirely voluntary, and a decision not to participate cannot be held against you.

**Why is this study being done?**

- The purpose of this study is to quantify and qualify the training load, energy expenditure, energy intake, and sleep pattern during the Basic Military Qualification (BMQ).
- Monitoring the perceived training load, energy expenditure as well as sleep patterns will provide relevant information and will be delivered as recommendations to potentially improve the PT practices, the BMQ Training Plan schedule depending on the dormitory floor and the injury risk associated with the initial fitness level and the physical demand of BMQ.
- Participants may benefit from participating in this study by learning what their fitness level is, what their body composition is and learning the amount of physical activity required on a daily basis during BMQ.

**Are there any inclusion or exclusion criteria I need to be aware of?**

- Participants will include only candidates at CFLRS. Participants from A-11 division will be invited to take part in the research.
- Participants who are; released from the military or transferred to the training reintroduction program (TRP) will be excluded from participation.
- Basically, if you stay in your platoon even if you have medical restrictions, for a short period of time, you will continue to participate in the research.

**What will I be asked to do?**

- If you consent to participate in the study, you will not be asked to do anything different than any other candidates participating in a BMQ.
- As usual, all recruits will participate in the FORCE evaluation, rucksack marches, drills courses, morning PT, the obstacle course, field exercises and PSP PT.
- In this study, measures of the FORCE evaluation will be repeated one additional time at the end of the BMQ on week 10.
- You will be asked to wear an accelerometer device on your wrist continuously for the length of the study and to go through the anthropometric measurement.
- The anthropometric measurement will be taken during the initial session and during week 10.
- Every night, you will have to answer the rating of fatigue scale and rating of perceived effort.
- If, during the course, you visit the medical clinic, you will have to answer to the MKSI/pain questionnaire and provide a copy of your medical restriction.
- At week 2 or 3, we will ask to take a photo of your meal tray before and after you have eaten for 3 to 5 days. Those days, we will also ask you in the evening what you have eaten from vending machines and as evening snacks.

#### **How long will I be involved in the study?**

- You will be involved in the study from week 0 to week 10 of your BMQ.
- Your total time commitment is anticipated to be 160 min over the 10 weeks.

#### **Are there any risks associated with participation? If so, how will they be dealt with?**

- The risks associated with participating in this study are no different than would be expected from preparing for and participating in the BMQ.
- However, there is a risk of discomfort wearing the GENEActiv on the wrist.

#### **What if I am injured in this study?**

- As is usual procedure, if you feel that you are injured you are directed to report immediately to the Health Services Centre in order to receive prompt medical attention.
- If your restrictions are more than nine days, you may be transferred to the Training Reintegration Program (TRP).

#### **Are there any benefits to participating in this study?**

- You may benefit from participating in this study by learning your fitness level and your body composition and how they associated with health benefit and injury risk.

- Moreover, you will learn the amount of physical activity required on a daily basis and the sleep pattern during the unique BMQ.
- This information will be delivered as recommendations for future BMQ and potentially improve the PT practices of other BMQ as well as food offered.
- You will also get a summary at the end of your BMQ with some information obtained during the study.

**Can I change my mind and withdraw at any time?**

- Yes. Your participation in this study is entirely voluntary.
- Even if you decide to participate right now, you are free to change your mind and leave the study at any time, without any consequences.

**Will I be remunerated for my participation? Will there be any additional costs to me?**

- You will not be remunerated for participation in this study. There are no additional costs to you.

**How is my personal information being protected?**

- All documents collected for this study will be stored in accordance with Department of National Defense security requirements for Protected B Information.
- Only the named investigators of this study who have a need to see this information will be given access.
- Your course staff will not have access to this information and it will not form a portion of your evaluation.
- The information will be used for research purposes only.

**Will my participation be kept confidential?**

- All documents collected for this study will have your name removed.
- If the information from the study is used in reports or publications, no information that could specifically identify you will be included.
- Your results will be combined with those from other participants and only information on the entire BMQ will be presented.

**Will I be informed about any finding(s) that might be related to my health?**

- At the end of the study, a short presentation of the health-related from the different measure taken during this research will be delivered.
- We will discuss about the FORCE evaluation health-related chart, the associate health risk with the waist circumference and the body mass index (BMI).

- Try to remember your result and you will be able to compare your score with different health charts.

### **How do I find out what was learned in this study?**

- A summary of the entire group's results will be available through the base website, presented at various health services research conferences as well as submitted for publication in a scientific journal.

### **Additional information for CAF members**

- I understand that I am considered to be on-duty for disciplinary, administrative and Pension Act purposes during my participation in this study and I understand that in the unlikely event that my participation in this study results in a medical condition rendering me unfit for PT, I may be transferred to TRP.
- This duty status has no effect on my right to withdraw from the study at any time I wish and I understand that no action will be taken against me for exercising this right.

### **Research ethics review**

- This study has been reviewed and approved by the DRDC Human Research Ethics Committee as **Protocol #: 2021-017** Research ethics review seeks to ensure that research projects involving humans as participants meet Canadian ethical standards, as outlined in the latest version of the Tri-Council Policy Statement: Ethical Conduct for Research Involving Humans (December, 2014).
- Research ethics review seeks to balance a study's risks and benefits, along with the importance of informed consent.
- Research ethics review and approval should not be taken as a guarantee of safety.

### **Who do I contact if I have any further questions?**

- Should I have any questions or concerns regarding this project before, during or after participation, I understand that I am encouraged to contact the primary investigator or the appropriate DRDC research centre cited below.
- This contact can be made by surface mail at this address or by phone or email to any of the DRDC numbers and addresses of individuals listed below:

#### **Principal investigator**

Marie-Andrée Laroche, St-Jean Garrison  
450-358-7099#7025

[Marie-andree.laroche@forces.gc.ca](mailto:Marie-andree.laroche@forces.gc.ca)

Chair DRDC Human Research Ethics Committee  
416-635-2098 or [HREC-CEESH-Toronto@drdc-rddc.gc.ca](mailto:HREC-CEESH-Toronto@drdc-rddc.gc.ca)

## ANNEXE C

### FORMULAIRE DE CONSENTEMENT ÉCLAIRÉ POUR DES SUJETS HUMAINS

**Protocol #: 2021-017**

**Title:** Quantifying and qualifying the training load, the energy expenditure, energy intake, and sleep pattern of the Basic Military Qualification at the Canadian Forces Leadership and Recruits School.

**Principal Investigator:** Marie-Andrée Laroche, BSc., CSEP-CEP, CFMWS and Master of Science (c) at Université du Québec À Montréal (UQAM).

**Co-Investigators:** Alain-Steve Comtois, PhD, UQAM; François Lalonde, PhD, CSEP-CEP, CFMWS, CSA and UQAM, Daniel Théoret, MSc, CFMWS, R&D, Hans Christian-Tingelstad, PhD, CFMWS, R&D, Étienne Chassé, MSs, CSEP-CEP, CFMWS, R&D, Philippe Laplante, BSc, D.E.S.S., CSEP-CEP, Maxime Brouillard, BSc and Capt Daniel Fitch pht, Bsc, Bsc PT, CD, 41 st Health Svcs C; Isabelle Giroux, PhD, RD, Florence Lavergne, MSc, RD, and Raphaëlle Laroche-Nantel, RD, BSc, University of Ottawa.

**Trainee:** Étienne Vandal, nutrition student supervised by I. Giroux and R. Laroche-Nantel.

**DRDC Portfolio/Project:** Canadian Forces Morale and Welfare Services (CFMWS) Human Performance Research and Development (R&D) Cell / Université du Québec

À Montréal (UQAM) / Canadian Society for Exercise Physiology-Clinical Exercise Physiologist (CSEP-PEC) / 41<sup>st</sup> Health Services Center.

I, \_\_\_\_\_ (name) of \_\_\_\_\_ (service number) hereby volunteer to be a participant in the study “Quantifying and qualifying the training load, the energy expenditure, energy intake and sleep pattern of the Basic Military Qualification at the Canadian Forces Leadership and Recruits School.”. I have read the Participant information sheet and have had the opportunity to ask questions of the Investigator(s). I also understand that my participation in the study (as outlined below) is voluntary. All of my questions concerning this study have been fully answered to my satisfaction. However, I may obtain additional information about the research project and have any questions about this study answered by contacting Marie-Andrée Laroche at 450-358-7099#7025.

I understand that my consent is to allow these data collected to quantify the energy expenditure and energy intake, to monitor the training load, to quantify and qualify sleep and to keep a record of medical restriction chart along with self-reported MSKI incident information during BMQ and that my results will never be identified in a personal manner.

I have been told that I will wear an accelerometer on my wrist and that the data collection will continue for the length of BMQ (10 weeks). I have been told that I will be asked to participate in 2 information collection sessions of approximately 120 minutes for the purpose of evaluating this study outcomes including the anthropometric measure, perform twice the FORCE evaluation, answer questions about the rating of fatigue and the rating of perceived effort every night and, after a drop out at the medical clinic, answer to the musculoskeletal questionnaire. At week 2 or 3, I will be asked to take a photo of my meal tray before and after I have eaten for 3 to 5 days. Those days, I will also be asked in the evening what I have eaten from vending machines and as evening snacks. This research project will benefit the participants (1), the CAF (2) and researchers (3) by understanding the changes in the anthropological measurement and the physical condition induced by the BMQ between the arrival of the recruits up to their graduation at the end of the course.

The expected outcome of this analysis is to monitor energy demand as well as sleep patterns and provide relevant information and delivered as recommendations to potentially improve the PT practises, the schedule depending on the dormitory floor and the injury risk associated with the initial fitness level. Moreover, knowing the energy expenditure of the BMQ will be beneficial to identify the nutritional needs.

I have been advised that the segments of the research study have minimal risk; the risk is discomfort while wearing the accelerometer on the wrist.

I have been advised that there will be no remuneration paid to me for my participation in this segment of the study.

I acknowledge that my participation in this study, or indeed any research, may involve risks that are currently unforeseen by the Canadian Forces Morale and Welfare Services. There is a risk to privacy when collection personal information such as email or phone number, however as described below, all personal information is de-linked from personal data and all data is stored Protected B.

I have been advised that the primary benefit to my participation in this research study will be that I will be part of the first observational study performed on the recruits that will cover pillars of BALANCE into one cohesive project. In order to optimize the long-term development and to offer a better preparation of the military, knowledge of the physical requirements of the BMQ will help the CFMWS to better support CAF members.

I understand that my experimental data will be protected under the Government Security Policy at the appropriate designation and not revealed to anyone other than the Canadian Forces Morale and Welfare Services - affiliated Investigator(s) or external investigators from the sponsoring agency without my consent except as data unidentified as to source. The data won't be available to your chain of command.

I understand that my name will not be identified or attached in any manner to any publication arising from this study. I have been informed that any personal information collected will be assigned a code to ensure confidentiality. The code will be used to link together performance measures from different tests and once the data is compiled the link between my personal information and the data will be destroyed such that all data becomes anonymous. None of my personal information required for participation (email and/or phone number) will be linked to my data. Moreover, I understand that the experimental data may be reviewed by an internal or external audit committee with the understanding that any summary information resulting from such a review will not identify me personally.

I understand that as a Government Institution, the Canadian Forces Morale and Welfare Services is committed to protecting my personal information. However, under the Access to Information Act, copies of research reports and research data (including the

database pertaining to this project) held in Federal government files, may be disclosed. I understand that prior to releasing the requested information, the Directorate of Access to Information and Privacy screens the data in accordance with the Privacy Act in order to ensure that individual identities (including indirect identification due to the collection of unique identifiers such as rank, occupation, and deployment information of military personnel) are not disclosed.

I understand that I am free to refuse to participate and may withdraw my consent without prejudice or hard feelings at any time. Should I withdraw my consent, my participation in this research project will cease immediately. I also understand that the Investigator(s), their designate, or the physician(s) responsible for the research project may terminate my participation at any time, regardless of my wishes.

I understand that my data from this study may be used in unidentified form in future related studies, such as food intake, provided review and approval have been given by the Defence Research and Development Canada Human Research Ethics Committee.

I understand that I am considered to be on duty for disciplinary, administrative and Pension Act purposes during my participation in this study. I understand that in the unlikely event that my participation in this study results in a medical condition rendering me unfit for service, I may be released from the Canadian Armed Forces and my military benefits apply. This duty status has no effect on my right to withdraw from the study at any time I wish and I understand that no action will be taken against me for exercising this right.

I understand that by signing this consent form I have not waived any legal rights I may have as a result of any harm to me occasioned by my participation in this research project beyond the risks I have assumed. Also, I understand that if requested I will be given a copy of this consent form so that I may contact any of the individuals mentioned below at some time in the future should that be required.

In addition, the estimated energy expenditure will be used by J4 foods to better determine feeding needs and strategies of recruits. After this study is concluded, the information you provided could potentially provide the answers to other research questions such as feeding needs of recruits. Rather than engaging in additional data collection, we would like to request permission to use the information you provided to help support this research. All of the same protections to your identity and privacy described previously would also apply in that situation.

The research team denies the collection of information concerning the possibility of commercialization of research findings, and the presence of any real, potential or perceived conflicts of interest on the part of the researchers, their institutions or the research sponsors.

**Note:**

**FOR PARTICIPANT ENQUIRY IF REQUIRED:**

Should I have any questions or concerns regarding this project before, during or after participation, I understand that I am encouraged to contact the Investigators of this study.

Participant: \_\_\_\_\_ Signature: \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_

**Principal Investigator:**

Marie-Andrée Laroche      Signature: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

In addition, I may contact the Chair, Defence Research and Development Canada Human Research Ethics Committee for concerns related to ethics by email: [HREC-CEESH-Toronto@drdc-rddc.gc.ca](mailto:HREC-CEESH-Toronto@drdc-rddc.gc.ca), or by phone at: (416) 635-2098.

## ANNEXE D

### QUESTIONNAIRE DÉMOGRAPHIQUE

**PROTECTED B**

Last Name: \_\_\_\_\_ First Name: \_\_\_\_\_

Initial: \_\_\_\_\_

Service number: \_\_\_\_\_ Trade number: \_\_\_\_\_

Age: \_\_\_\_\_

Gender: \_\_\_\_\_

Height: \_\_\_\_\_ cm

GeneActiv (device) # \_\_\_\_\_

**Smoking habit questions:****What is your current smoking status?**

A: Never smoked B: Ex-smoker C: Current smoker

**As a current tobacco user, what form(s) of tobacco do you use? (SELECT ALL THAT APPLY)**

A: Cigarettes B: Cigars C: Cigarillos D: Pipe E: Snuffing tobacco F: Chewing H: Vaping I: Other (Please specify):

**For each form of tobacco, how many do you use per day (ex.: # of cigarettes per day)?**

ANNEXE E

QUESTIONNAIRE DE TMS / DOULEUR

Protected B once completed

**MSKI / pain questionnaire - completed by the recruit**

Date \_\_\_\_\_ Recruit SN: \_\_\_\_\_

- L- Reason why you went to the medical clinic:  For another reason than MSKI (anxiety, sickness, metabolic disorder) \*  
*\*You don't need to answer the back of this sheet*
- I'm **reporting pain / a MSKI** in my body: **answer the back of this sheet.**

**DEFINITIONS:**

A **musculoskeletal injury (MSKI)** is physical damage to the bones, joints, ligaments, meniscus, muscles, nerves or tendons **that limits your ability to do physical training or any other training for 2 days or more.** Musculoskeletal injuries can be caused by:

- **Overuse** from known repetitive sustained activities such as running, marching, ruck marching, or repeatedly lifting, pulling, pushing, or moving objects for job tasks or physical training.
- **Trauma** from known single event or accident such as a fall, slip, trip, twisting an ankle, bumped or hit by someone or something, car accident, etc.
- **Exertion** from Injury with insidious onset and no known cause.

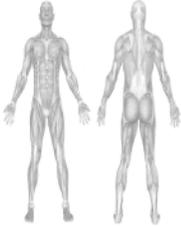
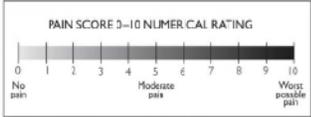
**Note:** Your answers are kept confidential at all time and are only used for research purposes.

Only researchers see your answers.

Thank you for completing this form and participating in this research.

Protected B once completed

MSKI / pain questionnaire - completed by the recruit  
 Deposit this form in the locked research box once completed. Thank you.

| <p><b>Indicate pain/MSKI area(s) with the body map</b><br/>                     Color area(s) on the diagram and draw an arrow(s) to a number</p> <p>0: Neck<br/>                     1: Upper Back<br/>                     2: Shoulders<br/>                     3: Elbows<br/>                     4: Wrists / Hands<br/>                     5: Lower back<br/>                     6: Hips / Thighs<br/>                     7: Knees<br/>                     8: Ankle / Feet</p>  <p><i>If you have many pain locations, select the worst three</i></p> | <p><b>Pain Level</b><br/>                     Use this scale to indicate your level of pain.</p>               | <p><b>Pain/MSKI started</b></p> <p>0: During BMQ, less than 7 days<br/>                     1: During BMQ, more than 7 days<br/>                     2: Between 0 and 3 months before BMQ<br/>                     3: More than 3 months before BMQ</p> | <p><b>Pain/MSKI from:</b></p> <p>0: Activities with repeated motions (e.g. gradual pain)<br/>                     1: A trauma (e.g. sudden pain)<br/>                     2: Exertion (no cause)</p> | <p><b>Main activity that started this pain/MSKI:</b><br/>                     (Select one)<br/>                     0: Rucksack march<br/>                     1: Running<br/>                     2: Drill<br/>                     3: Stairs<br/>                     4: Morning PT<br/>                     5: Obstacle course<br/>                     6: Weight lifting<br/>                     7: Circuit Training<br/>                     8: Walking a lot<br/>                     9: Punishment with exercises<br/>                     10: Other with military<br/>                     11: Other on personal time<br/>                     12: Others (specify)<br/>                     13: Don't know</p> | <p><b>Pain worsen with:</b> (Check all that apply)</p> <p>0: Rucksack march<br/>                     1: Running<br/>                     2: Drill<br/>                     3: Stairs<br/>                     4: Morning PT<br/>                     5: Obstacle course<br/>                     6: Weight lifting<br/>                     7: Circuit Training<br/>                     8: Walking a lot<br/>                     9: Punishment with exercises<br/>                     10: Other with military<br/>                     11: Other on personal time<br/>                     12: Others (specify)</p> |
|---|---|---|--|--|--|
| <p>Pain area<br/>                     e.g. 0</p>  | <p>Average pain at rest today:<br/>                     0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10<br/>                     Average pain during activity today:<br/>                     0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</p> | <p>0 1 2</p>  | <p>0 1 2</p>   | <p>0 1 2 3 4 5<br/>                     6 7 8 9 10 11<br/>                     12 13: _____</p>  | <p>0 1 2 3 4 5<br/>                     6 7 8 9 10 11 12 13:<br/>                     _____</p>  |
| <p>Pain area<br/>                     0 1 2 3 4 5 6 7 8</p>   | <p>Average pain at rest today:<br/>                     0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10<br/>                     Average pain during activity today:<br/>                     0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</p> | <p>0 1 2</p>  | <p>0 1 2</p>   | <p>0 1 2 3 4 5<br/>                     6 7 8 9 10 11<br/>                     12 13: _____</p>  | <p>0 1 2 3 4 5<br/>                     6 7 8 9 10 11 12 13:<br/>                     _____</p>  |
| <p>Pain area<br/>                     0 1 2 3 4 5 6 7 8</p>   | <p>Average pain at rest today:<br/>                     0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10<br/>                     Average pain during activity today:<br/>                     0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</p> | <p>0 1 2</p>  | <p>0 1 2</p>   | <p>0 1 2 3 4 5<br/>                     6 7 8 9 10 11<br/>                     12 13: _____</p>  | <p>0 1 2 3 4 5<br/>                     6 7 8 9 10 11 12 13:<br/>                     _____</p>  |
| <p>Pain area<br/>                     0 1 2 3 4 5 6 7 8</p>   | <p>Average pain at rest today:<br/>                     0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10<br/>                     Average pain during activity today:<br/>                     0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</p> | <p>0 1 2</p>  | <p>0 1 2</p>   | <p>0 1 2 3 4 5<br/>                     6 7 8 9 10 11<br/>                     12 13: _____</p>  | <p>0 1 2 3 4 5<br/>                     6 7 8 9 10 11 12 13:<br/>                     _____</p>  |

(Go to the back of this sheet for definitions)

## ANNEXE 7

# ASSESSMENT OF TRAINING LOAD, SLEEP, INJURIES AND OPERATIONAL FITNESS PERFORMANCE DURING BASIC MILITARY QUALIFICATION.

Marie-Andrée Laroche<sup>1,3</sup>, Étienne Chassé<sup>2</sup>, Daniel Théoret<sup>2</sup>, François Lalonde<sup>3</sup> and Alain-Steve Comtois<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Personnel Support Program, Canadian Forces Leadership and Recruit School, Saint-Jean Garrison, Saint-Jean-sur-Richelieu, QC, Canada

<sup>2</sup> Human Performance Research and Development, Canadian Forces Morale and Welfare Services, Ottawa, ON, Canada

<sup>3</sup> Department of Exercise Sciences, Faculty of Sciences, Université du Québec à Montréal, Montréal, Canada.

### ABSTRACT

**Introduction:** Optimizing training load (TL) and sleep is essential to maximize physical performance and prevent musculoskeletal injuries (MSKI) for Canadian forces recruits during the 10-week basic military qualification (BMQ) course. The purpose of this study was to assess the training load, sleep duration, the occurrence of MSKIs during the BMQ and the operation fitness performance during the BMQ.

**Materials and methods:** Forty Canadian recruits, 8 females and 32 males, (age  $24 \pm 5$  years; height  $176.4 \pm 10.4$  cm) were monitored with an accelerometer (GENEActiv) on their wrist between week 1 to 9 to evaluate the TL, and sleep duration. During week two and ten, the recruits completed an operational fitness evaluation. Injury surveillance was performed over the 10 weeks.

**Results:** TL intensity was significantly different ( $p=0.0001$ ) from week to week. The daily average total time of moderate and vigorous physical activity (PA) was  $189.7\pm 48.1$  min and  $44.7\pm 15.2$  min respectively. The average sleep duration was  $5.4 \pm 0.4$  hours per night and decreased to  $4.2 \text{ hrs} \pm 0.4$  during field exercises. A significant difference of sleep duration was observed between recruits with and without a MSKI. The recruits accumulated a total of 95 days under medical restrictions with an average of 3.8 consecutive days. The  $VO_{2\text{peak}}$  estimated from the FORCE-JBST significantly improve from week 2 to 10 (PRE,  $47.1 \pm 6.3$ ; POST:  $50.2 \pm 5.8$ ;  $p=0.001$ ).

**Conclusion:** Training load is of high magnitude and varies from week-to-week. The reported mean sleep duration per week may perhaps negatively impact the occurrence of MSKI.

**Keywords:** Accelerometer, training load, musculoskeletal injury, performance, sleep, military, tactical-athletes, discharge, injuries, stress, physical training, monitoring

## **INTRODUCTION**

Members of the Canadian Armed Forces (CAF) are subject to the principle of Universality of Service. This principle states that CAF members are required to perform general military duties, and common defense and security duties, in addition to the tasks required by their specific trade (DAOD 5023-0). The Basic Military Qualification (BMQ) is a series of mandatory courses taught at the Canadian Force Leaderships and Recruits School (CFLRS) during ten weeks that adheres to the CAF principles. Among the general military tasks taught during the BMQ, many have intrinsic physical demands, and recruits are expected to meet a standard by the end of the qualification.

The BMQ is designed to challenge enrolled civilians to develop fundamental skills and knowledge for employment in the CAF. To graduate from the BMQ, all recruits must be able to perform essential tasks such as cardiopulmonary resuscitation, ceremonial exercises, sentry duties, and it is mandatory to meet the minimum standard of the Fitness for Operational Requirements of Canadian Armed Forces Employment (FORCE) job-based simulation test (JBST). The purpose of the FORCE JBST is to predict the ability of future CAF members to perform physically challenging tasks that are deemed essential for CAF personnel. It has been previously reported that a low initial fitness level is a predictor of musculoskeletal injuries (MSKI) at CFLRS (Chassé

*et al.*, 2020), therefore, it is essential for recruits to be well prepared. Every CAF recruit follows the same physical training (PT) program that prepares them to pass the FORCE JBST and the rigors of military occupational training, regardless of their trade, age, gender and initial fitness level.

During the BMQ, the perceived training load (TL) within the same recruit platoon can be slightly different due, amongst other things, to the different initial fitness level, sex and body composition of the recruits. The physical and mental requirement can be very high at the beginning of the qualification, and the tasks are often performed with an external load, such as a weapon and/or a rucksack (up to 24.5 kg) to carry. It is well documented that the addition of external loads increases the metabolic demand (Drain, J. *et al.*, 2012) as well as the possibility of increasing the risk of injury (Knapik *et al.*, 2004). Between the years of 2016-17, course interruption from injury rate was reported at 4.3% at CFLRS during the BMQ (Chassé *et al.*, 2020). The majority of these course-interruption injuries were from overuse (56%) and mostly targeted the lower limbs (78%) (Chassé *et al.*, 2020). A better understanding of TL would allow military instructors to plan a better load progression of certain tasks, such as rucksack marches, and therefore, establish an appropriate acute to chronic workload (ACWL) ratio. As a comparison, in elite sports, TL and performance monitoring are well recognized to successfully program training load in order to minimize injury and increase

performance (Bourdon *et al.*, 2017). Despite this well-documented effectiveness with sports athletes, monitoring TL in a military environment with recruits, who are considered as tactical-athletes, seems more difficult and few investigators, to this date, have studied it during basic military training (Jurvelin *et al.*, 2020; McAdam *et al.*, 2018; Siddall *et al.*, 2019).

The quantification of the training load during the BMQ is of fundamental importance to establish an adequate periodization of the TL. Thus, the objective of this observational study was to evaluate, for the first time, how the TL fluctuates on a weekly basis during a 10-week BMQ. A secondary objective was to identify how the training plan periodization impacts the operation fitness performance, the sleep duration and risk of developing injuries during a 10-week BMQ. We hypothesized that TL would fluctuate significantly on a weekly basis.

## **MATERIALS AND METHODS**

### *Ethics*

This observational study was approved by the Defense Research and Development Canada Human Research Ethics Committee (DRDC-HREC#2021-017), by the Director General of Health Services (DGHS) and by the Director General of Military (DGM). On their first day at CFLRS, the recruits attended the study information session

led by the research team members. Their participation was voluntary and their participation had no influence on the outcome of completion of their course. The recruits had time to ask questions and fully understand their implications before signing the informed consent form.

### *Participants*

Forty participants (32 males and 8 females) out of fifty-four from A-11 platoon at CFLRS provided their informed consent to participate in this research and completed a demographic information questionnaire. The mean age and height were  $24.6 \pm 5.2$  years old and  $176.4 \pm 10.4$  cm respectively ( $24.6 \pm 5.2$  years old and  $164.8 \pm 8.4$  cm for females;  $23.2 \pm 5.1$  years old and  $179.3 \pm 8.8$  cm for males). During the project, eight participants were withdrawn from the study for different reasons such as MSKI (N= 4), voluntary release from the military (N=3) and quit the study (N=1) which represents a 20% loss. The participants received the standard curriculum of the 10-week BMQ which was composed of military skills (drill, obstacle course, field exercises), physical training and theoretical classes. The platoon was sleeping on the 8th dormitory floor in a building of 11 floors which represented close to 275 steps to climb from the ground floor. The smoking status was 12 (30%) ex-smoker, 10 (25%) current smokers, 16 (40%) never smoked and 2 (5%) missing data.

*Pilot descriptive study Design*

The study was completed during the autumn season in the province of Québec (Canada) where the weather varied between 0 et 23 degrees Celsius and the wind fluctuated between 11 to 57 km/h, according to the local weather station (Weather, 2021).

*Physical activity and sleep duration* were measured using accelerometers (GENEActiv Originals, UK). Physical activity and sleep duration were collected daily during week one to nine. Participants wore the accelerometer on the dominant or non-dominant wrist to minimize burden and maximize wear compliance. Raw acceleration sampling was set at 40 Hz and extracted every 60s. The gravity-subtracted sum of vector magnitudes for each minute were analyzed from the raw acceleration data to estimate metabolic equivalents (METs) using the lowest thresholds (Howley, 2001) previously validated for GENEActiv accelerometers (Esliger *et al.*, 2011) and calculated using the following equation:

$$\begin{aligned}
 \text{MET}\cdot\text{mins}/\text{day} = & 0.9 \text{ METs} * \text{sedentary Physical Activity (PA) Duration (sec)} + 3.2 \\
 & \text{METs} * \text{light PA Duration (sec)} + 5.4 \text{ METs} * \text{moderate PA Duration (sec)} + 7.6 \text{ METs} \\
 & * \text{vigorous PA Duration (sec)}
 \end{aligned}$$

The quantity/duration of PA and sleep was the weekly average between Monday to Sunday. Sleep data was programmed from 2300 to 0500. Data was extracted from the devices every two weeks by the research team.

The *Musculoskeletal injuries monitoring* fact form was completed following every visit to the medical clinic. The participants filled out a MSKI questionnaire and provided a copy of their medical limitations to the investigators.

The *FORCE-JBST* was administered as indicated in the standard protocol of the FORCE Operations Manual (cafconnection, 2021). The FORCE-JBST consists of four following components: 20 meter rushes (20mR); the sandbag lift (SBL); the intermittent loaded shuttle (ILS); and the sandbag drag (SBD) which together represent a proxy agility, lower and upper body power and strength, anaerobic and aerobic capacity and overall stamina/endurance (Chassé *et al.*, 2020). Maximal aerobic capacity ( $VO_{2peak}$ ) was estimated from the FORCE-JBST, which combines performance on the test and waist circumference (Laframboise J, 2018). Operational physical fitness is scored on a total of 400 points (z/400 score) which is defined by the completion time of each of the four components (100 points/components) of the FORCE-JBST according to sex and age categories. This total score is compared to the overall CAF population. FORCE-JBST was administered during the second and the last weeks of the BMQ.

*Height* was obtained using a stadiometer to the nearest 0.5 cm. Measurements were collected during the first week of the BMQ.

### *Statistical Analysis*

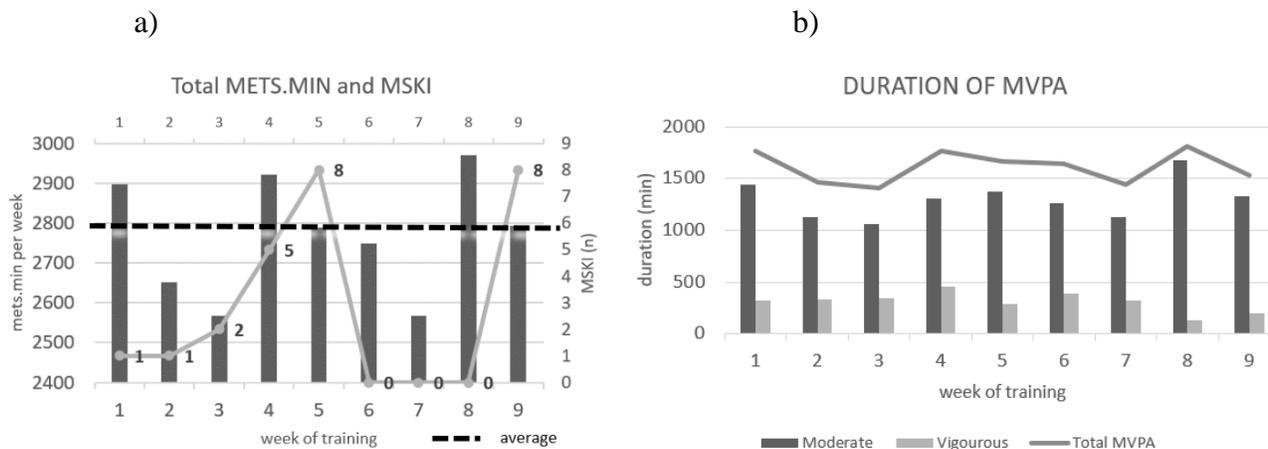
The raw acceleration data from the accelerometer was processed and analyzed within an open-source package (GGIR Version 2.5-0) in R, expressed in milligravitational units per second<sup>2</sup> (mg/s<sup>2</sup>), and were completed in a numeric spreadsheet (Excel, Office 2018, Microsoft, USA). The missing data, due to breakage or not wearing the device on a particular day, were attributed the average values of the group studied. Participants with more than 15% of missing data were excluded from the research only for the TL and sleep duration analysis. The mean  $\pm$  standard deviation of TL, sleep, FORCE-JBST and MSKI were calculated using SPSS 27 version (IBM, USA).

Paired sample *t*-tests were used to evaluate the changes in FORCE-JBST from the first and last week of BMQ. Repeated measures ANOVA were used to compare the sleep duration variation between recruits with and without MSKI throughout the BMQ. Pearson's correlation was used to evaluate the relationship with the TL and MSKI. Finally, a hierarchical cluster analysis was conducted to classify the population studied. Level of significance was established with alpha at  $p \leq 0.05$ . All statistical analyses were performed using SPSS 27 version (IBM, USA).

## RESULTS

### *TRAINING LOAD*

The average overall TL during 9 weeks of the BMQ was  $2767,4 \pm 148.7$  METS·min per day. The weekly TL varied significantly from week to week ( $F_{(1,23)}=6.071$   $p=0.022$ ) (Figure 1.A).. In fact, the highest TL was  $2970.3 \pm 283.5$  METS·min at week 8 and was significantly different from all other training weeks. In fact, Week 1 and 4 ( $2896.4 \pm 244.4$  METS·min and  $2922.2 \pm 230.7$  METS·min respectively) were similar and significantly different from other training weeks. Week 5,6 and 9 ( $2789.4 \pm 205.4$  METS·min,  $2789.3 \pm 302.4$  METS·min and  $2792.9 \pm 367.1$  METS·min respectively) were similar and significantly different from other training weeks. The lowest TL was observed during week 2, 3 and 7 ( $2652.0 \pm 265.8$  METS·min,  $2566.6 \pm 266.9$  METS·min and  $2567.2 \pm 223.8$  METS·min, respectively) and were significantly different from other training weeks. The average total time of moderate to vigorous physical activity (MVPA) per week during the BMQ is  $1640.9 \pm 342.8$  min with an average of  $189.7 \pm 48.1$  min of moderate PA and  $44.7 \pm 15.2$  min of vigorous PA per day (figure 1.B).



**Figure 1:** Summary of training load over 9-week BMQ. A) Average total METS·min per day and number of MSKI per week during 9-weeks. The total METS·min is represented by the bar graph, the average is represented by the dark dotted line and the number of MSKI is represented by the grey light line. B) Average duration of MVPA per week during 9 weeks. Moderate and vigorous physical activity (PA) is represented by the dark and light bar graphs respectively and the average total of MVPA is represented by the line.

#### *MSKI occurrence*

Sixteen participants needed to consult the medical clinic for MSKI for a total of 25 consultations as seen in figure 1.A (light grey line). Fifty-two percent of consultations occurred during weeks four and five. Pearson's analysis did not show a significant

correlation between TL and MSKI per week ( $r=0.30$  and  $p=0.440$ ), but the relationship was in the anticipated direction. Altogether, the participants accumulated 95 days under medical limitations with an average of 3.8 consecutive days per consultation. The majority of the MSKI area were at the lower limb (79%), mainly caused by activities with repeated motion (62.5%), whereas only 20.8% of those injuries were traumatic. From the hierarchical cluster analysis, the characteristic that describes this sample of recruits with low and high risk of MSKI are shown in Figure 2.

|                          |  | Predictor importance |         |            |           |              |         |         |                           |
|--------------------------|--|----------------------|---------|------------|-----------|--------------|---------|---------|---------------------------|
|                          |  | 1,0                  | 0,62    | 0,44       | 0,39      | 0,32         | 0,22    | 0,17    | 0,09                      |
|                          |  | 20mR                 | ILS     | MKSI       | WC        | Sex          | SBD     | SBL     | SMOKING STATUS            |
| Low risk MSKI<br>(n=24)  |  | 34,97s               | 168,78s | NO (83,3%) | 86,25 cm  | MALE (95,8%) | 15,9 s  | 69,47 s | NEVER SMOKE<br>(50%)      |
| High risk MSKI<br>(n=12) |  | 43,58s               | 198,23s | YES (75%)  | 101,00 cm | MALE (58,3%) | 19,96 s | 81,21 s | CURRENT SMOKER<br>(41,7%) |

**Figure 2.** Population classification with predictor importance from 1.0 to 0.009. 20mR=20-meter rushes, ILS=Intermittent loaded shuttle, MSKI=recruits with musculoskeletal injury during BMQ, WC=waist circumference, SBD=Sandbag drag, SBL=Sandbag lift.

### *FORCE-JBST performance*

The FORCE-JBST results from the second and last week of BMQ are provided in Table 1. The results present the performance on the FORCE-JBST for all recruits, female recruits and male recruits. The recruits when compared to week 2 significantly reduced their waist circumference ( $p=0.0001$ ) at week 10. When focusing on both the entire sample, and males only, most of FORCE-JBST components were significantly improved ( $p \leq 0.05$ ). However, as observed on the score  $z/400$ , the overall operational fitness performance did not significantly improve from pre to post. For female recruits, only the WC showed a significant improvement ( $p = 0.028$ ), and surprisingly, even if not significant, the  $z/400$  score decreased.

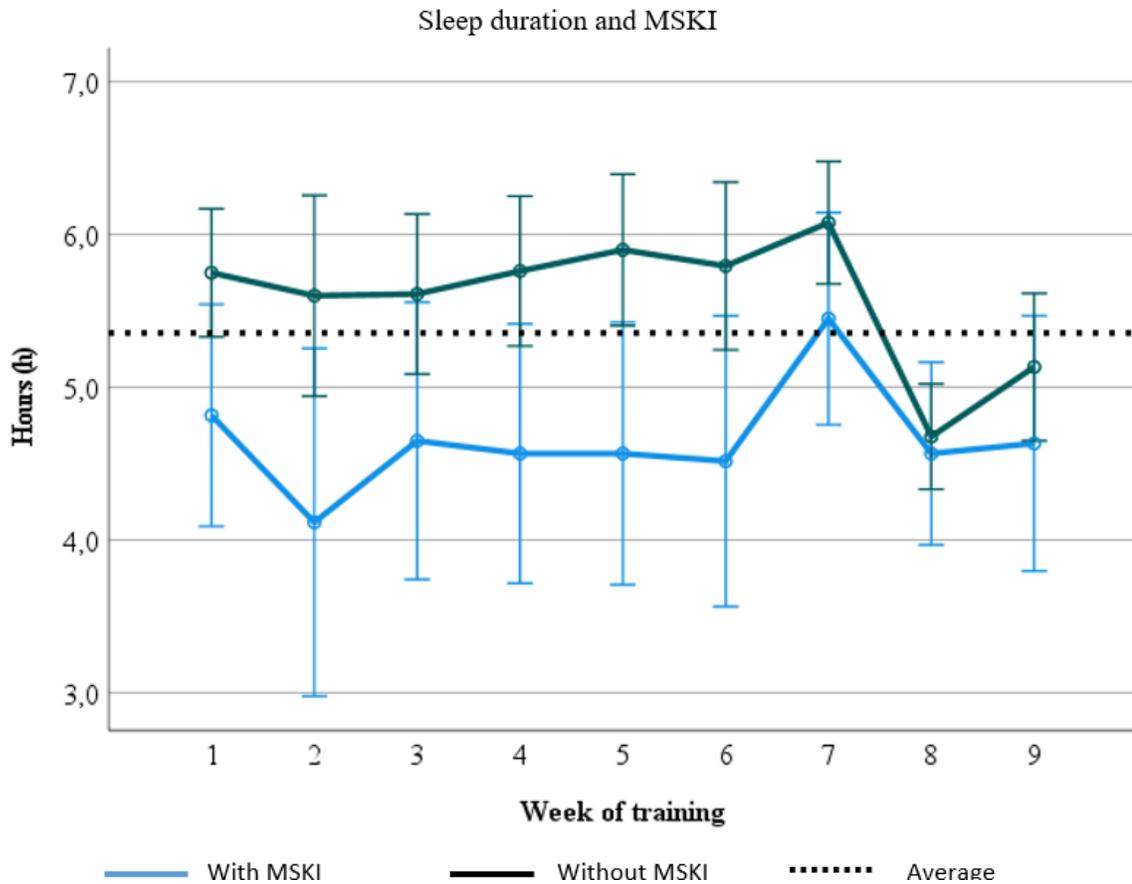
|            |                                    | OVERALL |                  |                  |       | FEMALE |                   |                   |       | MALE |                  |                  |       |
|------------|------------------------------------|---------|------------------|------------------|-------|--------|-------------------|-------------------|-------|------|------------------|------------------|-------|
|            |                                    | N       | Mean $\pm$ SD    |                  | P     | N      | Mean $\pm$ SD     |                   | P     | N    | Mean $\pm$ SD    |                  | P     |
|            |                                    |         | Pre              | Post             |       |        | Pre               | Post              |       |      | Pre              | Post             |       |
| FORCE-JBST | Waist circumference (cm)           | 29      | 89,6 $\pm$ 10,7  | 84,8 $\pm$ 7,6   | 0,000 | 6      | 89,2 $\pm$ 5,1    | 83,0 $\pm$ 4,9    | 0,028 | 23   | 89,7 $\pm$ 11,8  | 85,3 $\pm$ 8,2   | 0,004 |
|            | 20 m Rushes (sec)                  | 28      | 36,7 $\pm$ 4,8   | 37,6 $\pm$ 5,7   | 0,154 | 5      | 43,4 $\pm$ 6,6    | 42,9 $\pm$ 8,5    | 0,732 | 23   | 35,2 $\pm$ 36,5  | 36,5 $\pm$ 4,4   | 0,085 |
|            | Sandbag lift (sec)                 | 28      | 70,4 $\pm$ 16,0  | 65,9 $\pm$ 16,9  | 0,006 | 5      | 88,9 $\pm$ 19,4   | 88,5 $\pm$ 25,6   | 0,956 | 23   | 66,4 $\pm$ 12,3  | 61,0 $\pm$ 9,4   | 0,001 |
|            | Intermittent Loaded Shuttles (sec) | 27      | 172,8 $\pm$ 21,0 | 159,9 $\pm$ 22,1 | 0,002 | 4      | 197,0 $\pm$ 25,0  | 185,3 $\pm$ 22,3  | 0,173 | 23   | 168,6 $\pm$ 17,7 | 155,5 $\pm$ 19,3 | 0,006 |
|            | Sandbag drag (sec)                 | 27      | 16,9 $\pm$ 5,6   | 15,2 $\pm$ 4,9   | 0,026 | 4      | 24,7 $\pm$ 7,4    | 20,3 $\pm$ 3,8    | 0,309 | 23   | 15,6 $\pm$ 4,1   | 14,3 $\pm$ 4,5   | 0,048 |
|            | Estimated VO2 peak (ml/kg/min)     | 24      | 47,1 $\pm$ 6,3   | 50,2 $\pm$ 5,8   | 0,001 | 4      | 38,9 $\pm$ 6,3    | 43,2 $\pm$ 5,3    | 0,118 | 20   | 48,7 $\pm$ 4,9   | 51,6 $\pm$ 4,9   | 0,003 |
|            | Score $z/400$                      | 26      | 247,5 $\pm$ 77,4 | 259,3 $\pm$ 97,1 | 0,335 | 4      | 232,3 $\pm$ 143,1 | 218,8 $\pm$ 192,2 | 0,693 | 22   | 250,2 $\pm$ 64,4 | 266,7 $\pm$ 74,7 | 0,225 |

**Table 1.** FORCE-JBST results. Overall results include females and males.

### *Sleep duration*

The average sleep duration was  $5.4 \pm 0.4$  hours per night, while during field exercises, during week 8 and two days in week 9, it decreased to an average of  $4.2 \text{ hrs} \pm 0.4$  per

night (figure 3). A significant difference in sleep duration was observed between recruits with and without MSKI throughout the BMQ ( $F_{(1, 22)}=6.608$   $p=0.017$ ).



**Figure 3.** Comparison of sleep duration (hours) for recruits with and without MSKI.

The average sleep duration for recruits with MSKI is represented by the dark line, the average sleep duration for recruits without MSKI is represented by the light line and

the overall average sleep duration throughout the 9-week BMQ is represented by the dotted line.

## **DISCUSSION**

To our knowledge, this is the first observational study that investigates the training load (TL), sleep duration, MSKI occurrence, and operational fitness performance without disturbing the normal curriculum during the 10-week BMQ. From the TL analysis, one can observe that the physical demands are of high magnitude with high demands from the onset at week 1 and that TL varies significantly from week to week. Indeed, the average total time of MVPA per week during the BMQ is as high as  $1640.9 \pm 342.8$  min. On a daily basis, the average PA was observed at  $189.7 \pm 48.1$  and  $44.7 \pm 15.2$  min of moderate and vigorous respectively. These physical demands seem to be higher than the ones reported from basic military training in Fort Benning (Georgia, US) with a daily average of  $107 \pm 42$  min at moderate intensity,  $26 \pm 22$  min in vigorous intensity and  $10 \pm 21$  min in very vigorous intensity (McAdam *et al.*, 2018). When compared to the Canadian Society for Exercise Physiology (CSEP) recommendations for PA that are to accumulate 150 minutes of MVPA per week (CSEP), the total MVPA per week during BMQ was observed to be 10.9 times higher. The gap can be even higher as only 15% of Canadians aged from 20 to 79 years old meet this recommendation, while 69%

of Canadians engage in sedentary behavior during the day (Colley *et al.*, 2011). As recruits are a reflection of the Canadian general population, the drastic increase in TL between civilian life and the first weeks of qualification put stress on the musculoskeletal system, particularly the lower limbs, and has been associated with an increased risk of developing MSKI (Dijksma, I. *et al.*, 2020; Wyss *et al.*, 2014). The relationship between TL and MSKI is well documented in sport (Eckard *et al.*, 2018) and it was reported that the risk of injury can be up to 3 to 4 weeks after an increased of TL (Orchard *et al.*, 2009). Similar results were observed in this study, which follows the drastic increase from civilian life at weeks 1, 4 and 8. In addition, we observed that 80% of injuries are to the lower body (65% overuse and 25% traumatic) as reported by others (Chassé *et al.*, 2020). When we compare our data from the BMQ to the British Army recruit's infantry training, it was observed that 81% of injuries were also to the lower body with 65% of those injuries being attributed to overuse (Robinson *et al.*, 2016). The same comparison is observed when compared to the New Zealand Army Recruits, where an investigation showed 75% of lower body injuries of which 67% were at the knee and below (Hall *et al.*, 2022).

Training load monitoring allows us to identify some modifiable principles in training management in order to prevent injuries and optimize performance. In fact, it is recommended to avoid sudden changes in the training load on a weekly and daily basis,

to ensure that the load does not exceed the capacity of the individual as well as to maintain a minimum of PA on a daily basis in order to develop the ability to tolerate the demands in sports as well as in a military context (Dijksma, Iris *et al.*, 2021; Drew *et al.*, 2016). Adequate physical preparation for such conditions promotes the ability to tolerate a rapid increase in workload at high volume and thus reduce the risk of injury (Soligard *et al.*, 2016).

Physical training preparation for the BMQ is necessary since it was previously reported that recruits with a lower FORCE-JBST score (20mR (46s), SBL (97.5s), ILS (218.0s) and SBD (fail)) are more likely to develop an MSKI at CFLRS(Chassé *et al.*, 2020). In this study, we observed that recruits at greater risk of MSKI have faster results on FORCE-JBST than those previously reported by Chassé et al (2020) but slower results when comparing to the recruits without MSKI. Also, we observed that the BMQ has a positive impact on operational fitness performance for all recruits and men only on most of FORCE-JBST components post BMQ except for the 20mR and therefore the score  $\geq 400$ . Overall, the lack of improvement (score  $\geq 400$ ) on operational fitness performance is mainly due to a deterioration of the 20mR (agility and speed component) which may be explained by the timing (week 10) of the second FORCE-JBST evaluation completed following the field exercises thus in a more fatigued state. However, with regards to female recruits' operational fitness performance compared to

the male recruits, the lack of improvement may be caused by inadequate high intensity endurance training or strength training, and/or a lack of progression in the training plan (Dyrstad *et al.*, 2006). Therefore, it seems important to understand that the physical demand for BMQ may not provide adequate training stimulation to induce changes in operational fitness performance in women, that the FORCE-JBST should be considered when developing injury prevention strategies (Drain, J. R. et Reilly, 2019) and that the minimum standard of FORCE-JBST may not meet the physical requirements of the BMQ (Orr *et al.*, 2021).

Sleep deprivation has a negative impact on physical and mental performance (Fullagar *et al.*, 2015; Pilcher et Huffcutt, 1996). Current guidelines for bedtime and rise time at the CFLRS are from 2200 to 0600 to provide the opportunity for eight hours of sleep per night. Nevertheless, our data demonstrated that recruits sleep on average only 5.4 hours during the BMQ and an average 4.4 hours during field exercises, which is lower than current guidelines. Reduction of sleep quantity during field exercises may be due to nocturnal activities as well as the outdoor sleep environment. These average sleep durations during field exercises seem to be higher than the one reported from the British officer cadets with an average of 2.1 (1.3h) hrs of sleep per night (Needham-Beck *et al.*, 2018). However, a recent study from the 12-week basic military training (BMT) in Australia reported that recruits sleep an average of 6.3 hrs per night and that it was

possible to maintain the same sleep quantity during field exercises (Bulmer *et al.*, 2022). Allowing adequate sleep time has positive impacts on performance by maintaining alertness, perceptual and cognitive abilities (Krueger, 1991). Indeed, these psychological factors have impacts on physical performance (Chennaoui *et al.*, 2015) and it was previously reported that less than 8 hrs of sleep per night can be associated with increased risk of suffering an MSKI (Grier *et al.*, 2020). Lisman et al (Lisman, P. *et al.*, 2022) also reported a significant association between sleep quantity and the risk of suffering an MSKI. We observed that recruits with MSKI throughout the BMQ had slept less ( $p < 0.05$ ), but currently it is impossible to say whether the pain disrupted sleep or that it was sleep disturbances that increased pain/MSKI. Thus, the use of scientific principles for load and sleep monitoring management can help assess fatigue and indicate the need for recovery to promote performance while minimizing the risk of injury (Halson, 2014).

## **LIMITATIONS**

This observational study is a first step at quantifying and qualifying the TL of the BMQ in Canada. The results from this study represent a single platoon (N = 40) who slept on the 8th floor during the autumn season, with only 6 females completing the 10-week BMQ and limited variety of military trades. The variables studied (TL, MSKI, sleep,

operational fitness performance) may vary differently depending of several factors including the dormitory floor (e.g., 6<sup>th</sup> or 11<sup>th</sup>), the different seasons (winter vs summer) and the different personality or attitude of military instructors. Another limitation of this study was that the accelerometer was worn on the wrist, which may overestimate movements when recruits walk quickly from one place to another with accentuated arm movements. On the other hand, TL may be underestimated when carrying loads, muscle exercises, or prolonged standing. Finally, we demonstrated the feasibility of monitoring TL and it would be beneficial to replicate this study with a larger population as well as with officer cadets.

## **CONCLUSION**

In conclusion, training load is of high magnitude and demonstrates a high variability from week to week during the BMQ and seems to be linked to MSKI occurrences during BMQ at CFLRS. Furthermore, low sleep duration seems to be associated with the occurrence of MSKI. According to the FORCE-JBST assessment, we did not observe a significant improvement in operational fitness performance by the end of BMQ. Nonetheless, recommendations, following the results of our study, for military physical training to optimally prepare new recruits for the physical demands of the

BMQ would include the following: (1) better prepare new recruits before their arrival or evaluate the possibility to modify the FORCE-JBST to increase the level of fitness at the beginning, (2) better periodize the training plan to minimize the week-to-week variation, (3) investigate how disrupted sleep influences MSKI and vice versa and whether improving sleep duration has any subsequent impact on injury rate at CFLRS, and (4) focus on the difference in operational fitness performances between the sexes. Overall, to maximize the recruits' operational fitness performances and reduce the general occurrence of MSKI, scientifically-based TL monitoring and MSKI surveillance must be a priority at all levels.

#### **ACKNOWLEDGMENTS**

The authors wish to thank the CFLRS school commander, Lcol Ramessar, the Director General of Health Services and the Director General of Military Personnel for supporting this research project.

The authors would like to express their special thanks to Pierre-Luc Desormeaux, Mona Raouf, Patrick Gagnon, Julie Gagnon, Philippe Laplante, Maxime Brouillard and Raymond Houle.

## REFERENCES

1. DAOD 5023-0 UoS. Available at: <https://www.canada.ca/en/department-national-defence/corporate/policies-standards/defence-administrative-orders-directives/5000-series/5023.html>, accessed August, 2018.
2. Chassé E, Laroche MA, Dufour CA, Guimond R, Lalonde F. Association Between Musculoskeletal Injuries and the Canadian Armed Forces Physical Employment Standard Proxy in Canadian Military Recruits. *Mil Med.* 2020;185(7-8):e1140-e6.
3. Drain J, Orr R, Attwells R, Billing D. Load Carriage Capacity of the Dismounted Combatant-A Commanders' Guide. HUMAN PROTECTION AND PERFORMANCE DIVISION DEFENCE SCIENCE AND TECHNOLOGY ORGANISATION (AUSTRALIA).2012.
4. Knapik JJ, Reynolds KL, Harman E. Soldier Load Carriage: Historical, Physiological, Biomechanical, and Medical Aspects. *Military Medicine.* 2004;169(1):45-56.
5. Bourdon PC, Cardinale M, Murray A, Gastin P, Kellmann M, Varley MC, et al. Monitoring athlete training loads: consensus statement. *International journal of sports physiology and performance.* 2017;12(s2):S2-161-S2-70.
6. Siddall AG, Powell SD, Needham-Beck SC, Edwards VC, Thompson JES, Kefyalew SS, et al. Validity of energy expenditure estimation methods during 10 days of military training. *Scand J Med Sci Sports.* 2019;29(9):1313-21.
7. Jurvelin H, Tanskanen-Tervo M, Kinnunen H, Santtila M, Kyröläinen H. Training Load and Energy Expenditure during Military Basic Training Period. *Med Sci Sports Exerc.* 2020;52(1):86-93.
8. McAdam J, McGinnis K, Ory R, Young K, Frugé AD, Roberts M, et al. Estimation of energy balance and training volume during Army Initial Entry Training. *J Int Soc Sports Nutr.* 2018;15(1):55.
9. Local Weather. Available at: <https://www.meteoedia.com/ca/mensuel/quebec/saint-jean-sur-richelieu?year=2021&month=8&dispt=calendar-container-monthly>. 2021.
10. Howley ET. Type of activity: resistance, aerobic and leisure versus occupational physical activity. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(6 Suppl):S364-9; discussion S419-20.
11. Esliger DW, Rowlands AV, Hurst TL, Catt M, Murray P, Eston RG. Validation of the GENE Accelerometer. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(6):1085-93.

12. FORCE evaluation guide. Available at: <https://www.cafconnection.ca/FORCEOpsManual>. Accessed 2022
13. LAFRAMBOISE, J. L., WALSH, E. S., et STOCKBRUGGER, B. Establishing the relationship between cardiorespiratory fitness, and performance on the FORCE evaluation, age, sex and anthropometrics Technical Report. *Technical report*, 2018.
14. CSEP guidelines. Available at [https://csepguidelines.ca/language/fr/directives/adultes\\_18-64/](https://csepguidelines.ca/language/fr/directives/adultes_18-64/) accessed, 2021.
15. Colley RC, Garriguet D, Janssen I, Craig CL, Clarke J, Tremblay MS. Physical activity of Canadian adults: accelerometer results from the 2007 to 2009 Canadian Health Measures Survey. *Health Rep*. 2011;22(1):7-14.
16. Dijkma I, Arslan IG, van Etten-Jamaludin FS, Elbers RG, Lucas C, Stuiver MM. Exercise Programs to Reduce the Risk of Musculoskeletal Injuries in Military Personnel: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PM R*. 2020;12(10):1028-37.
17. Wyss T, Roos L, Hofstetter M-C, Frey F, Maäder U. Impact of Training Patterns on Injury Incidences in 12 Swiss Army Basic Military Training Schools. *Military Medicine*. 2014;179(1):49-55.
18. Eckard TG, Padua DA, Hearn DW, Pexa BS, Frank BS. The relationship between training load and injury in athletes: a systematic review. *Sports medicine*. 2018;48(8):1929-61.
19. Orchard JW, James T, Portus M, Kountouris A, Dennis R. Fast bowlers in cricket demonstrate up to 3-to 4-week delay between high workloads and increased risk of injury. *The American journal of sports medicine*. 2009;37(6):1186-92.
20. Robinson M, Siddall A, Bilzon J, Thompson D, Greeves J, Izzard R, et al. Low fitness, low body mass and prior injury predict injury risk during military recruit training: a prospective cohort study in the British Army. *BMJ Open Sport Exerc Med*. 2016;2(1):e000100.
21. Hall N, Constantinou M, Brown M, Beck B, Kuys S. Prevalence of Musculoskeletal Injuries in New Zealand Army Recruits as Defined by Physical Therapy Service Presentations. *Military Medicine*. 2022;187(1-2):174-81.
22. Dijkma I, Sharma J, Gabbett TJ. Training Load Monitoring and Injury Prevention in Military Recruits: Considerations for Preparing Soldiers to Fight Sustainably. *Strength & Conditioning Journal*. 2021.
23. Drew MK, Cook J, Finch CF. Sports-related workload and injury risk: simply knowing the risks will not prevent injuries: narrative review. *British journal of sports medicine*. 2016;50(21):1306-8.
24. Soligard T, Schweltnus M, Alonso JM, Bahr R, Clarsen B, Dijkstra HP, et al. How much is too much? (Part 1) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of injury. *Br J Sports Med*. 2016;50(17):1030-41.

25. Dyrstad SM, Soltvedt R, Hallén J. Physical fitness and physical training during Norwegian military service. *Military medicine*. 2006;171(8):736-41.
26. Drain JR, Reilly TJ. Physical employment standards, physical training and musculoskeletal injury in physically demanding occupations. *Work*. 2019;63(4):495-508.
27. Orr R, Sakurai T, Scott J, Movshovich J, Dawes JJ, Lockie R, et al. The Use of Fitness Testing to Predict Occupational Performance in Tactical Personnel: A Critical Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;18(14):7480.
28. Fullagar HH, Skorski S, Duffield R, Hammes D, Coutts AJ, Meyer T. Sleep and athletic performance: the effects of sleep loss on exercise performance, and physiological and cognitive responses to exercise. *Sports Med*. 2015;45(2):161-86.
29. Pilcher JJ, Huffcutt AI. Effects of sleep deprivation on performance: a meta-analysis. *Sleep*. 1996;19(4):318-26.
30. Needham-Beck SC, Siddall AG, Thompson JE, Powell SD, Edwards VC, Blacker SD, et al., editors. Comparison of Training Intensity, Energy Balance and Sleep Duration in British Army Officer Cadets between Base and Field Exercise. *MEDICINE AND SCIENCE IN SPORTS AND EXERCISE*; 2018: LIPPINCOTT WILLIAMS & WILKINS TWO COMMERCE SQ, 2001 MARKET ST, PHILADELPHIA ....
31. Bulmer S, Aisbett B, Drain JR, Roberts S, Gustin PB, Tait J, et al. Sleep of recruits throughout basic military training and its relationships with stress, recovery, and fatigue. *International Archives of Occupational and Environmental Health*. 2022:1-12.
32. Krueger GP. Sustained military performance in continuous operations: Combatant fatigue, rest and sleep needs: John Wiley & Sons; 1991.
33. Chennaoui M, Arnal PJ, Sauvet F, Léger D. Sleep and exercise: a reciprocal issue? *Sleep Med Rev*. 2015;20:59-72.
34. Grier T, Dinkeloo E, Reynolds M, Jones BH. Sleep duration and musculoskeletal injury incidence in physically active men and women: A study of U.S. Army Special Operation Forces soldiers. *Sleep Health*. 2020;6(3):344-9.
35. Lisman P, Ritland BM, Burke TM, Sweeney L, Dobrosielski DA. The association between sleep and musculoskeletal injuries in military personnel: a systematic review. *Military medicine*. 2022.
36. Halson SL. Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. *Sports Medicine*. 2014;44(2):139-47.

## RÉFÉRENCES

24/24, S. <https://csepguidelines.ca/fr/>.

AKDOĞAN, E. et GÜVEN, B. (2021). Relationship between Body Composition, Agility and Vertical Jump Performance in Young Female Volleyball Players. *Turkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, 13(3).

Anch, A. M. (1988). *Sleep: A scientific perspective* Prentice Hall.

Armstrong, D. W., 3rd, Rue, J. P., Wilckens, J. H. et Frassica, F. J. (2004, Sep). Stress fracture injury in young military men and women. *Bone*, 35(3), 806-816. doi: 10.1016/j.bone.2004.05.014

BALANCE, s. <https://www.cafconnection.ca/National/Programs-Services/For-Military-Personnel/Military-Fitness/BALANCE.aspx> .

Barnes, J. D., Cameron, C., Carson, V., Chaput, J. P., Faulkner, G. E., Janson, K., . . . Tremblay, M. S. (2016, Nov). Results From Canada's 2016 ParticipACTION Report Card on Physical Activity for Children and Youth. *J Phys Act Health*, 13(11 Suppl 2), S110-S116. doi: 10.1123/jpah.2016-0300

Bellicha, A., van Baak, M. A., Battista, F., Beaulieu, K., Blundell, J. E., Busetto, L., . . . Ermolao, A. (2021). Effect of exercise training on weight loss, body composition changes, and weight maintenance in adults with overweight or obesity: An overview of 12 systematic reviews and 149 studies. *Obesity Reviews*, 22, e13256.

Boileau, R. A. et Horswill, C. A. (2000). Body composition in sports: Measurement and applications for weight loss and gain. *Exercise and sport science. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins*, 319-338.

Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gastin, P., Kellmann, M., Varley, M. C., . . . Gregson, W. (2017). Monitoring athlete training loads: consensus statement.

*International journal of sports physiology and performance*, 12(s2), S2-161-S162-170.

Bulmer, S., Aisbett, B., Drain, J. R., Roberts, S., Gatin, P. B., Tait, J. et Main, L. C. (2022). Sleep of recruits throughout basic military training and its relationships with stress, recovery, and fatigue. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 1-12.

Burstein, R., Coward, A. W., Askew, W. E., Carmel, K., Irving, C., Shpilberg, O., . . . Epstein, Y. (1996, Dec). Energy expenditure variations in soldiers performing military activities under cold and hot climate conditions. *Mil Med*, 161(12), 750-754.

Bushman, B. A. (2012). Wouldn't You Like to Know: How Can I Use METs to Quantify the Amount of Aerobic Exercise? *ACSM's Health & Fitness Journal*, 16(2), 5-7. doi: 10.1249/01.FIT.0000413045.15742.7b

cafconnection. (2021). <https://www.cafconnection.ca/FORCEOpsManual>.

Carden, P. P., Izard, R. M., Greeves, J. P., Lake, J. P. et Myers, S. D. (2015). Force and acceleration characteristics of military foot drill: implications for injury risk in recruits. *BMJ Open Sport Exerc Med*, 1(1). doi: 10.1136/bmjsem-2015-000025

Carskadon, M. A. (2002). *Adolescent sleep patterns: Biological, social, and psychological influences* Cambridge University Press.

Chassé, E., Laroche, M. A., Dufour, C. A., Guimond, R. et Lalonde, F. (2020, Aug 14). Association Between Musculoskeletal Injuries and the Canadian Armed Forces Physical Employment Standard Proxy in Canadian Military Recruits. *Mil Med*, 185(7-8), e1140-e1146. doi: 10.1093/milmed/usaa011

Chennaoui, M., Arnal, P. J., Sauvet, F. et Léger, D. (2015, Apr). Sleep and exercise: a reciprocal issue? *Sleep Med Rev*, 20, 59-72. doi: 10.1016/j.smrv.2014.06.008

CMTFE.

<https://www.cfmws.com/en/AboutUs/PSP/DFIT/Fitness/FORCEprogram/Pages/CMTFE.aspx>.

Colley, R. C., Garriguet, D., Janssen, I., Craig, C. L., Clarke, J. et Tremblay, M. S. (2011, Mar). Physical activity of Canadian adults: accelerometer results from the 2007 to 2009 Canadian Health Measures Survey. *Health Rep*, 22(1), 7-14.

Coopoo, Y., Constantinou, D. et Rothberg, A. D. (2008). Energy expenditure in office workers with identified health risks. *South African Journal of Sports Medicine*, 20(2), 40-43.

Crowder, T. A., Beekley, M. D., Sturdivant, R. X., Johnson, C. A. et Lumpkin, A. (2007). Metabolic effects of soldier performance on a simulated graded road march while wearing two functionally equivalent military ensembles. *Military medicine*, 172(6), 596-602.

CSEP. [https://csepguidelines.ca/language/fr/directives/adultes\\_18-64/](https://csepguidelines.ca/language/fr/directives/adultes_18-64/).

DAOD 5023-0, U. o. S. <https://www.canada.ca/en/department-national-defence/corporate/policies-standards/defence-administrative-orders-directives/5000-series/5023.html>.

DAOD 5023-0, U. o. S. (2006, 2018-08-31). Récupéré

- de la Motte, S. J., Gribbin, T. C., Lisman, P., Murphy, K. et Deuster, P. A. (2017, Nov). Systematic Review of the Association Between Physical Fitness and Musculoskeletal Injury Risk: Part 2-Muscular Endurance and Muscular Strength. *J Strength Cond Res*, 31(11), 3218-3234. doi: 10.1519/jsc.0000000000002174
- Dijksma, I., Arslan, I. G., van Etten-Jamaludin, F. S., Elbers, R. G., Lucas, C. et Stuiver, M. M. (2020, Oct). Exercise Programs to Reduce the Risk of Musculoskeletal Injuries in Military Personnel: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PM R*, 12(10), 1028-1037. doi: 10.1002/pmrj.12360
- Dijksma, I., Sharma, J. et Gabbett, T. J. (2021). Training Load Monitoring and Injury Prevention in Military Recruits: Considerations for Preparing Soldiers to Fight Sustainably. *Strength & Conditioning Journal*.
- Drain, J., Orr, R., Attwells, R. et Billing, D. (2012). *Load Carriage Capacity of the Dismounted Combatant-A Commanders' Guide*. DEFENCE SCIENCE AND TECHNOLOGY ORGANISATION VICTORIA (AUSTRALIA) HUMAN ...
- Drain, J. R. et Reilly, T. J. (2019). Physical employment standards, physical training and musculoskeletal injury in physically demanding occupations. *Work*, 63(4), 495-508. doi: 10.3233/wor-192963
- Drew, M. K., Cook, J. et Finch, C. F. (2016). Sports-related workload and injury risk: simply knowing the risks will not prevent injuries: narrative review. *British journal of sports medicine*, 50(21), 1306-1308.
- Dyrstad, S. M., Soltvedt, R. et Hallén, J. (2006). Physical fitness and physical training during Norwegian military service. *Military medicine*, 171(8), 736-741.

- Eckard, T. G., Padua, D. A., Hearn, D. W., Pexa, B. S. et Frank, B. S. (2018). The relationship between training load and injury in athletes: a systematic review. *Sports medicine*, 48(8), 1929-1961.
- Edwards, V. C., Myers, S. D., Wardle, S. L., Siddall, A. G., Powell, S. D., Needham-Beck, S., . . . Blacker, S. D. (2022). Nutrition and Physical Activity in British Army Officer Cadet Training Part 2—Daily Distribution of Energy and Macronutrient Intake. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 32(3), 204-213.
- Esliger, D. W., Rowlands, A. V., Hurst, T. L., Catt, M., Murray, P. et Eston, R. G. (2011, Jun). Validation of the GENE Accelerometer. *Med Sci Sports Exerc*, 43(6), 1085-1093. doi: 10.1249/MSS.0b013e31820513be
- Express, C. <https://www.cafconnection.ca/getmedia/abd7716c-6f74-4498-86fc-25dc070f83c3/CF-Expres-Testing-Info.aspx>.
- FORCE, e. <https://www.cafconnection.ca/National/Programs-Services/For-Military-Personnel/Military-Fitness/FORCE-Program/FORCE-Evaluation.aspx>.
- FORCE, J. t. <https://forces.ca/en/how-to-join/#bt>.
- Foulis, S. A., Hughes, J., Spiering, B., Walker, L., Guerriere, K., Taylor, K., . . . Friedl, K. (2021). US Army basic combat training alters the relationship between body mass index and per cent body fat. *BMJ Mil Health*.
- Foulis, S. A., Hughes, J. M., Walker, L. A., Guerriere, K. I., Taylor, K. M., Proctor, S. P. et Friedl, K. E. (2021, 2021/03/01). Body mass does not reflect the body composition changes in response to similar physical training in young women

and men. *International Journal of Obesity*, 45(3), 659-665. doi: 10.1038/s41366-020-00730-0

França, C., Gouveia, É., Caldeira, R., Marques, A., Martins, J., Lopes, H., . . . Ihle, A. (2022). Speed and Agility Predictors among Adolescent Male Football Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(5), 2856.

Fullagar, H. H., Skorski, S., Duffield, R., Hammes, D., Coutts, A. J. et Meyer, T. (2015, Feb). Sleep and athletic performance: the effects of sleep loss on exercise performance, and physiological and cognitive responses to exercise. *Sports Med*, 45(2), 161-186. doi: 10.1007/s40279-014-0260-0

Gray, C. E., Barnes, J. D., Cowie Bonne, J., Cameron, C., Chaput, J. P., Faulkner, G., . . . Tremblay, M. S. (2014, May). Results from Canada's 2014 Report Card on Physical Activity for Children and Youth. *J Phys Act Health*, 11 Suppl 1, S26-32. doi: 10.1123/jpah.2014-0178

Grier, T., Dinkeloo, E., Reynolds, M. et Jones, B. H. (2020, 2020/06/01/). Sleep duration and musculoskeletal injury incidence in physically active men and women: A study of U.S. Army Special Operation Forces soldiers. *Sleep Health*, 6(3), 344-349. doi: <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2020.01.004>

Hall, N., Constantinou, M., Brown, M., Beck, B. et Kuys, S. (2022). Prevalence of Musculoskeletal Injuries in New Zealand Army Recruits as Defined by Physical Therapy Service Presentations. *Military Medicine*, 187(1-2), 174-181.

Halson, S. L. (2014, 2014/11/01). Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. *Sports Medicine*, 44(2), 139-147. doi: 10.1007/s40279-014-0253-z

- Horner, F. (1988, 1988/10/01). A Review of: "Why We Sleep: the Function of Sleep in Humans and Other Mammals". By JAMES HORNE. (Oxford: Oxford University Press, 1988.) £22.50. ISBN 019 261682 X. *Ergonomics*, 31(10), 1494-1495. doi: 10.1080/00140138808966797
- Howley, E. T. (2001, Jun). Type of activity: resistance, aerobic and leisure versus occupational physical activity. *Med Sci Sports Exerc*, 33(6 Suppl), S364-369; discussion S419-320. doi: 10.1097/00005768-200106001-00005
- Johnson, C. D., Simonson, A. J., Darnell, M. E., DeLany, J. P., Wohleber, M. F. et Connaboy, C. (2018, Apr). Energy expenditure and intake during Special Operations Forces field training in a jungle and glacial environment. *Appl Physiol Nutr Metab*, 43(4), 381-386. doi: 10.1139/apnm-2017-0622
- Jurvelin, H., Tanskanen-Tervo, M., Kinnunen, H., Santtila, M. et Kyröläinen, H. (2020, Jan). Training Load and Energy Expenditure during Military Basic Training Period. *Med Sci Sports Exerc*, 52(1), 86-93. doi: 10.1249/mss.0000000000002092
- Knapik, J. J., Reynolds, K. L. et Harman, E. (2004). Soldier Load Carriage: Historical, Physiological, Biomechanical, and Medical Aspects. *Military Medicine*, 169(1), 45-56. doi: 10.7205/milmed.169.1.45
- Krueger, G. P. (1991). *Sustained military performance in continuous operations: Combatant fatigue, rest and sleep needs* John Wiley & Sons.
- Laframboise J, S. B., Walsh E, Gagnon P. (2018). [https://www.cfmws.com/en/AboutUs/PSP/DFIT/Fitness/Correspondence/Documents/FORCE/VO2%20FORCE%20\(2018-07-12\)%20FINAL%20REPORT\\_Signature.pdf](https://www.cfmws.com/en/AboutUs/PSP/DFIT/Fitness/Correspondence/Documents/FORCE/VO2%20FORCE%20(2018-07-12)%20FINAL%20REPORT_Signature.pdf).

- Lee, J., Sudom, K., Watkins, K. et Hachey, K. (2017). Physical activity trends in Canadian youth and implications for the Canadian Armed Forces. Dans (p. 1-12).
- Levine, J. A., Schleusner, S. J. et Jensen, M. D. (2000). Energy expenditure of nonexercise activity. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 72(6), 1451-1454. doi: 10.1093/ajcn/72.6.1451
- Lisman, P., Ritland, B. M., Burke, T. M., Sweeney, L. et Dobrosielski, D. A. (2022). The association between sleep and musculoskeletal injuries in military personnel: a systematic review. *Military medicine*.
- Lisman, P. J., de la Motte, S. J., Gribbin, T. C., Jaffin, D. P., Murphy, K. et Deuster, P. A. (2017, Jun). A Systematic Review of the Association Between Physical Fitness and Musculoskeletal Injury Risk: Part 1-Cardiorespiratory Endurance. *J Strength Cond Res*, 31(6), 1744-1757. doi: 10.1519/jsc.0000000000001855
- Lukaski, H. et Raymond-Pope, C. J. (2021). New frontiers of body composition in sport. *International Journal of Sports Medicine*, 42(07), 588-601.
- Mangine, G. T., Mangine, G. T., Eggerth, A., Gough, J., Stratton, M. T., Feito, Y. et VanDusseldorp, T. A. (2021). Endocrine and Body Composition Changes Across a Competitive Season in Collegiate Speed-Power Track and Field Athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 35(8), 2067-2074. doi: 10.1519/jsc.0000000000004069
- McAdam, J., McGinnis, K., Ory, R., Young, K., Frugé, A. D., Roberts, M. et Sefton, J. (2018, Nov 28). Estimation of energy balance and training volume during Army Initial Entry Training. *J Int Soc Sports Nutr*, 15(1), 55. doi: 10.1186/s12970-018-0262-7

Mendes, M. H. C. et Holt, C. P. J. *Pre-Enrolment Physical Fitness Testing Of Canadian Forces' Applicants* Citeseer.

Mizrahi, J., Verbitsky, O., Isakov, E. et Daily, D. (2000). Effect of fatigue on leg kinematics and impact acceleration in long distance running. / effets de la fatigue sur la cinématique de la jambe et sur l'impact lors de l'accélération en course d'endurance. *Human Movement Science*, 19(2), 139-151.

Mollayeva, T., Thurairajah, P., Burton, K., Mollayeva, S., Shapiro, C. M. et Colantonio, A. (2016, Feb). The Pittsburgh sleep quality index as a screening tool for sleep dysfunction in clinical and non-clinical samples: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Med Rev*, 25, 52-73. doi: 10.1016/j.smrv.2015.01.009

Montoye, A. H. K., Pivarnik, J. M., Mudd, L. M., Biswas, S. et Pfeiffer, K. A. (2016). Validation and Comparison of Accelerometers Worn on the Hip, Thigh, and Wrists for Measuring Physical Activity and Sedentary Behavior. *AIMS Public Health*, 3(2), 298-312. doi: 10.3934/publichealth.2016.2.298

Mosimakoko, K. et Onyewadume, I. (2021). Relationship between agility and selected performance variables in male A-division rugby players in Gaborone, Botswana. *African Journal for Physical Activity and Health Sciences (AJPHEs)*, 27(1), 48-58.

Needham-Beck, S. C., Siddall, A. G., Thompson, J. E., Powell, S. D., Edwards, V. C., Blacker, S. D., . . . Myers, S. D. (2018). *Comparison of Training Intensity, Energy Balance and Sleep Duration in British Army Officer Cadets between Base and Field Exercise*, vol. 50. LIPPINCOTT WILLIAMS & WILKINS TWO COMMERCE SQ, 2001 MARKET ST, PHILADELPHIA ....

- Ng, S. W. et Popkin, B. M. (2012, Aug). Time use and physical activity: a shift away from movement across the globe. *Obes Rev*, 13(8), 659-680. doi: 10.1111/j.1467-789X.2011.00982.x
- O'Leary, T. J., Saunders, S. C., McGuire, S. J., Venables, M. C. et Izzard, R. M. (2018, 2018/12//). Sex Differences in Training Loads during British Army Basic Training. *Medicine and science in sports and exercise*, 50(12), 2565-2574. doi: 10.1249/mss.0000000000001716
- Orchard, J. W., James, T., Portus, M., Kountouris, A. et Dennis, R. (2009). Fast bowlers in cricket demonstrate up to 3-to 4-week delay between high workloads and increased risk of injury. *The American journal of sports medicine*, 37(6), 1186-1192.
- Orr, R., Sakurai, T., Scott, J., Movshovich, J., Dawes, J. J., Lockie, R. et Schram, B. (2021). The Use of Fitness Testing to Predict Occupational Performance in Tactical Personnel: A Critical Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(14), 7480.
- Pilcher, J. J. et Huffcutt, A. I. (1996, May). Effects of sleep deprivation on performance: a meta-analysis. *Sleep*, 19(4), 318-326. doi: 10.1093/sleep/19.4.318
- Pinheiro Volp, A. C., Esteves de Oliveira, F. C., Duarte Moreira Alves, R., Esteves, E. A. et Bressan, J. (2011, May-Jun). Energy expenditure: components and evaluation methods. *Nutr Hosp*, 26(3), 430-440. doi: 10.1590/s0212-16112011000300002
- Reilly, T. (2010). Canada's physical fitness standard for the land force: a global comparison. *Can Army*, 13, 59-69.

Robinson, M., Siddall, A., Bilzon, J., Thompson, D., Greeves, J., Izard, R. et Stokes, K. (2016). Low fitness, low body mass and prior injury predict injury risk during military recruit training: a prospective cohort study in the British Army. *BMJ Open Sport Exerc Med*, 2(1), e000100. doi: 10.1136/bmjsem-2015-000100

Ruder, M., Atimetin, P., Jamison, S. et Davis, I. (2015). *The effect of highly cushioned shoes on tibial acceleraiton in runners.*

SBMFC. <https://www.cfmws.com/fr/AboutUs/CFPFSS/Pages/default.aspx>.

Siddall, A. G., Powell, S. D., Needham-Beck, S. C., Edwards, V. C., Thompson, J. E. S., Kefyalew, S. S., . . . Myers, S. D. (2019, Sep). Validity of energy expenditure estimation methods during 10 days of military training. *Scand J Med Sci Sports*, 29(9), 1313-1321. doi: 10.1111/sms.13488

Soligard, T., Schweltnus, M., Alonso, J. M., Bahr, R., Clarsen, B., Dijkstra, H. P., . . . Engebretsen, L. (2016, Sep). How much is too much? (Part 1) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of injury. *Br J Sports Med*, 50(17), 1030-1041. doi: 10.1136/bjsports-2016-096581

Spence, J. C., Faulkner, G., Costas Bradstreet, C., Duggan, M. et Tremblay, M. S. (2016, Mar 16). Active Canada 20/20: A physical activity plan for Canada. *Can J Public Health*, 106(8), e470-473. doi: 10.17269/cjph.106.5041

Tanskanen, M., Uusitalo, A. L., Häkkinen, K., Nissilä, J., Santtila, M., Westerterp, K. R. et Kyröläinen, H. (2009, Dec). Aerobic fitness, energy balance, and body mass index are associated with training load assessed by activity energy expenditure. *Scand J Med Sci Sports*, 19(6), 871-878. doi: 10.1111/j.1600-0838.2008.00857.x

- te Lindert, B. H. et Van Someren, E. J. (2013). Sleep estimates using microelectromechanical systems (MEMS). *Sleep*, 36(5), 781-789.
- Thomas, D. T., Erdman, K. A. et Burke, L. M. (2016, Mar). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *J Acad Nutr Diet*, 116(3), 501-528. doi: 10.1016/j.jand.2015.12.006
- Thun, E., Bjorvatn, B., Flo, E., Harris, A. et Pallesen, S. (2015, Oct). Sleep, circadian rhythms, and athletic performance. *Sleep Med Rev*, 23, 1-9. doi: 10.1016/j.smr.2014.11.003
- TRBNM. [https://www.cfmws.com/fr/aboutus/psp/dfit/fitness/pages/basic-military-swim-standard-\(bmss\).aspx](https://www.cfmws.com/fr/aboutus/psp/dfit/fitness/pages/basic-military-swim-standard-(bmss).aspx).
- Warden, S. J., Burr, D. B. et Brukner, P. D. (2006, Sep). Stress fractures: pathophysiology, epidemiology, and risk factors. *Curr Osteoporos Rep*, 4(3), 103-109. doi: 10.1007/s11914-996-0029-y
- Weather. (2021). <https://www.meteoedia.com/ca/mensuel/quebec/saint-jean-sur-richelieu?year=2021&month=8&dispt=calendar-container-monthly>.
- Wyss, T., Roos, L., Hofstetter, M.-C., Frey, F. et Maäder, U. (2014). Impact of Training Patterns on Injury Incidences in 12 Swiss Army Basic Military Training Schools. *Military Medicine*, 179(1), 49-55. doi: 10.7205/milmed-d-13-00289
- Wyss, T., Scheffler, J. et Mäder, U. (2012). Ambulatory physical activity in Swiss Army recruits. *International journal of sports medicine*, 33(09), 716-722.