

Effet de l'augmentation du nombre de pas quotidiens sur l'oxydation des lipides et la qualité de vie

Travail de fin d'études en vue de l'obtention du titre de
Master of Science en sciences du sport
Option enseignement

déposé par

Marie Bachmann

à

l'Université de Fribourg, Suisse
Faculté des sciences et de médecine
Section Médecine
Département des neurosciences et sciences du mouvement

en collaboration avec la
Haute école fédérale de sport de Macolin

Référent
Prof. Wolfgang Taube

Conseiller
Dr. Xavier Chenevière

Fribourg, Août 2019

Table des matières

Résumé.....	3
Liste des figures	4
Liste des tableaux	6
Abréviations	7
1 Introduction	8
2 Méthode.....	20
2.1 Sujets	20
2.2 Procédure expérimentale et protocole	20
2.3 Mesures et traitement des données	21
2.4 Traitement statistique	24
3 Résultats	25
4 Discussion	31
4.1 Intervention	31
4.2 Impact de l'intervention sur le DOL et les paramètres métaboliques	34
4.3 Impact de l'intervention sur la qualité de vie	37
4.4 Limitations et perspectives de l'étude	39
5 Conclusion.....	40
Bibliographie	41
Annexe	46
Remerciements	63

Résumé

La présente étude avait pour objectif de déterminer les effets de l'augmentation progressive de la mobilité quotidienne (nombre de pas par jour) durant 6 semaines sur l'oxydation des lipides et la qualité de vie chez des personnes peu actives (effectuant < 5000 pas·jour⁻¹). Chaque participant a effectué 2 visites identiques entrecoupées par 6 semaines d'intervention. Les 2 séances comprenaient des mesures de composition corporelle [masse maigre (MM) et masse grasse (MG)], un questionnaire sur la qualité de vie ainsi qu'un test d'effort sous-maximal sur tapis roulant (10 minutes de repos suivi de deux paliers de 6 minutes à 4 et 6 km·h⁻¹). Le débit d'oxydation lipidique (DOL), le quotient respiratoire (QR), le coût (C) et de la dépense énergétique (DE) ont été déterminés par calorimétrie indirecte. Finalement, la perception de l'effort était évaluée grâce à l'échelle de Borg à la fin des 2 paliers. L'intervention, qui a fonctionné avec succès, consistait à augmenter progressivement le nombre de pas quotidiens (+20% par semaine) par rapport à des objectifs fixés en fonction de la *baseline* des sujets. Hormis la semaine 1 où les objectifs ont été dépassés ($p = 0.04$), aucune différence significative n'a été perçue entre les objectifs fixés et le nombre de pas effectués en réalité durant toute la durée de l'intervention ($p > 0.05$). Suite à l'intervention, le DOL a diminué au repos et lors des 2 paliers des tests sous-maximaux ($p = 0.01$, $p = 0.04$, $p = 0.02$, respectivement). Le QR, la DE et le C, quant à eux, n'ont pas présenté de différence significative ($p > 0.05$). En ce qui concerne la composition corporelle, il a été relevé que le % de MM des sujets a significativement augmenté et le % de MG a légèrement diminué ($p = 0.03$, $p = 0.03$, respectivement). De même, les valeurs de l'échelle de Borg ont montré une diminution significative lors des paliers de 4 km·h⁻¹ et 6 km·h⁻¹ ($p = 0.002$, $p = 0.01$, respectivement). Les scores obtenus pour la qualité de vie présentaient une amélioration pour la majorité des paramètres analysés. Toutefois, une différence significative a été relevée uniquement pour la vitalité ($p = 0.009$), la vie et relation avec les autres ($p = 0.03$) et la composante mentale ($p = 0.03$). Des corrélations ont notamment été trouvées entre la vitalité et nombre de pas réalisés en semaine 5 et 6 ($\rho = 0.69$, $p = 0.03$) ainsi qu'entre la santé perçue et le nombre de pas total effectués durant l'intervention ($r = 0.74$, $p = 0.01$). En dépit d'un impact mineur sur le métabolisme, notre étude met en évidence qu'une augmentation progressive de la mobilité quotidienne pendant 6 semaines chez les personnes peu actives a tendance à apporter des bénéfices au niveau de la composition corporelle, de la perception de l'effort ainsi que de la qualité de vie. Finalement, les corrélations obtenues soutiennent l'idée que plus un individu se rapproche de la recommandation journalière de 10'000 pas, plus l'amélioration de la qualité de vie est importante.

Liste des figures

Figure 1. Evolution de l'activité sportive en Suisse entre 1978 et 2014 (en % de la population) (Lamprecht et al., 2014)..... 10

Figure 2. (A) Analyse du temps passé assis en heures par jour, N = 1'005'791 ; (B) Analyse du temps passé devant la télévision en heures par jour, N = 465'450. Quatre catégories de niveau d'activité sont représentées en fonction du nombre de MET-h·sem⁻¹ réalisé. Le premier quartile représente 2-5 MET-h·sem⁻¹ ce qui correspond à environ 5 minutes d'activité d'intensité modérée par jour. Les valeurs correspondantes pour les deuxième et troisième quartiles étaient de 16 MET-h·sem⁻¹ (25-35 minutes d'activité d'intensité moyenne par jour) et de 30 MET-h·sem⁻¹ (50-65 minutes d'activité d'intensité modérée par jour). La limite inférieure pour le dernier quartile était de 35-5 MET-h·sem⁻¹ (60-75 minutes d'activité modérée par jour). Les groupes de référence sont ceux qui atteignent des niveaux d'activité physique plus élevés que 35-5 MET-h·sem⁻¹ combinés avec moins de 4 h·jour⁻¹ en position assis (A) ou moins de 1 h·jour⁻¹ de télévision (B) (Ekelund et al., 2016). 12

Figure 3. Concept du crossover de l'utilisation des substrats. Il met en évidence les proportions relatives d'énergie provenant de l'oxydation de glucides (carrés blancs) et de l'oxydation de lipides (carrés noirs) en fonction de l'intensité de l'effort, en pourcentage de la consommation maximale d'oxygène (VO₂max) (Brooks & Mercier, 1994)..... 14

Figure 4. Oxydation des lipides pendant l'exercice chez des hommes entraînés et non-entraînés, exprimée en fonction du pourcentage de la consommation maximale d'oxygène (VO₂max). *Différence significative entre les sujets entraînés et non-entraînés $p < 0.05$ (Nordby et al., 2006). 15

Figure 5. Moyennes des scores obtenus par sexe pour les 8 dimensions de qualité de vie (HRQoL) du Medical Outcome Study Short Form-36 (SF-36) chez les personnes atteignant (barres noires) ou non (barres grises) les recommandations de santé publique pour l'activité physique (PHR). PF = activité physique. RP = limitations dues à l'état physique. BP = douleurs physiques. MH = santé psychique. RE = limitations dues à l'état psychique. SF = vie et relation avec les autres. VT= vitalité. GH = santé perçue. Différence significative entre les groupes * $p < 0.05$, † $p < 0.01$, ‡ $p < 0.001$ (Vuillemin et al., 2005)..... 18

Figure 6. Comparaison des objectifs atteints aux objectifs fixés. Les 6 objectifs fixés (barres noires) et la moyenne hebdomadaire de pas réalisée en réalité (barres grises) sont représentés en pourcentage de la *baseline* pour tous les sujets (A), pour 9 sujets (C). Les 6 objectifs fixés et la moyenne journalière de pas réalisée en réalité sont représentés en nombre de pas pour tous les sujets (B), pour 9 sujets (D). 25

Figure 7. Moyennes des scores obtenus pour les 11 dimensions de la qualité de vie du questionnaire SF-36 lors du pré test (barres noires) et lors du post test (barres grises). PF = activité physique. RP = limitations dues à l'état physique. BP = douleurs physiques. MH = santé psychique. RE = limitations dues à l'état psychique. SF = vie et relation avec les autres. VT= vitalité. GH = santé perçue. HT = évaluation de la santé perçue comparée à 1 an auparavant. PCS = composante physique. MCS = composante mentale. *Différence significative entre le pré test et le post test ($p < 0.05$). 27

Figure 8. Intégralité de l'intervention de 6 semaines d'une des participantes dont la *baseline* était de 4'250 pas·jour⁻¹. Ses objectifs sont présentés dans le Tableau 1. 33

Liste des tableaux

Tableau 1. Exemple d'objectifs d'un sujet dont la baseline est de 4'250 pas·jour ⁻¹	21
Tableau 2. Données anthropométriques mesurées lors du pré test et du post test	26
Tableau 3. Paramètres physiologiques obtenus lors du pré test et du post test.....	28
Tableau 4. Valeurs de l'échelle de Borg obtenues à la fin des paliers de 4 km·h ⁻¹ et 6 km·h ⁻¹ lors du pré test et du post test	29

Abréviations

ATP	Adénosine triphosphate
$C \text{ (J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{m}^{-1})$	Coût énergétique
CO_2	Dioxyde de carbone
$\text{DE (kcal} \cdot \text{min}^{-1})$	Dépense énergétique
DE totale (kcal)	Dépense énergétique totale
$\text{DOL (g} \cdot \text{min}^{-1})$	Débit d'oxydation lipidique
HIIT	High-Intensity Interval Training
$\text{IMC (kg} \cdot \text{m}^{-2})$	Indice de masse corporelle
IPAQ	International Physical Activity Questionnaire
MAQ	Modifiable Activity Questionnaire
MG	Masse grasse
MM	Masse maigre
O_2	Oxygène
QR	Quotient respiratoire
SF-36	Medical Outcome Study Short Form-36
SF-8	Medical Outcomes Survey Short Form-8
$\dot{V}\text{CO}_2 \text{ (mL} \cdot \text{min}^{-1})$	Production de dioxyde de carbone
$\dot{V}\text{O}_2 \text{ (mL} \cdot \text{min}^{-1})$	Consommation d'oxygène
$\dot{V}\text{O}_{2\text{max}} \text{ (mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1})$	Consommation maximale d'oxygène

1 Introduction

Aujourd'hui, nous savons qu'il y a un lien positif entre l'activité physique des individus et leur état de santé. Le fait de mener une vie active permet la prévention de diverses maladies chroniques telles que les maladies cardiovasculaires, le diabète, les cancers, l'hypertension, l'obésité et l'ostéoporose (Warburton, Nicol, & Bredin, 2006). Il est donc nécessaire de connaître la quantité minimale et la nature des activités à favoriser en fonction de l'âge et des aptitudes physiques afin d'avoir un impact positif sur la santé. Pour cette raison, des recommandations ont été mises en place. Elles donnent des références et visent à encourager la population sédentaire ou peu active à adopter un mode de vie plus actif (Vuillemin, 2011). En Suisse, les recommandations actuelles ont été rédigées en 2013 par le Réseau suisse Santé et Activité physique sur mandat de l'Office fédéral de la santé publique et l'Office fédéral du sport (OFSP, 2013). Elles préconisent de pratiquer au moins 150 minutes d'activité physique modérée par semaine ou 75 minutes d'activité physique intense. Dans l'idéal, il serait préférable de combiner les deux et de répartir l'exercice physique sur plusieurs jours de la semaine. Ces recommandations étant minimales, il est conseillé de les atteindre voire de les doubler afin d'obtenir des bénéfices additionnels sur la santé (OFSP, 2013).

Dans les années soixante, l'utilisation du podomètre a été encouragée au Japon afin de promouvoir l'activité physique. Il a été relevé que 10'000 pas par jour représentent un équilibre entre les apports et les dépenses énergétiques qui permet de préserver un corps en bonne santé (Feito & Musto, 2012; Vuillemin, 2011). Des recommandations sous forme de nombre de pas journaliers ont donc été établies. Cinq niveaux d'activité physique ont été fixés selon le nombre de pas effectués au cours d'une journée : très actif (plus de 12'500), actif (10'000-12'499), peu actif (7'500-9'999), faiblement actif (5'000-7'499), et sédentaire (moins de 5'000) (Tudor-Locke & Bassett, 2004; Tudor-Locke, Hatano, Pangrazi, & Kang, 2008). Le podomètre est un outil précis et valide qui permet de quantifier le nombre de pas réalisés par celui qui le porte. Grâce à son utilisation, on peut identifier de manière simple et efficace si un individu atteint ou non les recommandations, et déterminer son niveau d'activité physique (Vuillemin, 2011). Les applications pour smartphones qui ont une fonction podomètre ont fait leurs preuves et semblent être plus bénéfiques que de simples conseils. Elles permettent un feedback régulier et individualisé, ce qui est essentiel pour encourager une personne à modifier son comportement et adopter un mode de vie plus actif. Les résultats de la méta-analyse de Bravata et al. (2007) suggèrent que l'utilisation d'un podomètre est associée à une augmen-

tation significative de l'activité physique (Bravata et al., 2007; Graf et al., 2016; Plaete, Verloigne, & De Cocker, 2015). On a constaté que les personnes qui se fixent des objectifs augmentent considérablement leur mobilité quotidienne par rapport aux individus qui n'en n'ont pas. On peut conclure que la mise en place d'objectifs est un facteur motivationnel. Plus spécifiquement, le message clé « atteindre 10'000 pas journaliers » s'est révélé être un paramètre de succès (Graf et al., 2016). Il a également été montré qu'une augmentation de 1'000 pas par jour réduit le risque du syndrome métabolique de 10% et la réalisation de plus de 10'000 pas par jour peut réduire l'indice de masse corporelle (IMC) et la pression artérielle chez les personnes peu actives ou en surpoids (Bravata et al., 2007; De Cocker, De Bourdeaudhuij, Brown, & Cardon, 2007).

Malgré la connaissance des bienfaits de l'activité physique et l'existence de recommandations, la société moderne nous offre constamment la possibilité d'économiser de l'énergie grâce à l'utilisation de divers appareils tels que voiture, ascenseur, tondeuse à gazon et aspirateur autonomes, ou robot de cuisine. Ceux-ci peuvent être perçus comme un avantage ou un gain de temps mais en réalité, ils nous amènent à adopter un mode de vie moins actif. En 2007, l'enquête suisse sur la santé a permis de mettre en évidence que 35% de la population suisse est insuffisamment active : 19% sont des individus partiellement actifs, c'est-à-dire qu'ils effectuent un peu d'exercice mais n'atteignent pas les recommandations hebdomadaires conseillées, alors que 16% sont totalement inactif (OFSP, 2013). Depuis 1990, l'activité sportive de la population suisse a fortement augmentée, la proportion de personnes très actives est en constante progression, passant de 29% en 1990 à 52% en 2014. La Suisse est une nation énormément sportive, seuls les pays scandinaves présentent un nombre de sportifs réguliers plus élevé. En dépit du boom sportif, le bilan concernant les individus totalement inactifs n'est pas aussi positif : cette catégorie (environ 25% de la population) reste extrêmement stable (*Figure 1*) (Lamprecht, Fischer, & Stamm, 2014).

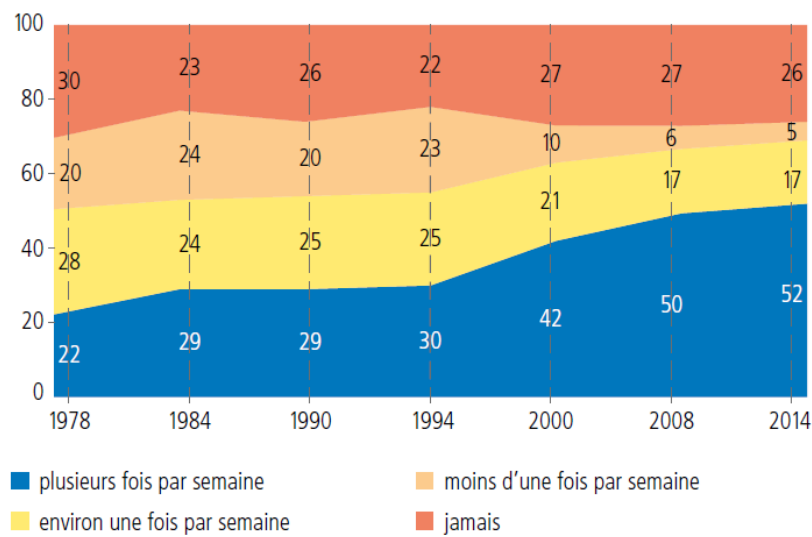


Figure 1. Evolution de l'activité sportive en Suisse entre 1978 et 2014 (en % de la population) (Lamprecht et al., 2014).

L'inactivité augmente avec l'âge et est plus élevée chez les femmes ainsi que dans les pays riches. Le manque d'activité débute souvent lors de l'adolescence. Quatre adolescents sur cinq n'atteignent pas les directives minimales de santé publique et plus d'un tiers consacrent quotidiennement 3h ou plus à des loisirs favorisant l'inactivité (regarder la TV, jouer aux jeux vidéo). Ces individus ont un risque plus élevé de développer une maladie cardio-vasculaire, du diabète ou certains types de cancers par la suite (Hallal et al., 2012). Néanmoins, ces pathologies peuvent être évitées par la pratique régulière d'activité physique. En réponse à l'exercice, divers avantages ont été perçus chez les enfants et adolescents. Ceux-ci ne sont pas observés uniquement d'un point de vue physiologique (amélioration cardiorespiratoire ainsi que des structures et fonctions du cerveau), mais également au niveau du développement social et personnel (réussite scolaire, émancipation des genres, promotion de l'inclusion des minorités ethniques) (Millet & Giulianotti, 2019).

Outre l'inactivité, une autre thématique qui a reçu beaucoup d'attention récemment est la sédentarité. La sédentarité peut être définie comme le fait de passer au moins 7 heures assis au cours d'une journée en dehors du temps de sommeil ou comme tout comportement éveillé caractérisé par une dépense énergétique (DE) ≤ 1.5 METs (Hallal et al., 2012; Tremblay, 2012). L'équivalent métabolique (MET) est une méthode qui permet d'estimer l'intensité d'une activité physique et la DE. Un MET correspond à l'énergie dont l'organisme a besoin pour rester tranquillement assis (Wilmore & Costill, 2006). Il est important de différencier le

terme de sédentarité et celui de l'inactivité qui qualifie le comportement d'un individu qui n'atteint pas les recommandations en termes d'activité physique. La sédentarité et l'inactivité ne définissent pas les mêmes attitudes et présentent des facteurs de risque séparés et distincts pour des maladies chroniques. Cela peut paraître contradictoire mais on sait aujourd'hui qu'il est possible d'être considéré comme très actif et sédentaire à la fois (Tremblay, 2012). Craft et al. (2012) ont utilisé des inclinomètres afin de quantifier le temps de sédentarité au cours d'une journée. Ils ont démontré que la majorité de la population passe plus de 50% de la journée en position assise. En 2012, l'enquête suisse sur la santé a mis en évidence que les personnes appartenant à la tranche d'âge 15-64 ans passent en moyenne 5 heures par jour en position assise. Plus d'un quart de cette population affirme passer entre 5.5 et 8.5 heures assis et 18% dépassent quotidiennement les 8.5 heures. Contrairement à l'inactivité, la sédentarité touche davantage les hommes. Ceux-ci sont plus nombreux que les femmes à passer plus de 5.5 heures assis par jour (Stoffel-Kurt et al., 2016). Les enfants et adolescents, quant à eux, passent en moyenne 8h en position assise ou couchée sans compter la période de sommeil. La sédentarité, tout comme l'inactivité, augmente avec l'âge de l'enfant et est légèrement plus élevée chez les jeunes filles (Bringolf-Isler & Probst-Hensch, 2016; Hallal et al., 2012). Or, il a été observé qu'un grand nombre de périodes de sédentarité peut avoir des effets néfastes sur la santé et est un facteur de risque pour de nombreuses pathologies, notamment l'insulinorésistance, les maladies cardiovasculaires, ou la dépression (De Matos, Calmeiro, & Da Fonseca, 2019; Hamilton, Hamilton, & Zderic, 2014; Henson, Dunstan, Davies, & Yates, 2016). Un comportement sédentaire est également associé à un risque augmenté de la mortalité (Ekelund et al., 2016).

Une méta-analyse norvégienne avait comme objectif d'observer si la pratique d'exercices physiques pouvait compenser les effets néfastes que provoquent les périodes prolongées de sédentarité sur notre santé. L'association entre le temps passé assis au travail, le temps passé devant la télévision, le niveau d'activité physique et le risque de mortalité (toutes causes confondues) a été examinée (Ekelund et al., 2016). C'est la première méta-analyse qui s'est intéressée aux effets conjoints de la sédentarité et de l'activité physique. Cet aspect semble pertinent car la majorité des individus adoptent les 2 attitudes au cours d'une journée. Les résultats (*Figure 2*) mettent en évidence qu'un niveau élevé d'activité physique d'intensité modérée ($60-75 \text{ min}\cdot\text{jour}^{-1}$) élimine le risque accru de décès causé par le temps de sédentarité élevé. En revanche, l'activité physique atténuée mais n'élimine pas les risques de mortalité liés aux longues périodes consacrées à regarder la télévision.

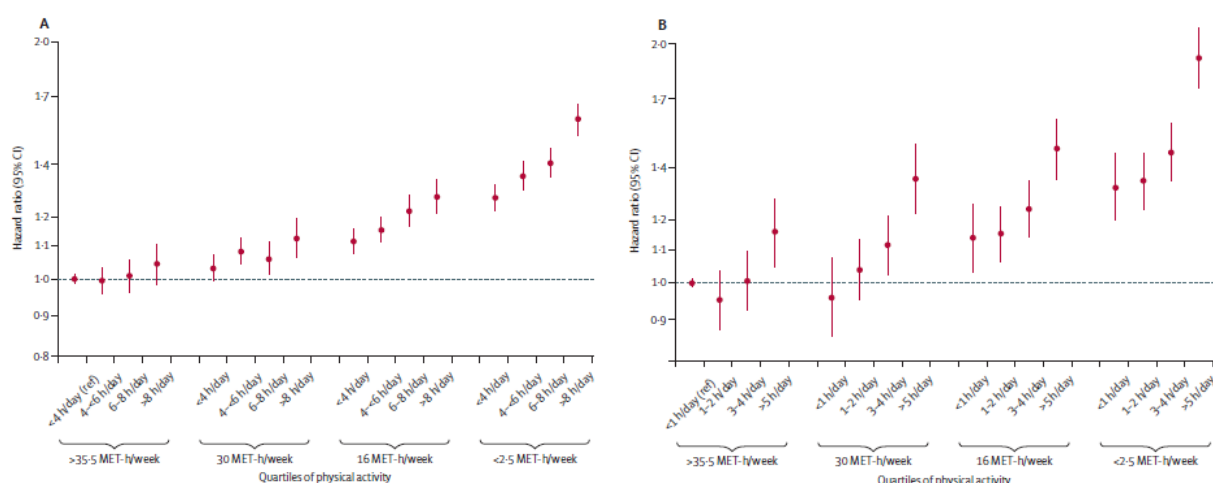


Figure 2. (A) Analyse du temps passé assis en heures par jour, $N = 1'005'791$; (B) Analyse du temps passé devant la télévision en heures par jour, $N = 465'450$. Quatre catégories de niveau d'activité sont représentées en fonction du nombre de MET-h·sem⁻¹ réalisé. Le premier quartile représente 2-5 MET-h·sem⁻¹ ce qui correspond à environ 5 minutes d'activité d'intensité modérée par jour. Les valeurs correspondantes pour les deuxième et troisième quartiles étaient de 16 MET-h·sem⁻¹ (25-35 minutes d'activité d'intensité moyenne par jour) et de 30 MET-h·sem⁻¹ (50-65 minutes d'activité d'intensité modérée par jour). La limite inférieure pour le dernier quartile était de 35-5 MET-h·sem⁻¹ (60-75 minutes d'activité modérée par jour). Les groupes de référence sont ceux qui atteignent des niveaux d'activité physique plus élevés que 35-5 MET-h·sem⁻¹ combinés avec moins de 4 h·jour⁻¹ en position assis (A) ou moins de 1 h·jour⁻¹ de télévision (B) (Ekelund et al., 2016).

On peut conclure que le temps passé devant la télévision est plus néfaste pour notre santé que le temps passé assis au travail. Ceci s'explique par le fait que la plupart des individus regardent la télévision assis ou couchés dans leur canapé, en fin de journée, directement après le repas, ce qui est défavorable à la digestion. De plus, les publicités visionnées à la télévision ont un impact sur notre comportement alimentaire et engendrent fréquemment des grignotages. Finalement, lorsque l'on travaille assis dans un bureau, l'interruption du temps passé assis est plus régulière que devant la TV (Ekelund et al., 2016). Henson et al. (2016) soulignent que le fait d'entre couper le temps passé assis par des séquences brèves de marche légère est une stratégie efficace pour améliorer la régulation postprandiale de la glycémie. Cela permet de diminuer le risque de développer du diabète ainsi que d'éviter les complications au niveau du cœur, des vaisseaux sanguins, des yeux et des reins que peut entraîner un dérèglement du contrôle glycémique (Campbell et al., 2012). Le problème avec l'approche de Henson et al. (2016) est que les périodes qui entrecoupent le temps passé assis au travail devant un ordinateur sont très courtes. De plus, cela oblige l'employé à stopper temporairement la tâche à laquelle il s'adonnait. C'est pourquoi, un bureau appelé « walk-and-work » a été conçu pour l'étude de Levine et Miller (2007). Ce poste de travail vertical est conçu pour être placé sur un tapis roulant et permettre à l'utilisateur de marcher et de travailler simultanément.

Cela a été mis en œuvre dans l'objectif d'augmenter la DE journalière des personnes obèses qui travaillent assis dans un bureau. Grâce à la calorimétrie indirecte, cette valeur a pu être calculée dans différentes conditions : en travaillant assis, en travaillant debout, en travaillant en marchant. Si le temps passé assis devant l'ordinateur était remplacé par du *walking and working*, la DE des personnes obèses pourrait augmenter de $100 \text{ kcal}\cdot\text{h}^{-1}$ (Levine & Miller, 2007). De nouvelles données indiquent également que le simple fait de remplacer la position assise par la position debout tout au long de la journée peut être un stimulant suffisant pour améliorer la régulation de la glycémie (Henson et al., 2016).

Lors d'un effort physique, notre corps a besoin d'énergie pour permettre aux muscles de se contracter et d'effectuer un travail mécanique. Ceux-ci ont besoin de convertir l'énergie chimique [i.e., adénosine triphosphate (ATP)] en énergie mécanique. La concentration musculaire d'ATP étant limitée, les cellules musculaires doivent trouver d'autres substrats à oxyder afin de synthétiser l'ATP nécessaire à la contraction. Les sources principales d'énergie utilisées sont les glucides et les lipides. Les triacylglycérols (graisses et huiles) constituent la classe de lipide la plus abondante dans l'organisme et servent au stockage d'énergie. Un gramme de triacylglycérols fournit plus du double d'énergie produit par un gramme de glucides ou de protéines (Braun, Paul, & Westendorf, 2012; Campbell et al., 2012; Tortora & Derrickson, 2006). Ils sont constitués de trois acides gras (triglycérides) et d'une molécule simple de glycérol (Braun et al., 2012). Comme les glucides, les lipides peuvent être oxydés afin de former de l'ATP. Les lipides sont transportés dans la circulation sanguine par des lipoprotéines. Lorsque l'organisme n'a pas besoin d'énergie immédiatement, les triacylglycérols sont stockés dans le tissu adipeux jusqu'à ce que leur utilité soit nécessaire pour la synthèse d'ATP. Les triacylglycérols sont continuellement dégradés et resynthétisés. La capacité de notre corps à emmagasiner les lipides est presque illimitée, tous les excédents de protéines, glucides, graisses et huiles consommés se déposent dans notre tissu adipeux sous forme de triacylglycérols. Ceux-ci représentent 98% des réserves d'énergie de l'organisme. (Tortora & Derrickson, 2006). Avant d'être oxydés, les triacylglycérols doivent être scindés en glycérol et acides gras, ce processus se nomme la lipolyse. Certaines hormones libérées lors de l'exercice physique telles que l'adrénaline et la noradrénaline amplifient la lipolyse. D'autres hormones comme l'insuline, inhibe ce processus. Le catabolisme du glycérol et des acides gras est réalisé par des voies différentes. Le glycérol est transformé en glucose ou en acide pyruvique selon les réserves d'ATP disponibles. En ce qui concerne le catabolisme des acides gras, il produit plus d'ATP. La bêta-oxydation est la première étape de ce processus. Elle se

déroule dans les mitochondries et permet de retirer les atomes de carbone des chaînes d'acides gras. Ces atomes sont ensuite fixés à la coenzyme A pour former l'acétyl CoA qui est la clé d'entrée pour le cycle de Krebs. Une fois dans le cycle de Krebs l'acétyl CoA va être oxydée et permettra la synthèse de molécules d'ATP (Tortora & Derrickson, 2006).

Le métabolisme des lipides dépend de différents facteurs tels que le sexe, la modalité de l'exercice, le niveau d'aptitude physique ou la composition corporelle, mais c'est l'intensité de l'effort qui semble être déterminante (Chenevière, Lanzi, & Malatesta, 2013). Les lipides sont le substrat privilégié lors des efforts de faible et de moyenne intensité alors que les glucides deviennent la source principale d'énergie lors d'exercices d'intensité élevée. Jusqu'à environ 50% de la consommation maximale d'oxygène ($\dot{V}O_{2max}$), le débit d'oxydation des lipides (DOL) augmente avec l'intensité de l'exercice. Ensuite, il diminue de manière progressive à mesure que le niveau d'intensité augmente ; c'est l'oxydation des glucides qui prend le relais. Ce processus est présenté par le concept du « crossover » de l'utilisation des substrats (Figure 3). Ce modèle illustre un point de croisement, appelé *crossover point*, qui représente l'intensité à laquelle la quantité d'énergie provenant des glucides est identique à celle provenant des lipides (Brooks & Mercier, 1994).

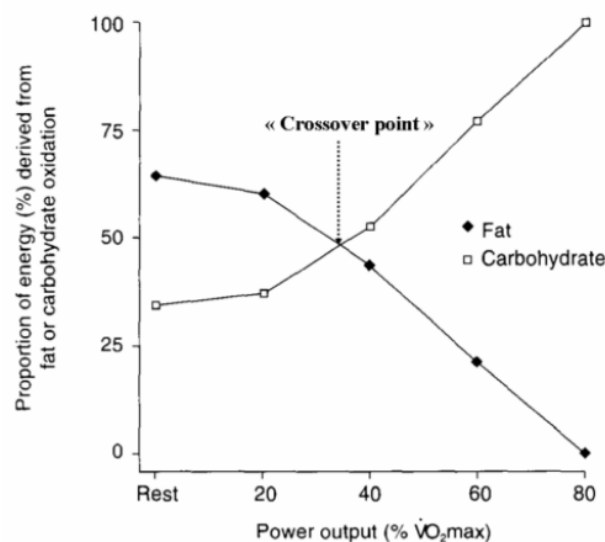


Figure 3. Concept du crossover de l'utilisation des substrats. Il met en évidence les proportions relatives d'énergie provenant de l'oxydation de glucides (carrés blancs) et de l'oxydation de lipides (carrés noirs) en fonction de l'intensité de l'effort, en pourcentage de la consommation maximale d'oxygène ($\dot{V}O_{2max}$) (Brooks & Mercier, 1994).

Le niveau d'entraînement fait également partie des facteurs qui influencent le métabolisme des lipides. Il a été montré que pour des intensités d'effort identiques, les sujets entraînés présentent des DOL significativement plus élevés que ceux de sujets non-entraînés (*Figure 4*) ainsi qu'un taux d'enzymes oxydatives plus élevé (Chenevière et al., 2013; Nordby, Saltin, & Helge, 2006). Un individu qui s'entraîne va subir des adaptations physiologiques telles que l'augmentation de la densité de ses mitochondries et de la capillarisation de ses muscles squelettiques. L'entraînement favorise l'expression de certains gènes qui renforce l'activité des enzymes oxydatives. Le passage des acides gras libres à travers les membranes musculaires et mitochondriales va également être augmenté. Tous ces éléments engendrent une augmentation du DOL chez les personnes entraînées (Hawley, Hargreaves, Joyner, & Zierath, 2014; Nordby et al., 2006).

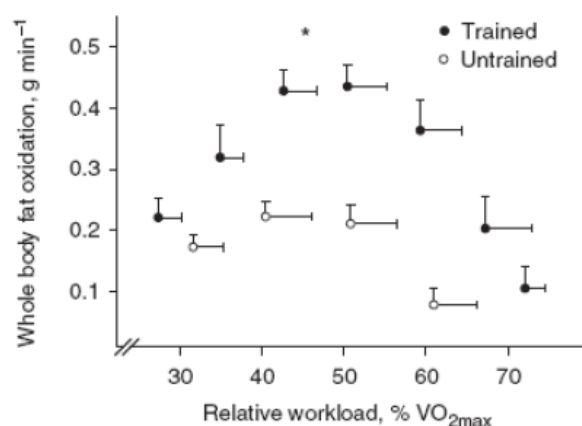


Figure 4. Oxydation des lipides pendant l'exercice chez des hommes entraînés et non-entraînés, exprimée en fonction du pourcentage de la consommation maximale d'oxygène ($\dot{V}O_{2max}$). *Différence significative entre les sujets entraînés et non-entraînés $p < 0.05$ (Nordby et al., 2006).

Dans la société actuelle, l'obésité est un problème de santé publique qui est en constante augmentation. Le surpoids est défini par un IMC d'une valeur comprise entre $25 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ et $30 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ et l'obésité par un IMC au-dessus de $30 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ (WHO Expert Consultation, 2004). Il est important de se préoccuper de cette pathologie car les individus souffrant de surcharge pondérale sont exposés à des risques accrus de développer des maladies chroniques telles que le diabète de type 2 et l'hypertension artérielle. L'obésité est souvent associée à une résistance à l'insuline causée par une altération de l'oxydation des lipides. Puisqu'il est possible d'améliorer ce paramètre par l'entraînement, Lanzi et al (2015) se sont intéressés aux effets de

l'entraînement sur le métabolisme des personnes obèses. L'objectif était de comparer 2 programmes d'entraînement de 2 semaines afin de définir lequel est le plus optimal pour la prise en charge des personnes obèses. La première méthode était basée sur des entraînements intermittents. Ce type d'exercice est défini comme l'alternance entre des fractions d'exercice à intensité élevée et des fractions de récupération à faible intensité. La deuxième proposait des efforts continus à intensité modérée. Les résultats ont révélé que les 2 méthodes ont la même efficacité pour diminuer le poids corporel et améliorer l'aptitude physique aérobie. Cependant, si l'entraînement intermittent permet une amélioration plus rapide et plus importante de cette aptitude après une intervention de courte durée, seul le travail continu diminue de manière significative les acides gras non estérifiés au repos et la résistance à l'insuline. Il a aussi été mis en évidence que les séances de type intermittent sont moins appréciées par les femmes souffrant d'obésité. Cela complique l'utilisation de cette méthode sur le long terme avec cette population. Tous ces éléments suggèrent que les entraînements intermittents et continus doivent être employés de manière complémentaire dans le but d'optimiser l'entraînement, le DOL et la motivation (Lanzi et al., 2015; Malatesta, 2017). L'étude de Brisswalter et al. (2015) avait comme objectif d'identifier quels effets engendre un programme d'entraînement basé sur des exercices intermittents et des activités aérobies continus chez les adolescents obèses. Les participants réalisaient 3 entraînements hebdomadaires durant 8 semaines. Chaque semaine, une séance était consacrée aux sports d'équipe (football, rugby, handball), la deuxième aux activités en musique (step, zumba) et la dernière à des jeux (balle au camp). Les résultats ont prouvé que ce type de programme entraîne une augmentation de la vitesse de marche ainsi qu'une diminution du poids, de la masse grasse (MG) et du coût énergétique (C). Ce dernier est défini comme la quantité d'énergie dépensée par unité de distance (Hauswirth & Brisswalter, 1999). En d'autres termes, l'intervention améliore l'économie de marche des sujets. La perte de poids, la diminution de MG et l'augmentation de la force dans les membres inférieurs sont à l'origine de cette amélioration. Après une perte de poids, C est moindre car les contractions des muscles des jambes pour soutenir le poids ainsi que pour maintenir l'équilibre sont réduites. De plus, la force acquise peut engendrer un recrutement des fibres musculaires lentes plus élevé que celui des fibres rapides (Brisswalter & Delestrat, 2015).

Différentes études se sont intéressées aux méthodes et entraînements permettant l'amélioration de l'oxydation des lipides chez les individus souffrant de surcharge pondérale. En revanche, celle d'Astorino et al. (2013) ciblait les personnes sédentaires ayant un poids normal. L'objectif de cette étude était de comparer les effets des entraînements par intervalles

à haute intensité (High-Intensity Interval Training, HIIT) sur l'oxydation maximale des lipides et sur la composition corporelle chez des femmes sédentaires. Le HIIT est un entraînement intermittent caractérisé par des fractions d'effort de 1 à 4 minutes réalisées à 90-95% de la fréquence cardiaque maximale. Puisque le HIIT est pratiqué sur une durée plus courte que l'entraînement continu, il a l'avantage de limiter le principal frein à l'activité physique, à savoir le manque de temps (Malatesta, 2017). Les femmes qui ont participé à l'étude d'Astorino et al. (2013) ont réalisé 3 entraînements hebdomadaires de HIIT de haute ou de moyenne intensité sur une période de 12 semaines. Les résultats ont mis en évidence que le DOL est augmenté en réponse aux entraînements à intervalles de manière similaire, que l'intensité soit modérée ou relativement haute. L'oxydation des lipides atteint un pic après 6 semaines d'entraînement puis a été maintenue. Cela signifie qu'une modification de l'intensité d'exercice ou de la fréquence des séances devrait être mise en place afin de favoriser une augmentation continue du DOL. En ce qui concerne la composition corporelle, aucune modification n'a été perçue. On peut déduire que les entraînements à intervalles, sans modification du régime alimentaire, n'engendrent pas de perte de poids chez les femmes sédentaires ayant un IMC normal (Astorino, Schubert, Palumbo, Stirling, & McMillan, 2013).

L'activité a des effets bénéfiques sur la santé physique mais également sur les troubles psychiques. Il a par exemple été montré que l'activité physique est associée à une importante réduction des comportements anxieux et dépressifs (voir De Matos et al. 2009 pour une revue de la littérature). Puisqu'il a été révélé que mener une vie active est bénéfique pour la santé physique et psychique (De Matos et al., 2019; Warburton et al., 2006), différentes études se sont intéressées à l'association entre le niveau d'activité physique d'un individu et sa qualité de vie. Les études de Brown et al. (2004), de Shibata et al. (2007), ainsi que la méta-analyse de Vuillemin et al. (2005) se sont notamment penchées sur le sujet. Pour ces 3 études, les participants ont été répartis en différents groupes selon leur niveau d'activité physique. Ce paramètre a été calculé grâce à différents questionnaires tels que le *Modifiable Activity Questionnaire* (MAQ) (Vuillemin et al., 2005), l'*International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ) (Shibata, Oka, Nakamura, & Muraoka, 2007) ou simplement en estimant la fréquence, la durée et l'intensité de ses activités au cours d'une semaine (Brown et al., 2004). La formation des groupes a été organisée en fonction des recommandations de santé publique préconisées, ce qui représente 150 minutes d'activité physique modérée par semaine ou 75 minutes d'activité physique intense. Quatre catégories ont été établies : (1) inactif, (2) insuffisamment actif, (3) suffisamment actif, (4) niveau d'activité supérieur aux recommandations. Ensuite, la

qualité de vie des participants a été mesurée grâce aux questionnaires *Medical Outcome Study Short Form-36* (SF-36) qui évalue 9 dimensions (Vuillemin et al., 2005), *Medical Outcomes Survey Short Form-8* (SF-8) (Shibata et al., 2007) ou en additionnant le nombre de jours au cours des 30 derniers jours où les sujets ont estimé se sentir en mauvaise santé (physique ou mentale) (Brown et al., 2004). Les résultats obtenus ont mis en évidence que les individus qui pratiquent régulièrement des efforts physiques ont une meilleure qualité de vie que les personnes essentiellement inactives, mais ils n'ont pas une aussi bonne qualité de vie que les sujets qui atteignent les recommandations (Brown et al., 2004). Il semblerait qu'effectuer le niveau d'exercice conseillé par les directives de santé publique soit associé à des effets positifs sur toutes les dimensions évaluées par le questionnaire SF-36, excepté les douleurs physiques chez les femmes (*Figure 5*). Par ailleurs, être actif davantage peut apporter des bénéfices additionnels à sa santé (Vuillemin et al., 2005). La pratique régulière d'exercice est donc efficace pour atteindre des objectifs physiologiques mais également pour l'amélioration de sa santé physique et mentale (Shibata et al., 2007).

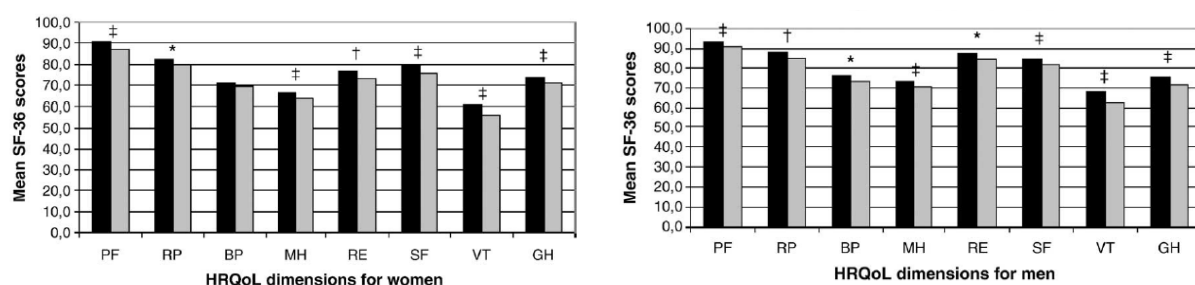


Figure 5. Moyennes des scores obtenus par sexe pour les 8 dimensions de qualité de vie (HRQoL) du Medical Outcome Study Short Form-36 (SF-36) chez les personnes atteignant (barres noires) ou non (barres grises) les recommandations de santé publique pour l'activité physique (PHR). PF = activité physique. RP = limitations dues à l'état physique. BP = douleurs physiques. MH = santé psychique. RE = limitations dues à l'état psychique. SF = vie et relation avec les autres. VT= vitalité. GH = santé perçue. Différence significative entre les groupes * $p < 0.05$, † $p < 0.01$, ‡ $p < 0.001$ (Vuillemin et al., 2005).

Heath et Brown (2009) se sont également intéressés au lien entre l'activité physique et la qualité de vie mais ils se sont focalisés sur les personnes en surpoids et les individus obèses. Les participants ont répondu à plusieurs questions afin de définir leur niveau d'activité physique, celui-ci a été comparé aux recommandations afin de répartir les sujets en 3 groupes: (1) inactif, (2) insuffisamment actif, (3) suffisamment actif. Ensuite, leur qualité de vie a été estimée en utilisant la même technique que dans l'étude de Shibata et al. (2007), c'est-à-dire en additionnant le nombre de journées au cours des 30 derniers jours où les sujets se sont sentis en mauvaise santé (physique ou mentale). Dans cette étude, on a constaté que la pratique d'une

activité insuffisante est associée à une meilleure qualité de vie que celle des personnes totalement inactives, mais pas aussi bonne que celle des personnes qui atteignent les niveaux recommandés d'exercice physique. Cela confirme l'hypothèse qu'il vaut mieux faire un peu d'activité physique que pas du tout. Les résultats de cette étude sont similaires à ceux observés chez les personnes qui ne sont pas en surpoids. Cela signifie que la pratique de l'activité physique a une influence positive sur la qualité de vie quel que soit l'IMC de la population en question (Heath & Brown, 2009).

Tous les éléments abordés mettent en évidence le fait que mener une vie active est associé à une meilleure qualité de vie, tant sur le point physique que psychique. Qu'un individu, quel que soit son IMC et son âge, atteigne ou non les recommandations, qu'il effectue des exercices de haute ou de moyenne intensité, les effets positifs qu'entraîne la pratique régulière d'une activité physique sont non négligeables. Il a également été relevé que l'entraînement est lié à des adaptations métaboliques qui favorisent un bon état de santé. En Suisse, la proportion de personnes très active est en constante progression depuis 1990. Cependant, la catégorie d'individus totalement inactifs est un problème qui persiste dans notre société actuelle. Il est primordial de sensibiliser ces personnes-là aux risques associés au manque de mobilité ainsi qu'aux bienfaits liés à l'exercice dans le but de les orienter vers un mode de vie plus actif et plus sain. C'est pourquoi, la présente étude s'est intéressée aux effets de l'augmentation progressive de la mobilité quotidienne (i.e., nombre de pas par jour) durant 6 semaines sur l'oxydation des lipides et la qualité de vie chez des personnes peu actives. L'hypothèse est qu'après 6 semaines d'intervention, le DOL des participants serait augmenté lors d'efforts de basse à moyenne intensité. Leur métabolisme de base subira aussi des améliorations. On s'attend également à ce que la pratique régulière d'une activité physique apporte des bénéfices au niveau psychique ainsi que sur la qualité de vie. Cela permettrait alors de confirmer/infirmer et de compléter les résultats de différentes études spécifiant que l'augmentation de l'activité physique d'un sujet influence positivement son aptitude physique aérobie, et donc potentiellement le DOL, ainsi que sa qualité de vie.

2 Méthode

2.1 Sujets

Dans un premier temps, 20 volontaires (2 hommes et 18 femmes) ont enregistré à l'aide d'un podomètre (smartphone, montre ou bracelet connecté) le nombre de pas qu'ils ont effectués durant 3 jours types successifs (2 jours de semaine et 1 jour de weekend) afin d'obtenir une *baseline*. Celle-ci représente la moyenne de pas qu'ils réalisent au cours d'une journée. Seules les personnes qui possédaient une moyenne inférieure à 5'000 pas·jour⁻¹ étaient incluses dans ce travail de recherche. Ensuite, elles ont été informées du protocole et du but de cette étude et ont donné leur consentement (annexe A) pour leur participation.

Au final, 10 femmes âgées de 20 à 33 ans, effectuant en moyenne moins de 5000 pas·jour⁻¹ mais capables de marcher plus de 10 minutes sans s'arrêter ont participé à cette étude. Elles ont rempli un questionnaire afin de confirmer leur bon état de santé (annexe B). Les participantes ont toutes affirmé ne pas prendre de médicament, ne pas être fumeuse, avoir un IMC normal (valeur comprise entre 18.5 kg·m⁻² et 25 kg·m⁻²) et posséder un podomètre. Les caractéristiques des 10 sujets sont présentées dans le Tableau 2.

2.2 Procédure expérimentale et protocole

Suite à l'inclusion définitive au protocole de recherche, chaque personne a effectué 2 visites identiques de 60 minutes au Laboratoire de recherche des sciences du mouvement et du sport de l'Université de Fribourg entrecoupées par 6 semaines d'intervention. Les 2 séances comprenaient des mesures anthropométriques, un questionnaire sur la qualité de vie physique et psychique ainsi qu'un test d'effort sous-maximal. L'intervention consistait à augmenter progressivement son nombre de pas quotidiens par rapport à des objectifs fixés en fonction de la *baseline*.

2.2.1 Test d'effort sous-maximal. Après 10 min de repos assis sur une chaise pour déterminer les valeurs basales, les sujets ont effectué un effort de 12 min de marche à intensité sous-maximale sur tapis roulant : 6 min à 4 km·h⁻¹ puis 6 min à 6 km·h⁻¹. Les deux tests d'efforts sous-maximaux se sont déroulés le matin en condition à jeun. Les participantes ont dû contrôler et répéter leur alimentation la veille des séances. De plus, il leur a été demandé d'éviter les

exercices physiques éprouvants dans les dernières 24 heures afin d'avoir la plus grande constance possible entre les tests et entre les sujets (annexe C).

2.2.2 Intervention. Durant les 6 semaines d'intervention, les participantes ont dû augmenter leur nombre de pas de 20% toutes les semaines jusqu'à atteindre une augmentation de 100%. L'augmentation a été calculée en fonction de leur baseline. Des objectifs individuels, hebdomadaires et journaliers ont été fixés (Tableau 1). Tous les soirs, les sujets devaient relever le nombre de pas réalisés au cours de la journée dans leur journal de bord (annexe C). Grâce à un tableau de conversion, lorsqu'une personne réalisait une activité qui ne permettait pas l'utilisation d'un podomètre, elle avait la possibilité de convertir le temps en minutes de l'exercice effectué en nombre de pas. A la fin de chaque semaine, une photo du journal de bord devait être prise et envoyée à l'investigateur afin qu'il puisse déterminer si l'objectif hebdomadaire était atteint ou non. Ce suivi lui permettait également de donner des feedbacks, d'orienter et de conseiller les participantes de manière optimale pour les semaines suivantes. S'il s'avérait que la baseline d'un sujet n'était pas représentative du nombre de pas quotidiens, ses objectifs étaient ajustés. Une fois par semaine, les personnes intéressées avaient la possibilité de participer à un entraînement mis en place par l'investigateur afin de les encourager à bouger davantage et à atteindre leur objectif

Tableau 1

Exemple d'objectifs d'un sujet dont la baseline est de 4'250 pas·jour⁻¹

Semaine	Augmentation (%)	Objectif hebdomadaire (nombre de pas)	Objectif journalier (nombre de pas)
1	+ 20	37'700	5'100
2	+ 40	41'650	5'950
3	+ 60	47'600	6'800
4	+ 80	53'550	7'650
5	+ 100	59'500	8'500
6	+ 100	59'500	8'500

2.3 Mesures et traitement des données

2.3.1 Données anthropométriques. Le poids, la taille et l'IMC des sujets ont été mesurés. Leur composition corporelle a également été estimée par la méthode des plis cutanés (Durnin & Womersley, 1973). Celle-ci consiste à mesurer l'épaisseur des plis cutanés sur 4 zones du

corps (biceps brachial, triceps brachial, pli sous-scapulaire et pli supra-iliaque) à l'aide d'une pince appelée adipomètre.

2.3.2 Qualité de vie. L'état de santé et la qualité de vie des participantes ont été évalués lors des 2 tests grâce au questionnaire Medical Outcome Study Short Form-36 (SF-36) auquel elles devaient répondre. Ce questionnaire comporte 36 questions qui évaluent 9 dimensions : (1) activité physique, (2) limitations dues à l'état physique, (3) douleurs physiques, (4) santé psychique, (5) limitations dues à l'état psychique, (6) vie et relation avec les autres, (7) vitalité, (8) santé perçue, et (9) évaluation de la santé perçue comparée à 1 an auparavant. De plus, un score moyen physique et un score moyen mental peuvent être calculés selon un certain algorithme. Cette échelle multidimensionnelle et générique nous a permis de déterminer si l'augmentation du nombre de pas journaliers durant 6 semaines a une influence sur l'état de santé et la qualité de vie d'un individu (Ware & Sherbourne, 1992).

2.3.3 Echanges gazeux. Lors des 2 tests sous-maximaux, les échanges gazeux et les paramètres ventilatoires ont été mesurés en continu par spiro-ergométrie. Avant chaque test, le dispositif Oxycon Pro (Jaeger, Allemagne) était calibré en 3 étapes : (1) analyse de l'air ambiant (température, pression, humidité), (2) étalonnage de l'analyseur des gaz avec un mélange de gaz connu (16.00% O_2 et 5.02% CO_2), (3) étalonnage du volume à l'aide d'une seringue de volume connu (3L). Ensuite, le sujet choisissait la taille du masque qu'il allait porter durant le test. Celui-ci était ajusté afin qu'il soit adapté au visage du participant et hermétique à l'air.

Dans le cadre de cette étude, il s'agissait d'estimer le métabolisme des sujets par la mesure des échanges gazeux. Grâce à la calorimétrie indirecte, la dépense énergétique (DE) ainsi que la proportion de lipides et de glucides oxydés peuvent être déterminées. L'organisme utilise de l'oxygène (O_2) et rejette du dioxyde de carbone (CO_2) pour oxyder des substrats, ces valeurs ont permis de mesurer le quotient respiratoire (QR). Il représente le rapport de la quantité de CO_2 produite ($\dot{V}CO_2$) sur la quantité d' O_2 utilisée ($\dot{V}O_2$) au niveau des tissus. Le QR sert à définir quel type de substrat est utilisé pendant l'exercice. L'oxydation des lipides nécessitant plus d' O_2 que celle des glucides, un $QR = 0.7$ met en évidence l'utilisation des lipides alors qu'un $QR = 1$ correspond à une oxydation exclusive des glucides (Jeukendrup & Wallis, 2005). La calorimétrie indirecte est une méthode fiable qui a été validée pour des intensités allant jusqu'à 80-85% $\dot{V}O_{2max}$ (Romijn, Coyle, Hibbert, & Wolfe, 1992). Lors des 2 tests, les

valeurs d'échanges gazeux ($\dot{V}O_2$ et $\dot{V}CO_2$) de la dernière minute du repos et des 2 paliers (4 km·h⁻¹ et 6 km·h⁻¹) ont été moyennées et utilisées notamment pour calculer le débit d'oxydation lipidique (DOL) et glucidique grâce à aux équations de Frayn (Frayn, 1983) :

- Lipides (g·min⁻¹) = $1.67 \dot{V}O_2$ (L·min⁻¹) - $1.67 \dot{V}CO_2$ (L·min⁻¹)
- Glucides (g·min⁻¹) = $4.55 \dot{V}CO_2$ (L·min⁻¹) - $3.21 \dot{V}O_2$ (L·min⁻¹)

2.3.4 Dépense énergétique. A partir de l'oxydation des lipides ou des glucides (g·min⁻¹), il est possible d'estimer l'énergie qui provient de chaque type de substrat (kcal·min⁻¹) via des équivalents énergétiques (lipides = 9 kcal·g⁻¹ ; glucides = 4 kcal·g⁻¹). Pour chaque palier (repos, 4 km·h⁻¹, 6 km·h⁻¹), DE totale peut être mesurée en additionnant l'énergie dérivée des 2 substrats, puis en multipliant la valeur obtenue par la durée du palier.

2.3.5 Coût énergétique. Le coût énergétique (C) représente la quantité d'énergie consommée par unité de distance. Il peut être calculé par la puissance métabolique sur la vitesse de déplacement pour obtenir des valeurs en J·kg⁻¹·m⁻¹ (di Prampero, 1986). Cette méthode a été validée pour des exercices aérobies (intensités entre 50 et 80% $\dot{V}O_{2max}$) et stables (2-3 minutes après le début de l'exercice) (Daniels, 1985). Lors des 2 tests sous-maximaux, les valeurs des échanges gazeux ($\dot{V}O_2$ et $\dot{V}CO_2$) de la dernière minute des 2 paliers de marche ont été moyennées et normalisées en fonction du poids, puis converties en débit métabolique brut grâce à une équation standard (Astrand & Rodahl, 1986). Le résultat obtenu a été divisé par la vitesse afin de définir le C à 4 km·h⁻¹ et à 6 km·h⁻¹ (Carrard, Fontana, & Malatesta, 2018).

2.3.6 Perception de l'effort. La charge interne subjective ressentie par les participantes a été déterminée à l'aide de *l'échelle de Borg* directement à la fin des 2 paliers (4 km·h⁻¹ et 6 km·h⁻¹). Cette méthode permet de mesurer la perception de l'effort d'un individu sur une échelle de 6 à 20 lors d'un exercice physique (Borg & Loellgen, 2011).

2.3.7 Atteinte des objectifs. En ce qui concerne le déroulement de l'intervention, la différence entre les objectifs hebdomadaires fixés et le nombre de pas effectués en réalité par les participantes a été quantifiée en valeur absolue et en pourcentage.

2.4 Traitement statistique

Les valeurs sont exprimées en moyenne \pm écart-type. Lorsque les données respectaient les conditions de normalité des variances, des t-tests appariés ont été effectués pour relever les modifications intra sujet entre le premier et le deuxième test au niveau des données anthropométriques, de la qualité de vie et des paramètres métaboliques (DOL, QR, C et DE). Si les valeurs s'avéraient non paramétriques, le t-test était remplacé par un test de Wilcoxon pour les échantillons appariés. Une matrice de corrélation a été réalisée afin de mettre en évidence les relations entre l'intervention, les paramètres métaboliques et les dimensions de la qualité de vie. Les coefficients de corrélation de Pearson (r) et Spearman (ρ) ont été utilisés, le premier a été calculé lorsque les données respectaient les critères de normalité et le second dans le cas contraire. Le seuil de significativité a été défini à $p < 0.05$ pour toutes les analyses statistiques. L'intégralité du traitement des données a été réalisée avec le logiciel RStudio version 1.1.453 (RStudio Inc., USA).

3 Résultats

Durant la période d'intervention, les participantes avaient des objectifs hebdomadaires qui étaient fixés en fonction de leur *baseline*. Chaque semaine, la différence moyenne entre les objectifs fixés et le nombre de pas effectués en réalité a été quantifiée en % et en nombre de pas. Les résultats sont illustrés dans la *Figure 6*.

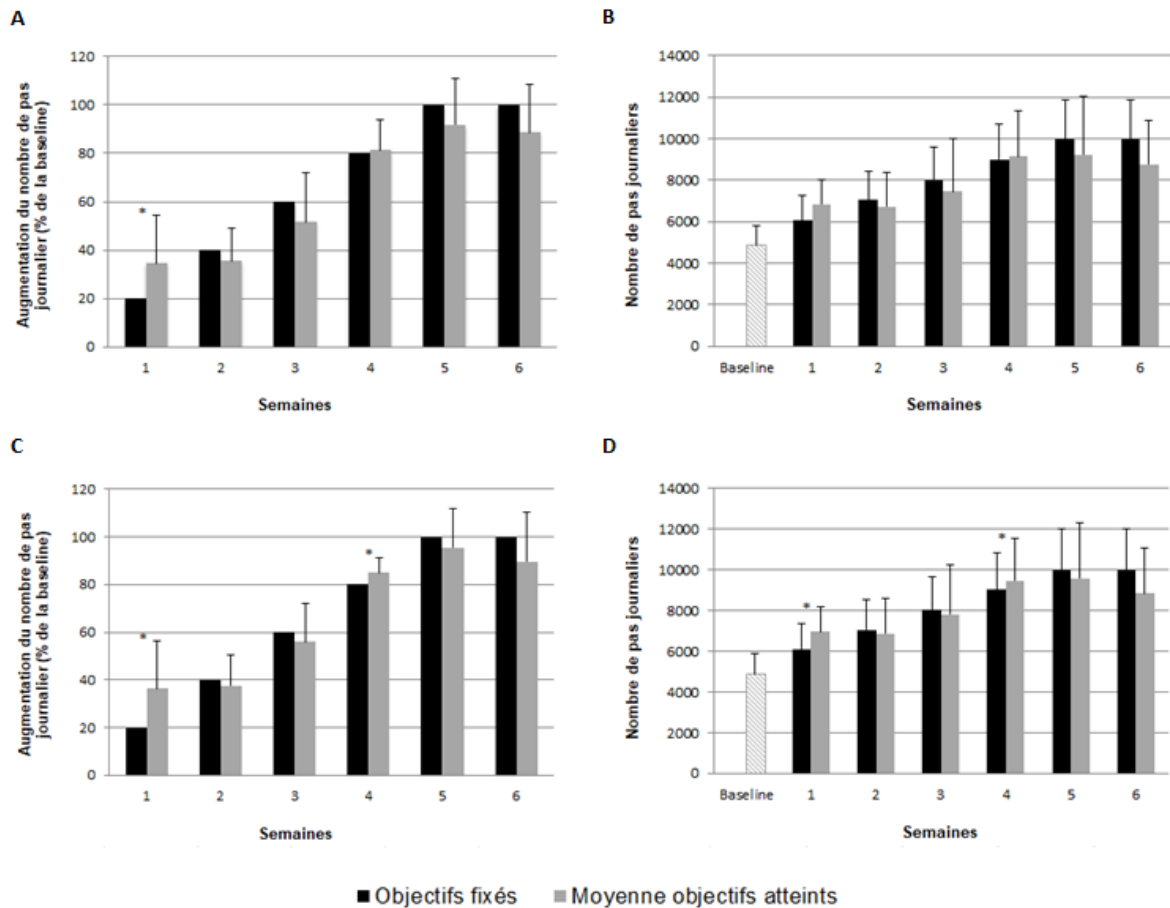


Figure 6. Comparaison des objectifs atteints aux objectifs fixés. Les 6 objectifs fixés (barres noires) et la moyenne hebdomadaire de pas réalisée en réalité (barres grises) sont représentés en pourcentage de la *baseline* pour tous les sujets (A), pour 9 sujets (C). Les 6 objectifs fixés et la moyenne journalière de pas réalisée en réalité sont représentés en nombre de pas pour tous les sujets (B), pour 9 sujets (D).

La *baseline* moyenne des participantes s'élevait à $4'888.80 \pm 918.27$ pas journaliers (*Figure 6B*). De manière globale, les participantes ont atteint les 6 objectifs de l'intervention puisque, hormis un dépassement significatif des objectifs en % lors de la semaine 1 ($p = 0.04$), aucune différence significative n'a été perçue entre les objectifs fixés et le nombre de pas effectués en réalité (*Figure 6A* et *6B*, $p > 0.05$). Cependant, si le sujet 10, qui n'a jamais atteint ses objectifs durant toute l'intervention, était supprimé pour l'analyse statistique (*Figure 6C* et *6D*), les participantes ont significativement dépassé leur objectif de 16.42% en semaine 1 ($p = 0.03$) et

de 4.82% en semaine 4 ($p = 0.003$). En ce qui concerne les semaines 2 ($p = 0.58$), 3 ($p = 0.57$), 5 ($p = 0.82$) et 6 ($p = 0.25$) les sujets sont légèrement en dessous de leurs objectifs mais ces différences ne sont pas significatives (*Figure 6C*).

Les données anthropométriques (âge, taille, poids, IMC, MG, MM) des 10 participantes ont été mesurées lors des deux visites au laboratoire et sont présentées dans le Tableau 2.

Tableau 2

Données anthropométriques mesurées lors du pré test et du post test

	Pré test	Post test	p -value
Age [années]	24.4 \pm 3.5	24.5 \pm 3.3	-
Taille [m]	1.67 \pm 0.04	1.67 \pm 0.04	-
Poids [kg]	65.9 \pm 9.1	66.2 \pm 9.4	0.48
IMC [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$]	23.6 \pm 3.9	23.7 \pm 4.0	0.54
MG [%]	31.8 \pm 3.8	30.2 \pm 5.2*	0.03
MG [kg]	21.3 \pm 5.6	20.4 \pm 6.5	0.11
MM [%]	68.2 \pm 3.8	69.9 \pm 5.2*	0.03
MM [kg]	44.6 \pm 4.0	45.9 \pm 3.8*	0.007

Note. Les valeurs sont représentées en moyenne \pm écart-type. IMC = indice de masse corporelle. MG = masse grasse. MM = masse maigre. *Différence significative entre le pré test et le post test ($p < 0.05$).

Les participantes ont leur MM (en % et en kg) qui a augmenté de manière significative après l'intervention. En ce qui concerne la MG, seule celle qui a été calculée en pourcentage présente une diminution significative. Le poids et l'IMC des sujets n'ont pas montré de différence.

La *Figure 7* présente les scores moyens des différentes dimensions de qualité de vie du questionnaire SF-36 obtenus par les participantes avant et après l'intervention.

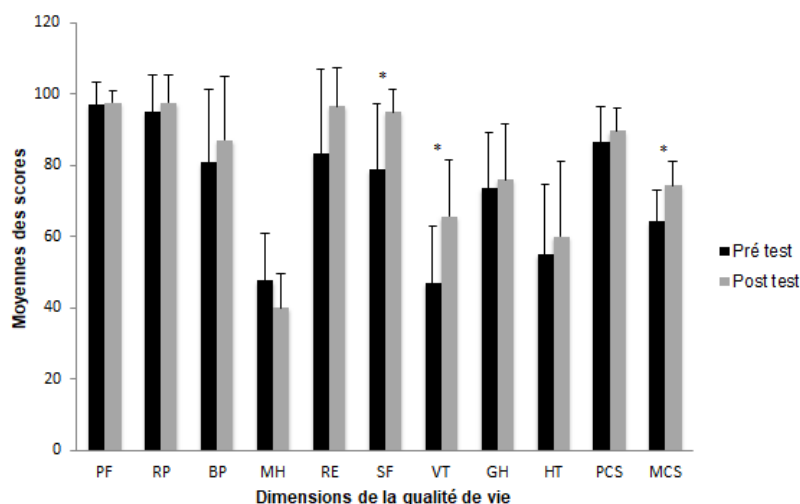


Figure 7. Moyennes des scores obtenus pour les 11 dimensions de la qualité de vie du questionnaire SF-36 lors du pré test (barres noires) et lors du post test (barres grises). PF = activité physique. RP = limitations dues à l'état physique. BP = douleurs physiques. MH = santé psychique. RE = limitations dues à l'état psychique. SF = vie et relation avec les autres. VT= vitalité. GH = santé perçue. HT = évaluation de la santé perçue comparée à 1 an auparavant. PCS = composante physique. MCS = composante mentale. *Différence significative entre le pré test et le post test ($p < 0.05$).

Suite à l'augmentation progressive du nombre de pas journaliers, une amélioration a été observée pour dix des onze dimensions de la qualité de vie des participantes. Cependant, une augmentation significative a été constatée uniquement pour les paramètres de la vitalité ($p = 0.009$), de la vie et relation avec les autres ($p = 0.03$) ainsi que la composante mentale ($p = 0.03$). La santé psychique est la seule dimension pour laquelle les scores étaient moins bons lors du post test. Toutefois, cette différence était non significative ($p = 0.10$). Il a été observé que l'amélioration de la vitalité présentait des corrélations modérées à élevées avec la modification de la MM en % ($r = 0.65$; $p = 0.04$) et en kg ($r = 0.88$; $p < 0.001$) et de la MG en % ($r = -0.65$; $p = 0.04$). De plus, il a été mis en évidence que la vitalité et le nombre de pas réalisés en semaines 5 et 6 sont caractérisés par une corrélation modérée ($\rho = 0.69$; $p = 0.03$). La santé perçue est également fortement corrélée avec le nombre de pas total effectués durant les 6 semaines d'intervention ($r = 0.74$; $p = 0.01$). Finalement, la composante mentale, quant à elle, présente une forte corrélation avec l'atteinte des objectifs hebdomadaires ($r = 0.73$; $p = 0.02$).

Durant les 2 tests sous-maximaux, le DOL, le QR, le C brut et C net ainsi que la DE totale ont été mesurés. Dans le Tableau 3 figurent les moyennes de ces paramètres obtenues pour chaque palier (repos, 4 km·h⁻¹, 6 km·h⁻¹).

Tableau 3

Paramètres physiologiques obtenus lors du pré test et du post test

	Vitesse	Pré test	Post test	<i>p</i> -value
DOL	0 km·h ⁻¹	0.06 ± 0.01	0.03 ± 0.02*	0.01
[g·min ⁻¹]	4 km·h ⁻¹	0.27 ± 0.06	0.22 ± 0.05*	0.04
	6 km·h ⁻¹	0.22 ± 0.04	0.17 ± 0.05*	0.02
QR	0 km·h ⁻¹	0.83 ± 0.04	0.89 ± 0.05	0.06
	4 km·h ⁻¹	0.79 ± 0.02	0.82 ± 0.04	0.13
	6 km·h ⁻¹	0.88 ± 0.02	0.90 ± 0.03	0.07
C brut	0 km·h ⁻¹	-	-	-
[J·kg ⁻¹ ·m ⁻¹]	4 km·h ⁻¹	3.72 ± 0.35	3.64 ± 0.37	0.46
	6 km·h ⁻¹	3.87 ± 0.37	3.82 ± 0.40	0.71
C net	0 km·h ⁻¹	-	-	-
[J·kg ⁻¹ ·m ⁻¹]	4 km·h ⁻¹	2.65 ± 0.27	2.62 ± 0.33	0.74
	6 km·h ⁻¹	3.14 ± 0.36	3.13 ± 0.39	0.91
DE totale	0 km·h ⁻¹	11.13 ± 2.11	10.91 ± 2.10	0.80
[kcal]	4 km·h ⁻¹	38.24 ± 6.60	38.09 ± 7.69	0.91
	6 km·h ⁻¹	62.32 ± 13.35	62.30 ± 14.11	0.99

Note. Les valeurs sont représentées en moyenne ± écart-type. DOL = débit d'oxydation lipidique. QR= quotient respiratoire. C = coût énergétique. DE totale = dépense énergétique totale. *Différence significative entre le pré test et le post test (*p* < 0.05).

Pour tous les paliers du post test, le DOL est caractérisé par une diminution significative ($p < 0.05$). Les moyennes du DOL ont diminué de 2.31% au repos, 4.89% à 4 km·h⁻¹ et 4.94% à 6 km·h⁻¹. En ce qui concerne le QR, DE totale, C brut et C net, aucune différence significative n'a été trouvée entre le pré et le post test ($p > 0.05$).

Les valeurs de la perception de l'effort (échelle de Borg) obtenues à la fin des paliers de 4 km·h⁻¹ et 6 km·h⁻¹ des tests sous-maximaux se trouvent dans le Tableau 4. Les réponses données par les 10 sujets durant les 2 tests ont été comparées et les différences ont été calculées.

Tableau 4

Valeurs de l'échelle de Borg obtenues à la fin des paliers de 4 km·h⁻¹ et 6 km·h⁻¹ lors du pré test et du post test

Vitesse	4 km·h ⁻¹			6 km·h ⁻¹		
Sujets	Pré test	Post test	Δ	Pré test	Post test	Δ
1	11.5	9.5	-2	15	13.5	-1.5
2	6.5	9	2.5	12	10	-2
3	7	7	0	10	9	-1
4	8	7	-1	11	10	-1
5	8	6.5	-1.5	10	7	-3
6	8	8	0	11	12	1
7	7.5	6.5	-1	10.5	8	-1.5
8	9	8	-1	12	11	-1
9	9	7	-2	12	12	0
10	9.5	8	-1.5	12	12	0
Moy	8.40 ± 1.42	7.65 ± 1.02	-0.75 ± -0.40	11.55 ± 1.46	10.45 ± 2.03*	1.10 ± 0.57

Note. Les valeurs sont représentées en moyenne (Moy) ± écart-type. Δ = différence des valeurs de l'échelle de Borg entre le pré test et le post test. *Différence significative entre le pré test et le post test ($p < 0.05$).

Il a été mis en évidence que la moyenne des réponses données à la fin du palier 6 km·h⁻¹ étaient significativement plus faible après l'intervention ($p = 0.01$), ce qui n'est pas le cas pour le palier de 4 km·h⁻¹ ($p = 0.18$). En revanche, si le sujet 2, qui présentait une valeur s'éloignant fortement de la tendance, était supprimé pour l'analyse statistique, une diminution significative de la moyenne du palier 4 km·h⁻¹ était également identifiée lors du post test ($p =$

0.002). Il a aussi été constaté que la perception de l'effort est modérément corrélée avec le coût énergétique net à 6 km·h⁻¹ ($r = 0.66$; $p = 0.04$).

4 Discussion

La présente étude visait à déterminer les effets associés à l'augmentation progressive de la mobilité quotidienne (nombre de pas par jour) durant 6 semaines sur l'oxydation des lipides (DOL) et la qualité de vie chez des personnes peu actives (effectuant en moyenne < 5000 pas·jour⁻¹). Contrairement à notre hypothèse, suite à l'intervention, le DOL a diminué significativement au repos et lors des 2 paliers des tests sous-maximaux. Le QR, la DE et le C, quant à eux, n'ont pas présenté de différence significative suite à l'augmentation progressive de la mobilité quotidienne. En ce qui concerne la composition corporelle, il a été relevé que le % de MM des sujets a significativement augmenté et le % MG a légèrement diminué. De même, les valeurs de l'échelle de Borg ont montré une diminution significative lors des paliers de 4 km·h⁻¹ et 6 km·h⁻¹. En accord avec notre hypothèse, les scores obtenus pour la qualité de vie présentaient une amélioration pour 10 des 11 paramètres analysés. Toutefois, une différence significative a été relevée uniquement pour 3 dimensions (vitalité, vie et relation avec les autres, composante mentale). Cette étude a donc mis en évidence qu'une augmentation progressive de la mobilité quotidienne durant 6 semaines chez les personnes peu actives avait un impact positif sur la qualité de vie ainsi que, dans une moindre mesure, sur le métabolisme.

4.1 Intervention

L'intervention comportait des objectifs hebdomadaires qui augmentaient au fil des semaines puis se stabilisaient dès la semaine 5, lorsque le nombre de pas avait doublé par rapport à la *baseline* des participantes. L'augmentation progressive et individuelle de la mobilité permet de fixer des objectifs réalistes et adaptés à la condition des sujets. Ces éléments sont indispensables pour maintenir la motivation des sujets tout au long de l'intervention (Bravata et al., 2007; Graf et al., 2016). De plus, cela leur a laissé le temps nécessaire pour s'adapter à leur nouvelle routine. L'augmentation hebdomadaire de 20% durant 6 semaines a été définie dans le but d'amener les sujets à passer du statut de sédentaire (moins de 5'000 pas par jour) à actif (10'000-12'499 pas par jour) et donc de se rapprocher un maximum de la recommandation journalière qui s'élève à 10'000 pas (Tudor-Locke & Bassett, 2004; Tudor-Locke et al., 2008). En effet, il semblerait qu'effectuer 10'000 pas par jour représente un équilibre entre les apports et les DE, ce qui permet de préserver un corps en bonne santé (Feito & Musto, 2012; Vuillemin et al., 2005).

Hormis un dépassement des objectifs en % lors de la semaine 1 (*Figure 6A*), l'intervention a bien fonctionné puisque les résultats ont montré que les participantes ont respecté les consignes et atteint les objectifs fixés. Le dépassement de l'objectif lors de la première semaine d'intervention met en évidence la motivation des sujets et confirme les affirmations de Bravata et al. (2007) et Graf et al. (2016) : l'utilisation du podomètre ainsi que la mise en place d'objectifs individuels et réalistes favorisent la motivation. Il est également important de préciser qu'une augmentation de 20% représente une faible différence en termes de pas. Pour une personne ayant une *baseline* de 4'250 pas journaliers, l'objectif de la première semaine s'élève à 5'100 (Tableau 1) soit 850 pas de plus par jour. Or, il a été relevé que lors d'une activité physique d'intensité modérée, on effectue en moyenne 100 pas par minutes (Miller, 2011). Cela signifie donc qu'il suffisait à cette participante de marcher 8 minutes 30 supplémentaires par jour pour obtenir une augmentation de 20%.

Les objectifs des semaines 2 et 3 ont été atteints avec moins de succès qu'en semaine 1 (*Figure 6*). Cela peut s'expliquer par le fait que pour atteindre une augmentation de 40% et 60%, il est nécessaire de modifier ses habitudes et d'adopter des routines favorisant l'activité. Or, un changement de comportement est un processus qui prend du temps (OFSPQ, 2013). Les résultats de la semaine 4, sans le sujet 10 (*Figure 6C et 6D*), mettent en évidence qu'après quelques semaines d'intervention, les participantes connaissaient les méthodes à adopter pour augmenter leur mobilité. Elles ont pris conscience du nombre de pas que représentait telle ou telle activité, ce qui a favorisé la motivation et la planification de leurs occupations afin d'atteindre leurs objectifs. Finalement, lors des semaines 5 et 6, les objectifs ont été atteints mais un léger relâchement s'est fait ressentir (*Figure 6*). Cela est potentiellement lié au fait que 7 participantes sur 10 étaient en période d'examen. L'étude de Steptoe et al. (1996) a montré une diminution du niveau d'activité physique chez les étudiants en révisions. Comparé au travail académique habituel, les étudiants affirment avoir une charge de travail plus dense et disposer de moins de temps pour leurs activités extra-universitaires lors des périodes d'examen. Ils reconnaissent également privilégier les relations sociales plutôt que l'activité physique lors de leur temps libre (Deliens, Deforche, De Bourdeaudhuij, & Clarys, 2015). De plus, l'une des 3 participantes restantes était malade lors des 2 dernières semaines. Cela signifie que seules 2 participantes étaient dans des conditions habituelles en semaines 5 et 6. Ces résultats mettent en évidence qu'atteindre et maintenir quotidiennement les recommandations (10'000 pas journaliers) n'est pas facile, surtout pour les personnes peu actives à la base. Même dans le cadre d'une étude avec des objectifs fixés, un suivi et des encouragements, ce

challenge se révèle être difficile. Il est également important de préciser qu'une modification durable de son niveau d'activité est un long processus qui s'effectue par étapes et qui peut comporter des retours en arrière (OFSPPO, 2013). Il aurait donc été intéressant de continuer à enregistrer le nombre de pas journaliers post étude des participantes afin de voir si elles ont maintenu leur niveau d'activité physique, synonyme de changement de comportement.

En observant l'intégralité de l'intervention d'un des sujets (*Figure 8*), on se rend compte que le nombre de pas effectués au cours d'une journée peut subir de grandes variations en fonction des activités réalisées. De plus, répartir l'exercice physique sur plusieurs jours de la semaine comme le conseille l'office fédéral du sport et al. (2013) n'est pas toujours chose facile. Cependant, si l'on cherche à atteindre des améliorations optimales au niveau du DOL, du métabolisme de base ainsi que sur la qualité de vie, il est nécessaire d'avoir une activité physique régulière durant la semaine plutôt que ponctuelle. Malgré la difficulté de modifier ses habitudes pour adopter un mode de vie plus actif, l'intervention a été réalisée avec succès. Tous les objectifs fixés ont été atteints, voir dépassés (semaine 1). A la fin des 6 semaines d'intervention, la grande majorité des participantes ont doublé leur nombre de pas quotidiens, se rapprochant des recommandations de 10'000 pas journaliers.

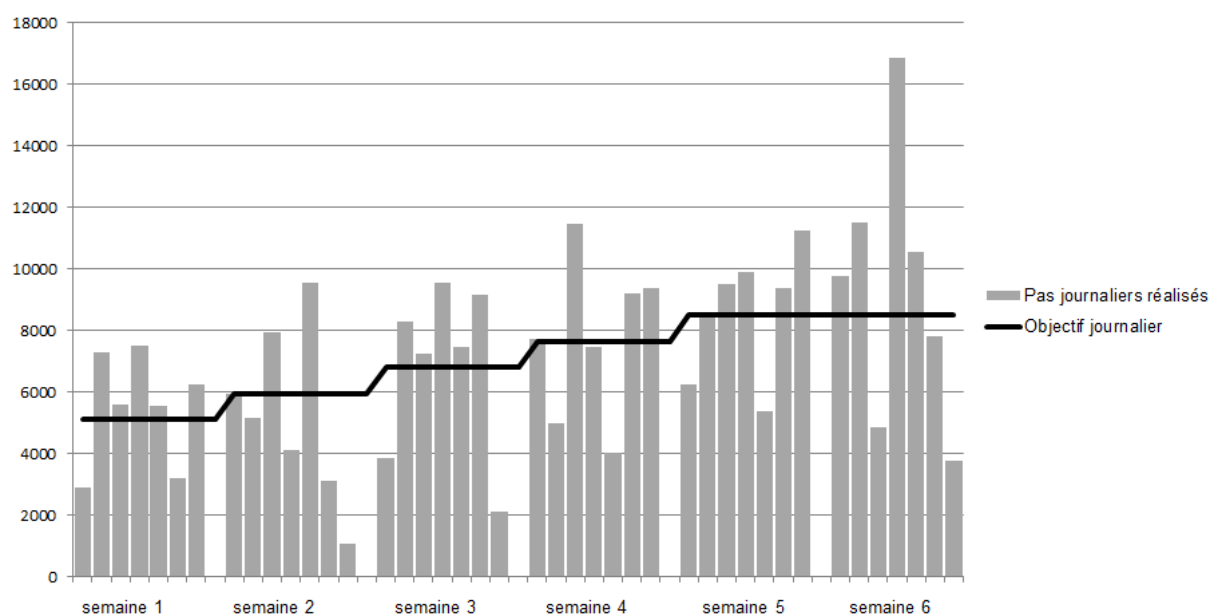


Figure 8. Intégralité de l'intervention de 6 semaines d'une des participantes dont la *baseline* était de 4'250 pas·jour⁻¹. Ses objectifs sont présentés dans le Tableau 1.

4.2 Impact de l'intervention sur le DOL et les paramètres métaboliques

Etant donné que l'augmentation de l'activité physique d'un sujet influence positivement l'aptitude physique aérobie, une amélioration du DOL et du métabolisme de base des participantes était attendue après 6 semaines d'intervention. En effet, Astorino et al. (2013) ont, par exemple, mis en évidence que le DOL est augmenté en réponse aux entraînements par intervalles de haute intensité. De plus, il a été montré que pour des intensités d'effort identiques, les sujets entraînés présentent des DOL significativement plus élevés que ceux de sujets non-entraînés (*Figure 4*) ainsi qu'un taux d'enzymes oxydatives plus élevé (Chenevière et al., 2013; Nordby et al., 2006). Un individu qui s'entraîne va subir des adaptations physiologiques telles que l'augmentation de la densité de ses mitochondries et de la capillarisation de ses muscles squelettiques. L'entraînement favorise l'expression de certains gènes qui renforce l'activité des enzymes oxydatives. Le passage des acides gras libres à travers les membranes musculaires et mitochondriales va également être stimulé. Tous ces éléments engendrent une amélioration du DOL chez les personnes entraînées (Hawley et al., 2014; Nordby et al., 2006).

Contrairement à notre hypothèse et aux résultats obtenus par Astorino et al. (2013), le DOL est caractérisé par une diminution au repos et lors des 2 vitesses de marche ($4 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ et $6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$). Il est possible que cette différence soit liée au fait que l'intervention d'Astorino et al. (2013) a duré 12 semaines et était basée sur des entraînements à intervalles d'intensité modérée à élevée. Dans notre étude, nous avons encouragé les participantes à marcher davantage mais l'intensité de cet effort était bien moindre par rapport à que celle des HIIT. Cela confirme que les entraînements intermittents de haute intensité sont associés à une amélioration plus rapide de l'aptitude physique aérobie que les entraînements continus à intensité modérée (Lanzi et al., 2015; Malatesta, 2017). De plus, la durée de notre intervention était plus courte que celle d'Astorino et al. (2013). En revanche, Lanzi et al. (2015) ont obtenu des résultats positifs sur le DOL chez les personnes obèses après seulement 2 semaines d'entraînement intermittent ou continu. Les différences au niveau de la durée d'intervention, de l'intensité des efforts pratiqués et des caractéristiques des participants peuvent expliquer pourquoi nos résultats de DOL sont moindres comparés à ceux des autres études mais n'expliquent pas la diminution obtenue suite à l'augmentation progressive de la mobilité quotidienne durant 6 semaines.

Tout d'abord, cette diminution pourrait provenir de la variabilité intra individuelle. Il a en effet été relevé que l'oxydation des lipides d'un même individu modérément actif peut varier jusqu'à 15% d'un jour à l'autre (Crocì et al., 2014). Les diminutions obtenues étant de 2.31 % au repos, 4.89% à 4 km·h⁻¹ et de 4.94% à 6 km·h⁻¹, il est possible que cela provienne de la variabilité intra individuelle malgré la standardisation des mesures (diète identique la veille des tests, éviter les efforts intenses la veille et le jour des tests, déroulement des tests à effectuer à jeun...).

Deuxièmement, il est possible que le stress provoqué par les examens ait une influence sur le comportement alimentaire des participantes. Conformément aux résultats de l'étude de Olivier et Wardle (1999), l'étude de Costarelli et al. (2012) qui a analysé le comportement alimentaire des étudiantes grecques a reporté que la majorité (63.3%) d'entre elles modifient leur comportement alimentaire en période d'examen. La proportion d'individus qui mangent plus sous l'effet du stress (35%) est presque identique à la proportion qui mange moins (28.3%) (Costarelli & Patsai, 2012; Oliver & Wardle, 1999). Il semblerait que les comportements hyperphagique ou hypophagique soient définis par le type et la sévérité du stress ressenti. Il a été observé chez les rats que le stress aigu est à l'origine d'une augmentation de l'alimentation alors que le stress plus sévère et chronique est associé à la sous-alimentation (Krebs, Macht, Weyers, Weijers, & Janke, 1996). L'étude de Pollard et al. (1995) a mis en évidence que l'anxiété et le soutien social d'un individu sont également des facteurs susceptibles de modifier le comportement alimentaire adopté lors de la période d'examen. Les étudiants très anxieux qui avaient un soutien social faible présentaient une augmentation de l'apport alimentaire alors que ceux qui étaient peu anxieux et qui avaient un soutien social élevé ont montré une diminution de l'apport alimentaire. Ils ont également comparé le taux de lipides sanguin des participants en situation habituelle et en période d'examen mais aucune différence n'a été observée. En revanche, ils ont remarqué que les étudiantes qui utilisaient des contraceptifs oraux présentaient une augmentation de la concentration totale de cholestérol lors des révisions (Pollard, Steptoe, Canaan, Davies, & Wardle, 1995). De plus, une étude a relevé que l'envie de manger est fortement présente chez les étudiants en révisions. Il semblerait que le fait de manger est utilisé comme stratégie de distraction face aux sentiments de peur, de tension et de stress (Macht, Haupt, & Ellgring, 2005). Finalement, lors des périodes de stress, le temps consacré à cuisiner est restreint ce qui signifie qu'en général les individus stressés privilégient les repas dont la préparation est rapide (plats à réchauffer, fastfoods) au détriment de la qualité des plats consommés (Torres & Nowson, 2007). Il a également été

observé que la consommation de collations riches en sucre et graisse (biscuits, gâteaux, chocolat) augmente alors que la quantité des aliments consommés lors des repas (fruits, légumes, viande et poisson) diminue (Oliver & Wardle, 1999). En revanche, dans notre étude les sujets devaient suivre une diète équilibrée la veille du pré test et manger de manière similaire lors des 24h précédant le post test. Toutes les participantes ont affirmé avoir respecté cette consigne et aucune d'entre elles n'a mentionné une modification de son alimentation durant l'intervention. On ne peut donc pas affirmer que les sujets en révisions ont changé leurs habitudes alimentaires.

Mis à part les troubles alimentaires, la période d'examen favorise également la sédentarité. Dans l'étude de Deliens et al. (2015), des étudiants ont confié passer la majorité de leurs journées enfermés à l'intérieur, assis devant l'ordinateur lors des révisions. Ils affirment également que le temps libre qu'ils ont à disposition est consacré aux relations sociales. Lors de notre intervention, les participantes cherchaient à augmenter leur nombre de pas journaliers mais le temps passé assis à réviser a certainement augmenté lors des semaines d'examen. En d'autres termes, leur activité physique a augmenté mais leur sédentarité également. Il est possible que le fait d'adopter un comportement sédentaire ait été défavorable aux bénéfices qu'entraîne la pratique régulière d'une activité physique. En résumé, il semblerait que les sujets n'ont pas modifié leur régime alimentaire, donc cet aspect ne peut pas expliquer la diminution post intervention du DOL. En revanche, il est probable que la variabilité journalière et l'augmentation de la sédentarité durant la période de révision soient à l'origine de la diminution surprenante du DOL.

A l'inverse de la méta-analyse de Bravata et al. (2007), les résultats obtenus concernant les données anthropométriques ne relèvent pas de diminutions du poids et de l'IMC des participantes. Cela peut s'expliquer par le fait que les études analysées étaient différentes de la nôtre sur plusieurs points : les interventions duraient en moyenne 18 semaines, la majorité des sujets étaient en surpoids, toutes ces études comparaient l'augmentation du nombre de pas journaliers de personnes ayant un objectif (10'000 pas journaliers) à d'autres n'en possédant aucun et les objectifs n'étaient pas individuels ni progressifs mais basés sur les recommandations. Par contre, l'absence de modifications du poids et de l'IMC est conforme aux résultats de l'étude d'Astorino et al. (2013) qui était basée, comme dans notre étude, sur des femmes sédentaires ayant un IMC normal. En revanche, nous avons observé un changement de la composition corporelle, la MM a augmenté alors que la MG a diminué. Une corrélation a mis

en évidence que la modification de la MM est étroitement liée à la vitalité. Cette composante de la qualité de vie est également corrélée avec le nombre de pas effectués en semaine 5 et 6. Ces observations rejoignent l'idée que l'augmentation de la mobilité améliore la vitalité et sollicite davantage les muscles ce qui favorise leur développement et entraîne un gain de masse musculaire.

En nous basant sur l'idée que l'entraînement engendre des adaptations physiologiques, nous avons supposé qu'une diminution de la perception de l'effort pour les paliers de $4 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ et $6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ serait engendrée suite aux 6 semaines d'intervention. Cette hypothèse a été confirmée puisqu'une diminution significative a été trouvée pour ces deux vitesses de marche. Cependant la diminution de la perception de l'effort ne peut pas être expliquée par des modifications métaboliques puisque aucune différence n'a été trouvée pour le QR, la DE, et que le DOL a diminué. Un autre paramètre qui pourrait expliquer la réduction de la perception de l'effort serait une diminution du coût énergétique (C). Brisswalter et Delextrat (2015) ont affirmé que la perte de poids, la diminution de MG et l'augmentation de la force dans les membres inférieurs sont à l'origine d'une réduction du C. Toutefois, dans la présente étude aucune perte de poids et aucune diminution du C n'a été observée. Cependant, il a été relevé que la différence de perception de l'effort à $6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ était corrélée avec la différence de coût énergétique net. Malgré l'absence de différence significative du C net entre avant et après l'intervention, cette corrélation démontre qu'une diminution du C net est liée à une réduction de la perception de l'effort lors de la marche rapide. Une autre hypothèse serait que la diminution de la perception de l'effort soit liée à une amélioration de la qualité de vie. En effet, il est possible que l'amélioration de ses dimensions offre de meilleures dispositions pour la réalisation d'un exercice physique. En d'autres termes, le fait de se sentir mieux psychologiquement permettrait de mieux supporter un effort et de modifier la perception de celui-ci. Cependant, aucune corrélation significative entre les dimensions de la qualité de vie et la perception de l'effort n'a été trouvée dans la présente étude permettant de confirmer cette hypothèse. En résumé, la diminution significative de la perception de l'effort à $4 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ et $6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ met en évidence le fait que les sujets ressentent moins de difficulté à effectuer un exercice physique suite à l'augmentation progressive de leur mobilité durant 6 semaines.

4.3 Impact de l'intervention sur la qualité de vie

Conformément à la méta-analyse de Vuillemin et al. (2011), 10 des 11 dimensions de la qualité de vie ont eu tendance à s'améliorer suite à l'intervention de 6 semaines. Cependant, une

différence significative a été observée uniquement pour 3 paramètres (la vitalité, la vie et relation avec les autres et la composante mentale). Les résultats obtenus par Vuillemin et al. (2011) présentés dans la *Figure 5*, sont caractérisés par une amélioration et une significativité plus importante que dans la présente étude. Ceci est certainement lié au fait qu'ils ont comparé les scores d'individus qui atteignent les recommandations avec ceux qui ne les atteignent pas alors que notre étude s'est intéressée à l'effet d'une intervention sur la qualité de vie d'un même individu. Dans notre travail, seuls 3 sujets sur 10 atteignent les recommandations à la fin de l'intervention. Pour ces raisons, il est plus judicieux de comparer nos résultats à ceux obtenus dans une étude brésilienne qui avait comme objectif d'observer les effets d'un programme de Pilates [mélange de mouvements inspirés des arts martiaux, de la gymnastique et du yoga se focalisant sur la respiration et le renforcement des muscles profonds (Salito & Schmid, 2018)] de 12 semaines sur la qualité de vie et le sommeil des personnes sédentaires (Leopoldino et al., 2013). Ils ont également utilisé le questionnaire SF-36 et ont mis en évidence une amélioration significative de toutes les dimensions de la qualité de vie excepté un paramètre de la composante physique qui présentait une amélioration non significative. Comme l'étude de Vuillemin et al. (2011), l'étude brésilienne présente des résultats plus concluants que ceux que nous avons obtenus. Pourtant, l'intensité à laquelle sont effectués les exercices de Pilates est très similaire à celle de la marche. Les résultats observés sont certainement liés au fait que l'intervention durait 12 semaines, ce qui représente le double de la nôtre. Cela laisse suggérer que si notre intervention avait duré plus longtemps, il est probable que des différences plus significatives entre les 2 tests auraient été trouvées.

La santé psychique est l'unique dimension qui a subi une légère diminution non significative dans notre étude. Cette tendance semble aller contre l'idée de Wardurton et al. (2006) et De Matos et al. (2019) qui affirment que mener une vie active est bénéfique pour la santé physique et psychique. Ce désaccord peut être expliqué par le fait que la période d'examen est associée à une augmentation de la peur, du stress et des tensions ainsi qu'une diminution du bien-être émotionnel chez les étudiants (Macht et al., 2005; Pollard et al., 1995). Etant donné que l'exercice physique n'est pas la priorité des étudiants en révisions, il est possible que l'anxiété et le stress ressentis durant la cette période soient d'autant plus élevés.

Dans la présente étude, des corrélations intéressantes ont été trouvées entre l'intervention et l'amélioration de la qualité de vie. En effet, la vitalité était notamment étroitement liée au nombre de pas réalisés en semaine 5 et 6. De même, le nombre de pas total effectués durant

l'intervention a une influence positive sur la santé perçue alors que l'atteinte des objectifs favorise la composante mentale. Ces observations confirment les résultats des études de Leopoldino et al. (2013), Shibata et al. (2007), Heath et Brown (2009), Brown et al. (2004) et la méta-analyse de Vuillemin et al. (2005) et soutiennent l'idée que plus un individu se rapproche des 10'000 pas journaliers [comme le conseille l'OFSP et al. (2013)], plus l'amélioration de la qualité de vie est importante. Au final, en dépit d'un faible impact sur la composante physique, l'intervention de notre travail de recherche a mis en évidence que la pratique d'une activité physique régulière, même modérée, a tendance à améliorer la grande majorité des dimensions de la qualité de vie, en particulier celle de la vitalité, de la vie et relations avec les autres ainsi que la composante mentale.

4.4 Limitations et perspectives de l'étude

Cette étude présente certaines limites qu'il est important de mentionner. Tout d'abord, les sujets n'ont pas tous utilisé le même type de podomètre (smartphone, montre et bracelets connectés) afin de compter leur pas. Lorsque les participantes pratiquaient une activité qui rendait l'emploi du podomètre impossible, elles devaient convertir le temps des exercices effectués en nombre de pas à l'aide d'un tableau de conversion qui leur a été fourni au début de l'étude. Il est nécessaire de préciser que le tableau ne prenait pas en compte l'intensité à laquelle les activités étaient réalisées. Ensuite, les participantes ont dû respecter certains critères de standardisation la veille des tests sous-maximaux mais certains paramètres tels que la période de leur cycle menstruel, le type de contraceptif utilisé, n'ont pas été pris en considération (Cheneviere, Borrani, Sangsue, Gojanovic, & Malatesta, 2011). Les 2 tests ont été effectués à 6 semaines d'intervalle, le matin à jeun, mais pour des raisons d'organisation, l'heure à laquelle les tests ont été effectués n'a pas été standardisée. En revanche, le post test s'est toujours déroulé dans un intervalle de deux heures par rapport au pré test. Finalement, il est important de souligner que cette étude comportait uniquement un groupe expérimental. L'absence d'un groupe contrôle (sans intervention) ne permet pas d'affirmer que les modifications obtenues soient induites par l'intervention. Une étude future pourrait inclure un plus grand nombre de sujets, un groupe contrôle, une intervention plus longue ainsi que des critères de standardisation plus rigoureux ce qui permettrait probablement d'avoir une puissance statistique plus élevée.

5 Conclusion

En conclusion, l'intervention s'est bien déroulée puisque de manière globale tous les objectifs ont été atteints. Différents éléments tels que des objectifs individuels, progressifs et réalistes, un suivi régulier et des encouragements ont favorisé la motivation des sujets ainsi que la réalisation de leurs objectifs. Contrairement à notre hypothèse, suite à l'intervention, le DOL des participantes diminue au repos et lors des 2 vitesses de marche ($4 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ et $6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$). Par contre, la composition corporelle subit des modifications positives, la MM (en % et en kg) des participantes tend à être augmentée alors que la MG (en %) diminue. De plus, la perception de l'effort diminue pour les 2 paliers lors du post test. En dépit d'un faible impact sur le métabolisme, l'intervention de notre étude met en évidence qu'une augmentation progressive de la mobilité quotidienne chez les personnes peu actives a tendance à améliorer les dimensions de la qualité de vie, en particulier celle de la vitalité, de la vie et relations avec les autres ainsi que la composante mentale. De même, des corrélations intéressantes ont été relevées entre l'intervention et l'amélioration de la qualité de vie. En effet, la vitalité était notamment étroitement liée au nombre de pas réalisés en semaine 5 et 6. De même, le nombre de pas total effectués durant l'intervention a une influence positive sur la santé perçue alors que l'atteinte des objectifs favorise la composante mentale. Toutes ces observations soutiennent l'idée que plus un individu se rapproche de la recommandation journalière de 10'000 pas [comme le conseille l'OFSP et al. (2013)], plus l'amélioration de la qualité de vie est importante.

Bibliographie

- Astorino, T. A., Schubert, M. M., Palumbo, E., Stirling, D., & McMillan, D. W. (2013). Effect of two doses of interval training on maximal fat oxidation in sedentary women. *Med Sci Sports Exerc*, 45(10), 1878-1886. doi:10.1249/MSS.0b013e3182936261
- Astrand, P. O., & Rodahl, K. (1986). Textbook of Work Physiology. NY: *McGraw-Hill Series in Health Ed.*
- Borg, G., & Loellgen, H. (2011). Borg's Perceived Exertion and Pain Scales.
- Braun, J., Paul, A., & Westendorf, B. E. (2012). *Biologie : notions fondamentales SII* (LEP ed.).
- Bravata, D. M., Smith-Spangler, C., Sundaram, V., Gienger, A. L., Lin, N., Lewis, R., . . . Sirard, J. R. (2007). Using pedometers to increase physical activity and improve health: a systematic review. *Jama*, 298(19), 2296-2304. doi:10.1001/jama.298.19.2296
- Bringolf-Isler, B., & Probst-Hensch, N. S. S. G. (2016). Swiss children's Objectively measured PHYsical Activity. *Bern : Office fédéral de la santé publique OFSP.*
- Brisswalter, J., & Delextrat, A. (2015). *Exercise training modifies walking kinematics and energy cost in obese adolescents: A pilot controlled trial* (Vol. 15).
- Brooks, G. A., & Mercier, J. (1994). Balance of carbohydrate and lipid utilization during exercise: the "crossover" concept. *J Appl Physiol* (1985), 76(6), 2253-2261. doi:10.1152/jappl.1994.76.6.2253
- Brown, D. W., Brown, D. R., Heath, G. W., Balluz, L., Giles, W. H., Ford, E. S., & Mokdad, A. H. (2004). Associations between physical activity dose and health-related quality of life. *Med Sci Sports Exerc*, 36(5), 890-896.
- Campbell, N., Reece, J., Urry, L., Cain, M., Wasserman, S., Minorsky, P., & Jackson, R. (2012). *Biologie* (ERPI Ed. 9ème édition ed.).
- Carrard, A., Fontana, E., & Malatesta, D. (2018). Mechanical Determinants of the U-Shaped Speed-Energy Cost of Running Relationship. *Front Physiol*, 9, 1790. doi:10.3389/fphys.2018.01790
- Cheneviere, X., Borrani, F., Sangsue, D., Gojanovic, B., & Malatesta, D. (2011). Gender differences in whole-body fat oxidation kinetics during exercise. *Appl Physiol Nutr Metab*, 36(1), 88-95. doi:10.1139/h10-086

- Chenevière, X., Lanzi, S., & Malatesta, D. (2013). La cinétique d'oxydation des lipides à l'exercice : modélisation et modulations. *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie*, 61(3), 18-27.
- Costarelli, V., & Patsai, A. (2012). Academic examination stress increases disordered eating symptomatology in female university students. *Eat Weight Disord*, 17(3), e164-169.
- Croci, I., Borrani, F., Byrne, N. M., Wood, R. E., Hickman, I. J., Cheneviere, X., & Malatesta, D. (2014). Reproducibility of Fatmax and fat oxidation rates during exercise in recreationally trained males. *PLoS One*, 9(6), e97930. doi:10.1371/journal.pone.0097930
- Daniels, J. T. (1985). A physiologist's view of running economy. *Med Sci Sports Exerc*, 17(3), 332-338.
- De Cocker, K., De Bourdeaudhuij, I., Brown, W., & Cardon, G. (2007). *Effects of "10,000 Steps Ghent". A Whole-Community Intervention* (Vol. 33).
- De Matos, M. G., Calmeiro, L., & Da Fonseca, D. (2019). Effet de l'activité physique sur l'anxiété et la dépression. *La Presse Médicale*, 38(5), 734-739. doi:10.1016/j.lpm.2008.08.015
- Deliens, T., Deforche, B., De Bourdeaudhuij, I., & Clarys, P. (2015). Determinants of physical activity and sedentary behaviour in university students: a qualitative study using focus group discussions. *BMC Public Health*, 15(1), 201. doi:10.1186/s12889-015-1553-4
- di Prampero, P. E. (1986). The energy cost of human locomotion on land and in water. *Int J Sports Med*, 7(2), 55-72. doi:10.1055/s-2008-1025736
- Durnin, J. V., & Womersley, J. (1973). Total body fat, calculated from body density, and its relationship to skinfold thickness in 571 people aged 12-72 years. *Proc Nutr Soc*, 32(1), 45A. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4760798>
- Ekelund, U., Steene-Johannessen, J., Brown, W. J., Fagerland, M. W., Owen, N., Powell, K. E., . . . Lancet Sedentary Behaviour Working, G. (2016). Does physical activity attenuate, or even eliminate, the detrimental association of sitting time with mortality? A harmonised meta-analysis of data from more than 1 million men and women. *Lancet*, 388(10051), 1302-1310. doi:10.1016/S0140-6736(16)30370-1
- Feito, Y., & Musto, T. (2012). *Using Pedometers to Promote Physical Activity Among Clinical Populations* (Vol. 1).

- Frayn, K. N. (1983). Calculation of substrate oxidation rates in vivo from gaseous exchange. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol*, 55(2), 628-634. doi:10.1152/jappl.1983.55.2.628
- Graf, C., Schlepper, S., Bauer, C., Ferrari, N., Frank, S., Gartner, L., . . . Sternal, K. (2016). Feasibility and acceptance of exercise recommendations (10,000 steps a day) within routine German health check (Check-Up 35/GOA29)-study protocol. *Pilot Feasibility Stud*, 2, 52. doi:10.1186/s40814-016-0092-9
- Hallal, P. C., Andersen, L. B., Bull, F. C., Guthold, R., Haskell, W., & Ekelund, U. (2012). Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. *Lancet*, 380(9838), 247-257. doi:10.1016/s0140-6736(12)60646-1
- Hamilton, M. T., Hamilton, D. G., & Zderic, T. W. (2014). Sedentary behavior as a mediator of type 2 diabetes. *Med Sport Sci*, 60, 11-26. doi:10.1159/000357332
- Hauswirth, C., & Brisswalter, J. (1999). *Le coût énergétique de la course à pied de durée prolongée: étude des paramètres d'influence* (Vol. 14).
- Hawley, J. A., Hargreaves, M., Joyner, M. J., & Zierath, J. R. (2014). Integrative biology of exercise. *Cell*, 159(4), 738-749. doi:10.1016/j.cell.2014.10.029
- Heath, G. W., & Brown, D. W. (2009). Recommended levels of physical activity and health-related quality of life among overweight and obese adults in the United States, 2005. *J Phys Act Health*, 6(4), 403-411.
- Henson, J., Dunstan, D. W., Davies, M. J., & Yates, T. (2016). Sedentary behaviour as a new behavioural target in the prevention and treatment of type 2 diabetes. *Diabetes Metab Res Rev*, 32 Suppl 1, 213-220. doi:10.1002/dmrr.2759
- Jeukendrup, A. E., & Wallis, G. A. (2005). Measurement of substrate oxidation during exercise by means of gas exchange measurements. *Int J Sports Med*, 26 Suppl 1, S28-37. doi:10.1055/s-2004-830512
- Krebs, H., Macht, M., Weyers, P., Weijers, H. G., & Janke, W. (1996). Effects of stressful noise on eating and non-eating behavior in rats. *Appetite*, 26(2), 193-202. doi:10.1006/appe.1996.0015
- Lamprecht, M., Fischer, A., & Stamm, H. (2014). Activité et consommation sportives de la population suisse.
- Lanzi, S., Codecasa, F., Cornacchia, M., Maestrini, S., Capodaglio, P., Brunani, A., . . . Malatesta, D. (2015). Short-term HIIT and Fat max training increase aerobic and metabolic fitness in men with class II and III obesity. *Obesity (Silver Spring)*, 23(10), 1987-1994. doi:10.1002/oby.21206

- Leopoldino, A. A. O., Avelar, N. C. P., Passos, G. B., Santana, N. Á. P., Teixeira, V. P., de Lima, V. P., & de Melo Vitorino, D. F. (2013). Effect of Pilates on sleep quality and quality of life of sedentary population. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 17(1), 5-10. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2012.10.001>
- Levine, J. A., & Miller, J. M. (2007). The energy expenditure of using a "walk-and-work" desk for office workers with obesity. *Br J Sports Med*, 41(9), 558-561. doi:10.1136/bjsm.2006.032755
- Macht, M., Haupt, C., & Ellgring, H. (2005). The perceived function of eating is changed during examination stress: a field study. *Eat Behav*, 6(2), 109-112. doi:10.1016/j.eatbeh.2004.09.001
- Malatesta, D. (2017). Quel entraînement privilégier pour les personnes en surpoids? *Le Temps*.
- Miller, K. D. (2011). *Excellent Care for Cancer Survivors : A Guide to Fully Meet Their Needs in Medical Offices and in the Community* (Vol. 1).
- Millet, G. P., & Giulianotti, R. (2019). Sports and Active Living Are Medicine, and Education, Happiness, Performance, Business, Innovation, and Culture...for a Sustainable World. *Frontiers in Sports and Active Living*, 1(1). doi:10.3389/fspor.2019.00001
- Nordby, P., Saltin, B., & Helge, J. W. (2006). Whole-body fat oxidation determined by graded exercise and indirect calorimetry: a role for muscle oxidative capacity? *Scand J Med Sci Sports*, 16(3), 209-214. doi:10.1111/j.1600-0838.2005.00480.x
- OFSPPO. (2013). Document: Activité physique et santé. *Macolin: OFSPPO*.
- Oliver, G., & Wardle, J. (1999). Perceived Effects of Stress on Food Choice. *Physiology & Behavior*, 66(3), 511-515. doi:[https://doi.org/10.1016/S0031-9384\(98\)00322-9](https://doi.org/10.1016/S0031-9384(98)00322-9)
- Plaete, J., Verloigne, M., & De Cocker, K. (2015). Une application pour smartphone peut-elle favoriser l'activité physique de l'adulte ? . *Minerva*, 14(2), 18-19.
- Pollard, T. M., Steptoe, A., Canaan, L., Davies, G. J., & Wardle, J. (1995). Effects of academic examination stress on eating behavior and blood lipid levels. *Int J Behav Med*, 2(4), 299-320. doi:10.1207/s15327558ijbm0204_2
- Romijn, J. A., Coyle, E. F., Hibbert, J., & Wolfe, R. R. (1992). Comparison of indirect calorimetry and a new breath 13C/12C ratio method during strenuous exercise. *Am J Physiol*, 263(1 Pt 1), E64-71. doi:10.1152/ajpendo.1992.263.1.E64
- Salito, R., & Schmid, L. (2018). *L'impact du pilates sur la lombalgie chronique non-spécifique : travail de Bachelor*. Haute école de santé Genève,

- Shibata, A., Oka, K., Nakamura, Y., & Muraoka, I. (2007). Recommended level of physical activity and health-related quality of life among Japanese adults. *Health and quality of life outcomes*, 5, 64-64. doi:10.1186/1477-7525-5-64
- Stoffel-Kurt, N., Favero, K., Marcacci, A., Lieberherr, R., Oetliker, U., Camenzind-Frey, E., . . . Jiménez, A. (2016). MOSEB Alimentation et activité physique en Suisse. *Bern : Office fédéral de la santé publique OFSP*.
- Torres, S. J., & Nowson, C. A. (2007). Relationship between stress, eating behavior, and obesity. *Nutrition*, 23(11-12), 887-894. doi:10.1016/j.nut.2007.08.008
- Tortora, G. J., & Derrickson, B. (2006). *Principes d'anatomie et de physiologie* (M. Forest & L. Martin, Trans. d. boeck Ed. 4ème édition ed.).
- Tremblay, M. (2012). Letter to the editor: standardized use of the terms "sedentary" and "sedentary behaviours". *Appl Physiol Nutr Metab*, 37(3), 540-542. doi:10.1139/h2012-024
- Tudor-Locke, C., & Bassett, D. (2004). *How many steps/day are enough? Preliminary pedometer indices for public health* (Vol. 34).
- Tudor-Locke, C., Hatano, Y., Pangrazi, R., & Kang, M. (2008). *Revisiting "How Many Steps Are Enough?"* (Vol. 40).
- Vuillemin, A. (2011). *Le point sur les recommandations de santé publique en matière d'activité physique* (Vol. 26).
- Vuillemin, A., Boini, S., Bertrais, S., Tessier, S., Oppert, J. M., Hercberg, S., . . . Briancon, S. (2005). Leisure time physical activity and health-related quality of life. *Prev Med*, 41(2), 562-569. doi:10.1016/j.ypmed.2005.01.006
- Warburton, D. E., Nicol, C. W., & Bredin, S. S. (2006). Health benefits of physical activity: the evidence. *CMAJ*, 174(6), 801-809. doi:10.1503/cmaj.051351
- Ware, J. E., Jr., & Sherbourne, C. D. (1992). The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. *Med Care*, 30(6), 473-483.
- WHO Expert Consultation. (2004). Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. *Lancet*, 363(9403), 157-163. doi:10.1016/s0140-6736(03)15268-3
- Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2006). *Physiologie du sport et de l'exercice* (D. Boek Ed. 3ème édition ed.).

Annexe A : Formulaire de consentement

- Veuillez lire attentivement ce formulaire.
- N'hésitez pas à poser des questions si certains aspects vous semblent peu clairs ou si vous souhaitez obtenir des précisions.

Titre de l'étude :	« Effet de l'augmentation du nombre de pas quotidien sur l'oxydation des lipides »
Promoteurs (adresse complète) :	Sciences du Mouvement et du Sport Université de Fribourg, Boulevard de Pérolles 90, 1700 Fribourg
Lieu de réalisation de l'étude :	Laboratoire des sciences du mouvement et du sport, Université de Fribourg, 1700 Fribourg
Investigateurs	
Nom et prénom :	Chenevière Xavier Bachmann Marie
Participant	
Nom et prénom :	_____
Date de naissance :	_____

- Je déclare avoir été informé, oralement et par écrit, par l'investigateur des objectifs et du déroulement de l'étude, des effets présumés, des avantages et des inconvénients possibles ainsi que des risques éventuels.
- Je certifie avoir lu et compris l'information écrite aux participants (version du 4 avril 2019) qui m'a été remise sur l'étude précitée. J'ai reçu des réponses satisfaisantes aux questions que j'ai posées en relation avec ma participation à cette étude. Je conserve l'information écrite aux participants et reçois une copie de ma déclaration écrite de consentement.
- J'ai eu suffisamment de temps pour prendre ma décision.

- Je sais que mes données personnelles ne seront transmises que sous une forme anonyme à des fins de recherche.
- Je prends part de façon volontaire à cette étude. Je peux, à tout moment et sans avoir à fournir de justification, révoquer mon consentement à participer à cette étude.
- Je suis conscient du fait que les exigences et les restrictions mentionnées dans l'information aux participants devront être respectées pendant la durée de l'étude. L'investigateur peut m'exclure à tout moment de l'étude dans l'intérêt de ma santé.

Lieu, date	Signature du participant
------------	--------------------------

Attestation de l'investigateur : J'atteste par ma signature avoir expliqué au participant la nature, l'importance et la portée de l'étude. Je déclare satisfaire à toutes les obligations en relation avec cette étude. Si je devais prendre connaissance, à quelque moment que ce soit durant la réalisation de l'étude, d'informations susceptibles d'influer sur le consentement du participant à participer à l'étude, je m'engage à l'en informer immédiatement.

Lieu, date	Signature de l'investigateur
------------	------------------------------

Annexe B : Questionnaire SCPE



Questionnaire Menez une vie plus active

SOCIÉTÉ CANADIENNE DE PHYSIOLOGIE DE L'EXERCICE –
LA SANTÉ PAR LA PRATIQUE D'ACTIVITÉ PHYSIQUE (SPAP-SCPE®)

L'activité physique améliore la santé physique et mentale. Même en petite quantité, l'activité physique fait du bien, et plus on en fait, mieux c'est.

Pour presque tout le monde, les bienfaits de l'activité physique surpassent largement les risques. Toutefois, pour certaines personnes, il est recommandé d'obtenir les conseils d'un professionnel de l'exercice qualifié (PEQ – détient un diplôme d'études postsecondaires en science de l'exercice et une certification avancée dans ce domaine – consultez scpe.ca/certifications) ou d'un professionnel de la santé. Ce questionnaire s'adresse aux personnes de tous âges et a pour objectif de les aider à cheminer vers un mode de vie plus actif.

☐ Je réponds à ce questionnaire pour moi-même.

☐ Je réponds à ce questionnaire pour mon enfant/une personne à charge en tant que parent/tuteur.

OUI	NON	PRÉPAREZ-VOUS À MENER UNE VIE PLUS ACTIVE
		Les questions suivantes permettront de confirmer que vous pouvez pratiquer une activité physique en toute sécurité. Veuillez répondre OUI ou NON à chacune des questions avant de mener une vie plus active. Si vous ne savez pas exactement quoi répondre, choisissez OUI.
		1 Avez-vous vécu N'IMPORTE LAQUELLE des situations suivantes (A à F) au cours des six derniers mois?
		A Diagnostic ou traitement relativement à une maladie du cœur ou à un AVC, ou douleur/malaise/pression au niveau de la poitrine en pratiquant vos activités de la vie quotidienne ou une activité physique?
		B Diagnostic ou traitement relativement à une hypertension artérielle ou à une tension artérielle au repos de 160/90 mm de Hg ou plus?
		C Vertiges ou étourdissements durant l'activité physique?
		D Essoufflement au repos?
		E Perte de conscience/évanouissement pour quelque raison que ce soit?
		F Commotion?
		2 Présentez-vous actuellement de la douleur ou une enflure à n'importe quelle partie de votre corps (p. ex. blessure, poussée aiguë d'arthrite ou douleur au dos) qui nuit à votre capacité de mener une vie active?
		3 Un professionnel de la santé vous a-t-il recommandé d'éviter ou de modifier certains types d'activité physique?
		4 Avez-vous tout autre problème médical ou physique (p. ex. diabète, cancer, ostéoporose, asthme, lésion médullaire) qui pourrait nuire à votre capacité de mener une vie active?
	> NON à toutes les questions : allez à la page 2 – ÉVALUEZ VOTRE NIVEAU D'ACTIVITÉ PHYSIQUE ACTUEL
		OUI à au moins une question : allez au document de référence – CONSEILS SI VOUS AVEZ RÉPONDU OUI À AU MOINS UNE QUESTION

ÉVALUEZ VOTRE NIVEAU D'ACTIVITÉ PHYSIQUE ACTUEL

Répondez aux questions suivantes pour évaluer votre niveau d'activité physique actuel.

- 1 Au cours d'une semaine typique, combien de jours pratiquez-vous une activité physique aérobie d'intensité moyenne à élevée (p. ex. marche rapide, cyclisme ou jogging)? JOURS/SEMAINE
 - 2 Les journées où vous faites de l'activité physique aérobie d'intensité au moins moyenne (par exemple marche rapide), pendant combien de minutes pratiquez-vous cette activité? MINUTES/JOUR
- Si vous êtes un adulte, multipliez le nombre moyen de jours par semaine par le nombre moyen de minutes par jour. MINUTES/SEMAINE

Les *Directives canadiennes en matière d'activité physique* recommandent la pratique d'au moins 150 minutes par semaine d'activité physique d'intensité moyenne à élevée chez les adultes. Pour les enfants et les jeunes, on recommande au moins 60 minutes par jour. Il est également recommandé de pratiquer des activités pour renforcer les muscles et les os au moins deux fois par semaine pour les adultes, et trois fois par semaine pour les enfants et les jeunes (voir scpe.ca/directives).



CONSEILS GÉNÉRAUX POUR MENER UNE VIE PLUS ACTIVE

Augmentez graduellement votre niveau d'activité physique afin que votre expérience demeure positive. Intégrez des activités physiques qui vous plaisent à votre journée (p. ex. marcher avec un ami ou une amie, se rendre au travail ou à l'école à vélo) et réduisez vos comportements sédentaires (p. ex. périodes prolongées passées en position assise).

Si vous voulez pratiquer une **activité physique d'intensité élevée** (p. ex. une activité physique à une intensité à laquelle il est difficile de maintenir une conversation) et que vous n'atteignez pas les recommandations minimales en matière d'activité physique mentionnées ci-dessus, consultez un professionnel de l'exercice qualifié (PEQ) avant de vous y mettre. Cela permettra de confirmer que votre activité physique est sécuritaire et convient à votre situation.

L'activité physique est aussi une partie importante d'une grossesse en santé.



Attendez avant de mener une vie plus active si vous ne vous sentez pas bien en raison d'une maladie temporaire.

DÉCLARATION

Au meilleur de mes connaissances, tous les renseignements que j'ai fournis dans ce questionnaire sont exacts.
Si des changements surviennent à mon état de santé, je remplirai le questionnaire à nouveau.

J'ai répondu **NON** à toutes les questions de la page 1

J'ai répondu **OUI** à au moins une question de la page 1

Signez et datez la déclaration ci-dessous

Cochez la case ci-dessous qui s'applique à vous :

- ☐ J'ai consulté un professionnel de la santé ou un professionnel de l'exercice qualifié (PEQ) qui m'a recommandé de mener une vie plus active.
- ☐ Je suis à l'aise à l'idée de mener une vie plus active sans consulter un professionnel de la santé ou un PEQ.

Nom (en caractères d'imprimerie) + nom du parent/tuteur, le cas échéant Signature (ou signature du parent/tuteur, le cas échéant) Date de naissance

Date Courriel (optionnel) Téléphone (optionnel)

Avec de la planification et du soutien, vous pouvez profiter des bienfaits d'une vie plus active. Un PEQ peut vous aider.

- ☐ Cochez cette case si vous souhaitez consulter un PEQ afin de mener une vie plus active.
(Vos réponses à ce questionnaire aideront le PEQ à apprendre à vous connaître et à comprendre vos besoins.)

Nom, Prénom

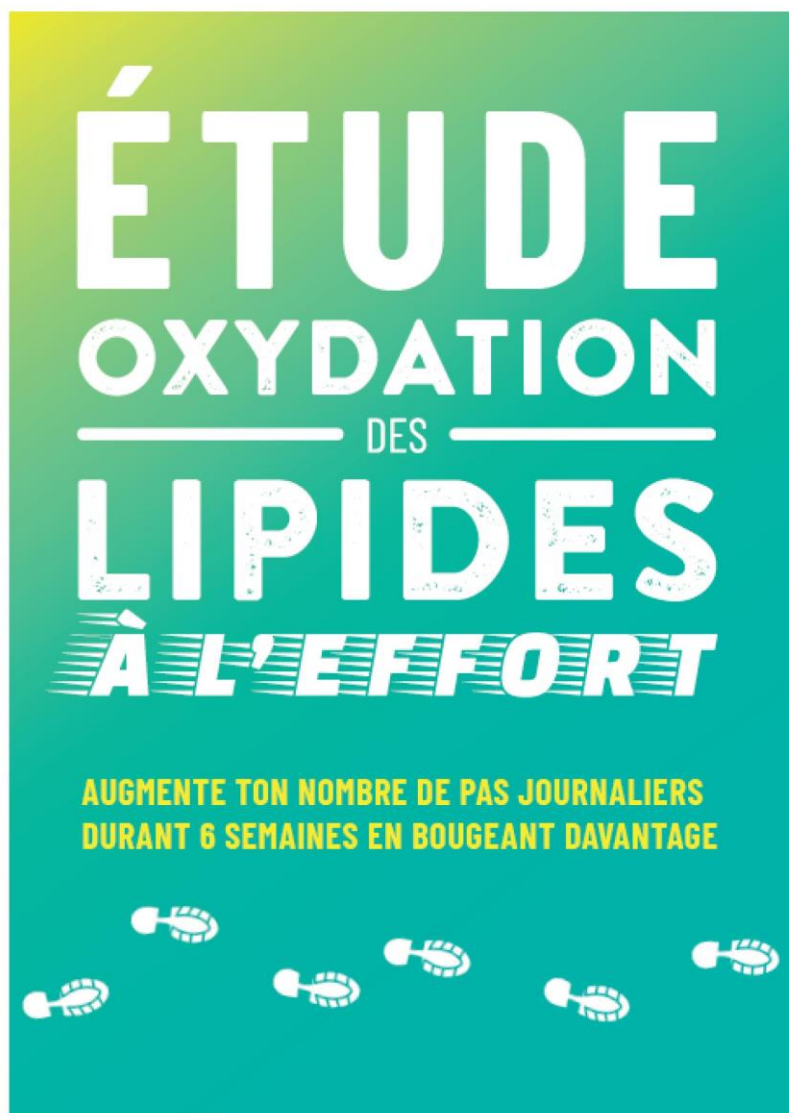


Table des matières

Introduction	3
Recommandations pour les participants	4
Tableau de conversion	5
Intervention et objectifs	6
Semaine 1	7
Semaine 2	8
Semaine 3	9
Semaine 4	10
Semaine 5	11
Semaine 6	12
Fin de l'intervention	13

Introduction

Ce journal vous accompagnera tout au long de cette étude. Vous êtes priés de prendre connaissance des informations qu'il contient. Il comporte toutes les instructions nécessaires à la participation à cette étude ainsi que divers tableaux que vous devrez remplir au fur et à mesure de l'expérience. Ceux-ci vous permettront de relever votre nombre de pas journaliers, votre régime alimentaire la veille des tests ainsi que d'avoir un suivi détaillé.

Le protocole de l'étude se déroulera de cette manière :

1. Calculer le nombre de pas des sujets durant 3 jours afin d'obtenir une moyenne (*baseline*).
2. Effectuer un effort continu de 12' à intensité sous-maximale sur tapis-roulant à l'université de Fribourg.
3. Répartition des participants en 2 groupes : groupe contrôle et groupe expérimental.
4. 6 semaines d'intervention
 - Groupe contrôle :
Ne pas modifier ses habitudes quotidiennes durant 6 semaines.
 - Groupe expérimental :
Augmenter son nombre de pas journaliers durant 6 semaines.
Semaine 1 : augmentation de 20%
Semaine 2 : augmentation de 40 %
Semaine 3 : augmentation de 60 %
Semaine 4 : augmentation de 80 %
Semaine 5 : augmentation de 100%
Semaine 6 : augmentation de 100%
5. Effectuer un deuxième effort continu de 12' à intensité sous-maximale (identique au premier) sur tapis-roulant à l'université de Fribourg

Recommandations pour les participants

La veille du premier test, vous êtes priés de bien vouloir suivre un régime alimentaire équilibré (évités les repas hyper glucidiques ou lipidiques, ex : fondue, raclette). Relevez ci-dessous les 3 repas que vous avez mangés (déjeuner, dîner et souper) ainsi que leur horaire. La veille du deuxième test, vous devrez essayer de manger de manière identique. Il est également recommandé de ne pas s'astreindre à des exercices physiques intenses, de fumer ou de consommer de la caféine les dernières 24h avant les tests. Le jour du test, le sujet doit se présenter au laboratoire de l'université de Fribourg le matin après une nuit à jeun. Seule de l'eau peut être consommée après le réveil. Cela dans le but d'obtenir la plus grande constance entre les tests et les participants.

Déjeuner			
Heure	Produits + quantité (en gr ou portion)	Consignes respectées ? (oui/non)	Autres

Dîner			
Heure	Produits + quantité (en gr ou portion)	Consignes respectées ? (oui/non)	Autres

Souper			
Heure	Produits + quantité (en gr ou portion)	Consignes respectées ? (oui/non)	Autres

Tableau de conversion

Le tableau ci-dessous sert à convertir les minutes d'une activité physique en nombre de pas lorsque l'utilisation d'un podomètre est compliquée. Il suffit de multiplier la durée de l'exercice (en min) par le nombre correspondant dans le tableau. Si vous employez ce tableau pour une activité, lors de la réalisation de celle-ci, il ne faudra pas porter votre podomètre.

Exemple

J'ai fait 45 minutes de pilates → $45 \times 91 = 4'095$

On peut conclure que 45 minutes de pilates correspond à 4'095 pas.

Activité	Pas/min		Activité	Pas/min
Aerobic dance	127		Pilates	91
Aerobic step	153		Pêche	91
Badminton	131		Rugby	303
Baseball	130		Shopping	70
Basketball	130		Skateboard	102
Bowling	71		Ski	109
Boxe	131		Ski de fond	114
Danse	109		Snowboard	182
Electronic sports (wii)	91		Spinning (cours)	200
Equitation	90		Squash	348
Football	181		Stretching	15
Frisbee	91		Tae Bo	250
Grimper	244		Tae Kwon Do	290
Gymnastique	121		Tennis	200
Fitness (musculature)	67		Tennis de table	120
Handball	348		Trampoline	90
Inline skating	190		Travaux ménagers	72
Judo et karaté	236		Volleyball	91
Natation de loisir	174		Vélo (balade)	130
Patinage	84		Yoga	45

Intervention et objectifs

Voici la liste des objectifs à atteindre au cours des 6 semaines d'intervention. Vos objectifs sont personnels car ils ont été fixés en fonction de votre *baseline*. Tous les soirs, il est recommandé de relever dans les tableaux ci-dessous le nombre de pas réalisés au cours de la journée ainsi que de convertir les minutes d'activité physique en pas grâce au tableau à la page 5. A la fin de chaque semaine, veuillez m'envoyer une photo de vos données afin que je puisse les traiter.

Je vous souhaite bonne chance !!



Groupe expérimental

Baseline

Jour	Nombre de pas
1	
2	
3	
Baseline	

Objectifs

Semaine	Augmentation	Objectif hebdomadaire	Objectif journalier
1	20%		
2	40%		
3	60%		
4	80%		
5	100%		
6	100%		

Semaine 1

Jour 1

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Jour 2

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Jour 3

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Jour 4

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Jour 5

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Jour 6

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Jour 7

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Objectif :

Total de pas de la semaine :

Moyenne journalière (total de la semaine/7) :

Remarque :

Semaine 2

Jour 1

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Jour 2

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Jour 3

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Jour 4

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Jour 5

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Jour 6

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Jour 7

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Objectif :

Total de pas de la semaine :

Moyenne journalière (total de la semaine/7) :

Remarque :

Semaine 3

Jour 1

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Jour 2

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Jour 3

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Jour 4

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Jour 5

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Jour 6

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Jour 7

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Objectif :

Total de pas de la semaine :

Moyenne journalière (total de la semaine/7) :

Remarque :

Semaine 4

Jour 1

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Jour 2

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Jour 3

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Jour 4

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Jour 5

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Jour 6

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Jour 7

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Objectif :

Total de pas de la semaine :

Moyenne journalière (total de la semaine/7) :

Remarque :

Semaine 5

Jour 1

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Jour 2

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Jour 3

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Jour 4

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Jour 5

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Jour 6

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Jour 7

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Objectif :

Total de pas de la semaine :

Moyenne journalière (total de la semaine/7) :

Remarque :

Semaine 6

Jour 1

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Jour 2

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Jour 3

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Jour 4

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Jour 5

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Jour 6

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Jour 7

Nombre de pas		
Autre activité	Durée	Conversion en pas
Total		

Objectif :

Total de pas de la semaine :

Moyenne journalière (total de la semaine/7) :

Remarque :

Fin de l'intervention

Bravo! Tu es arrivé au bout de cette expérience ! Il ne te reste plus qu'à effectuer le deuxième test sur tapis roulant.

Je te félicite et te remercie infiniment pour ta collaboration, ta motivation et ta persévérance.



Remerciements

Au moment de mettre un point final à ce travail de master, je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont apporté leur aide et qui ont contribué au succès de cette étude.

Pour le temps qu'il m'a accordé, j'aimerais dans un premier temps remercier mon conseiller, Xavier Chenevière qui m'a accompagnée, guidée et rassurée tout au long de ce travail. Je le remercie également pour son professionnalisme, sa disponibilité, ses conseils et toutes les nouvelles choses qu'il m'a apprises au cours de ces 6 derniers mois.

Merci à l'équipe des sciences du sport et de la motricité de Fribourg pour la mise à disposition du laboratoire et du matériel. Je suis très reconnaissante envers Michael Wälchli et Sven Egger pour l'aide qu'ils m'ont apportée en laboratoire lorsque j'en avais besoin.

Pour leur motivation et leur collaboration, je remercie également les 10 participantes qui ont joué le jeu jusqu'au bout.

Finalement, je tiens à remercier ma famille et mes ami(e)s proches pour leur soutien ainsi que la relecture de mon travail.