

NADIA CHANDONNET

**VALIDATION DU QUESTIONNAIRE « *PREGNANCY  
PHYSICAL ACTIVITY QUESTIONNAIRE (PPAQ)* » EN  
COMPARAISON AVEC L'ACCÉLÉROMÉTRIE**

**Dans le cadre du programme de recherche  
« Évaluation de l'activité physique chez la femme obèse  
enceinte »**

Mémoire présenté

à la Faculté des études supérieures et postdoctorales de l'Université Laval  
dans le cadre du programme de maîtrise en Épidémiologie  
pour l'obtention du grade de Maîtrise ès Sciences (M.Sc.)

DÉPARTEMENT DE MÉDECINE SOCIALE ET PRÉVENTIVE  
FACULTÉ DE MÉDECINE  
UNIVERSITÉ LAVAL  
QUÉBEC

2012



## Résumé

Ce mémoire renferme les résultats concernant la validation de la version française d'un questionnaire d'activité physique, le *Pregnancy Physical Activity Questionnaire* (PPAQ). Le questionnaire a été validé dans une population de 49 femmes obèses enceintes en le comparant à un critère fréquemment utilisé dans les études de validation, l'accélérométrie. Puisque l'obésité est un facteur de risque de complications lors d'une grossesse et que l'activité physique peut contribuer à diminuer l'obésité ou à limiter le gain de poids excessif, il est important de bien mesurer l'activité physique dans la sous-population des femmes obèses enceintes. Les outils employés dans cette étude de validation pourront être utilisés pour des projets de développement d'intervention, auprès des femmes obèses enceintes, visant à diminuer les complications périnatales et possiblement la charge financière sur le système de santé.



## Abstract

This Master Thesis contains the findings regarding the validation of a French version of the *Pregnancy Physical Activity Questionnaire* (PPAQ). This version was validated among a population of 49 pregnant obese women using a widely used criterion, the accelerometry. Because obesity is a well known risk factor of gestational and perinatal complications and that physical activity may contribute to a decrease in obesity or less weight gain during pregnancy, it is important to adequately measure the physical activity levels in the sub-population of pregnant obese women. The tools that were used in this validation study are now available for projects on the development of intervention for pregnant obese women aiming to decrease the prevalence of perinatal complications and possibly the financial expenditure for health care system.



## Avant-propos

Mon projet de maîtrise a porté sur une partie du programme de recherche s'intitulant « Évaluation de l'activité physique chez la femme obèse enceinte ». Nous avons choisi, dans le cadre de ce mémoire, de présenter les résultats concernant le questionnaire « *Pregnancy Physical Activity Questionnaire* », le PPAQ, validé en comparaison avec l'accélérométrie. Le programme de recherche a été financé via une subvention de recherche de la Fondation des Étoiles attribuée à Dr Isabelle Marc. Un article, présenté au chapitre II de ce mémoire, est, au moment du dépôt de ce mémoire, sous presse dans la revue PLoS ONE. En plus du Dr Marc et de moi-même, deux collaborateurs ont grandement contribué au succès de cette étude et à la publication de l'article qui en a découlé, les Drs Didier Saey et Natalie Alméras.

Dans le cadre de ma maîtrise, j'ai eu la chance de recevoir une bourse de la Fondation des Étoiles puis une bourse, en partenariat avec la Fondation des Étoiles, du Réseau de formation en recherche périnatale du Québec-IRSC (QTNPR). Je tiens à remercier grandement ces deux organismes pour leur soutien financier, soutien qui permet aux étudiants de se concentrer à plein temps sur la recherche. J'ai aussi bénéficié, tout au long de mon cheminement, d'un soutien direct de ma directrice, Dr Isabelle Marc, et d'une collaboration rédactionnelle avec les co-auteurs de l'article. J'ai eu la chance, pendant ma maîtrise, d'être impliquée dans le programme de recherche depuis son approbation éthique jusqu'à la publication. De plus, j'ai pu partager mon temps entre cette étude, qui était ma tâche et mon objectif principal, et un second projet concernant l'utilisation de l'hypnose pendant la grossesse. Cela m'a permis d'avoir une vision globale de la recherche clinique et d'en apprécier toute son ampleur.

Enfin, je tiens aussi à remercier tous les autres acteurs qui ont été impliqués, de près ou de loin, dans ce projet de maîtrise : tous les médecins et infirmières qui ont référé leurs patientes à notre équipe de recherche, la professionnelle de recherche et les autres étudiants de l'équipe de Dr Marc, les infirmières de recherche qui ont contribué à l'éthique et au recrutement ainsi que l'équipe de recherche de Dr Julie Robitaille qui a apporté aide et connaissances au plan nutritionnel pour le programme sur l'hypnose.

Pour terminer, le présent mémoire a été majoritairement rédigé en langue française. Cependant, l'article présenté au Chapitre II ainsi que la plupart des annexes sont présentés en anglais, principale langue de publication scientifique. Par ailleurs, la plupart des références citées, autant pour les portions françaises qu'anglaises, proviennent de sources anglaises.

*À mes parents, France et Jean-Louis, mes sœurs, Mélanie et Myriam, et aux meilleures copines, Claude, Josie-Anne et Nydia, qui ont su me soutenir et me témoigner leur affection continuellement au cours de ces trois années.*



# Table des matières

Résumé.....	iii
Abstract.....	v
Avant-propos.....	vii
Table des matières.....	xi
Liste des tableaux.....	xiv
Liste des figures.....	xv
Liste des équations.....	xvi
Liste des abréviations.....	xvii
Introduction.....	1
Question de recherche.....	5
Chapitre I ÉTAT DES CONNAISSANCES ET PROBLÉMATIQUE.....	7
1.1 Obésité.....	7
1.1.1 Définition.....	7
1.1.1.1 Classification selon l'indice de masse corporelle.....	7
1.1.1.2 Classification selon le tour de taille.....	10
1.1.1.3 Classification selon la masse grasse.....	10
1.1.2 Historique et évolution de la maladie.....	13
1.1.3 Situation actuelle.....	14
1.1.4 Complications et risques.....	16
1.2 Activité physique.....	18
1.2.1 Recommandations.....	18
1.2.2 Outils de mesures.....	20
1.2.2.1 Définition des termes d'évaluation des outils.....	20
1.2.2.2 Questionnaires.....	23
1.2.2.3 Accélérométrie.....	26
Chapitre II FRENCH <i>PREGNANCY PHYSICAL ACTIVITY QUESTIONNAIRE</i> COMPARED WITH AN ACCELEROMETER CUT POINT TO CLASSIFY PHYSICAL ACTIVITY AMONG PREGNANT OBESE WOMEN.....	33
2.1 Résumé.....	35
2.2 Abstract.....	37

2.3 Introduction .....	39
2.4 Methods .....	40
2.4.1 Ethics statement .....	40
2.4.2 Study subjects .....	40
2.4.3 Study design .....	40
2.4.4 Measures .....	41
2.4.4.1 Physical activity assessment by the PPAQ .....	41
2.4.4.2 Accelerometer measurements .....	42
2.4.4.3 Other measurements .....	43
2.4.5 Statistical and data analyses .....	44
2.5 Results .....	45
2.5.1 Study population .....	45
2.5.2 Accelerometry .....	45
2.5.3 Physical activity self-reported by the PPAQ .....	46
2.5.4 PPAQ reproducibility .....	46
2.5.5 PPAQ accuracy .....	46
2.6 Discussion .....	47
2.7 Acknowledgements .....	51
2.8 References .....	52
3.1 Population .....	61
3.1.1 IMC .....	61
3.1.1.1 Classification d'obésité à $> 29 \text{ kg.m}^{-2}$ .....	61
3.1.1.2 Auto-rapport du poids pré-gestationnel .....	61
3.1.2 Taille d'échantillon .....	62
3.2 Outils de mesure .....	63
3.2.1 Processus de traduction du questionnaire .....	63
3.2.2 Variable des pas du GT1M .....	63
3.2.3 Dépense énergétique en calories du GT1M .....	63
3.2.4 Sélection du « <i>cut point</i> » de Matthews .....	64
3.3 Méthodologie .....	66
3.3.1 Design .....	66
3.3.2 Compliance aux mesures .....	67

Conclusion .....	69
Perspectives.....	75
Bibliographie.....	77
Annexe 1. Questionnaires d'activité physique.....	83
Annexe 2. Équations et points-limites de l'accélérométrie.....	87
Annexe 3. PPAQ français .....	91
Annexe 4. Mesures d'accélérométrie selon trois points-limites .....	95
Annexe 5. Validation du PPAQ selon trois points-limites.....	97
Annexe 6. Validation du PPAQ en tertiles selon trois points-limites .....	99
Annexe 7. Mesures d'accélérométrie en période de 10 minutes.....	101
Annexe 8. Validation du PPAQ en période de 10 minutes.....	103
Annexe 9. Validation du PPAQ en tertiles en période de 10 minutes.....	105
Annexe 10. Validation du PPAQ par trimestre.....	107

## Liste des tableaux

Tableau 1. Ancienne catégorisation des IMC selon Approvisionnement et Services Canada (1988 à 2003) .....	8
Tableau 2. Catégorisation actuelle des IMC selon l’OMS (1995), les NIH (1998) et Santé Canada (2003) .....	9
Tableau 3. Catégorisation des IMC et gain de poids gestationnel recommandé selon l’IOM (1990 à 2009) .....	10
Tableau 4. % masse grasse mesurés dans la population blanche et Afro-Américaine selon les recommandations d’IMC actuelles en fonction de l’âge et du sexe .....	12
Tableau 5. Prévalences canadiennes de surpoids mesuré entre 1978 et 2005 chez les adultes, selon le sexe et les diverses catégories de surpoids .....	13
Tableau 6. Prévalences canadiennes (rang national des prévalences les plus faibles) de surpoids auto-déclaré en 2010 chez les adultes, par province ou territoire.....	14
Tableau 7. Prévalences canadiennes de surpoids chez les jeunes de 12 à 17 ans entre 2007 et 2010 .....	15
Tableau 8. Prévalences canadiennes des diverses classes d’IMC pré-gestationnel auto-rapporté par des femmes en postpartum (2006), comparaison avec les prévalences auto-rapportées par des femmes en âge de procréer (2005) .....	15
Tableau 9. Risques estimés de certaines complications périnatales liées à l’obésité.....	17
Table 10. Women’s characteristics .....	55
Table 11. Physical activity distribution during pregnancy from Actigraph’s GT1M recording.....	56
Table 12. Physical activity levels as self-reported by the PPAQ .....	57
Table 13. Reliability of the PPAQ .....	58
Table 14. Accuracy of the PPAQ .....	59
Table 15. Mean (SD) GT1M values across tertiles of total energy expenditure based on the PPAQ.....	60
Tableau 16. Journées d’enregistrement valides pour les analyses de validation .....	68

## Liste des figures

- Figure 1. Représentations des concepts de fiabilité et de validité d'un outil de mesure. 1a) Bonne fiabilité, faible validité. 1b) Bonne validité, faible fiabilité. Tirées de la page « *Accuracy and precision* » de l'encyclopédie virtuel gratuit Wikipedia (<http://en.wikipedia.org>) ..... 21
- Figure 2. Représentation du moniteur GT1M et de ses axes de mesures en accélérométrie. Tirée du site web de la compagnie Actigraph ([www.theactigraph.com](http://www.theactigraph.com))..... 28
- Figure 3. Design de l'étude d'« Évaluation de l'activité physique chez la femme obèse enceinte » ..... 66

## Liste des équations

Équation 1. L'indice de masse corporelle selon les unités métriques. Tirée de « Lignes directrices canadiennes pour la classification du poids chez les adultes », Santé Canada, 2003 .....	7
Équation 2. Formule d'extrapolation de l'indice de masse grasse selon l'IMC, l'âge et le sexe. Tirée de Deurenberg, 1991 .....	11
Équation 3. Calcul de la taille d'échantillon requise. Tirée de « <i>Essentials of biostatistics in public health</i> », LM Sullivan, Jones and Bartlett Publishers, Inc., 2008 .....	62

## Liste des abréviations

Acc – accélérométrie, accelerometer  
ACOG – American College of Obstetricians and Gynecologists  
ACSM – American College of Sports Medicine  
ALH – active living habits, habitudes de vie active  
AP – activité physique  
BMI – body mass index  
CDC – Centers for Disease Control and Prevention  
CSA – Computer Science and Applications  
CSEP – Canadian Society for Exercise Physiology  
DLW – doubly-labeled water, eau doublement marquée  
DXA – dual-energy X-ray absorptiometry, absorption bi-photonique à rayons X  
EE – energy expenditure, dépense énergétique  
GA – gestational age, âge gestationnel  
H&C – household and caregiving, maison et famille  
IC – indoor chores, tâches ménagères intérieures  
ICC – intraclass correlation coefficient, coefficient de corrélation intraclasse  
IDF – International Diabetes Federation  
IMC – indice de masse corporelle  
IMG – indice de masse grasse  
IOM – Institute of Medicine  
IPAQ – International Physical Activity Questionnaire  
IQR – interquartile range, étendue interquartile  
IRM – imagerie par résonance magnétique  
KPAS – Kaiser Physical Activity Survey  
LTPA(Q) – Leisure-Time Physical Activity (Questionnaire)  
MAQ – Modifiable Activity Questionnaire  
MET – metabolic equivalent task, équivalent métabolique  
MLIC – Metropolitan Life Insurance Company  
MTI – Manufacturing Technology Incorporated  
NIH – National Institutes of Health  
OC – outdoor chores, tâches extérieures  
Occup – occupational activities, activités liées au travail  
OMS – Organisation mondiale de la santé  
PA – physical activity  
PAPQ – Physical Activity and Pregnancy Questionnaire  
Ped – pedometer, podomètre  
PINPAQ – Pregnancy, Infection, and Nutrition Physical Activity Questionnaire  
PPAQ – Pregnancy Physical Activity Questionnaire  
RC – rapport de cotes  
RR – risque relatif  
RTH – ratio taille-hanche  
S&E – sports and exercises, sports et exercices  
SCC – Spearman correlation coefficient, coefficient de corrélation de Spearman  
SD – standard deviation, écart-type  
SOGC – Society of Obstetricians and Gynaecologists of Canada  
Total 3-pt – sports et exercices, activités liées au travail, habitudes de vie active  
Total 4-pt – total 3-pt + maison et famille  
Transp – transportation, déplacements



## Introduction

Au cours des années, l'image du corps féminin dit « idéal » a grandement évolué. En remontant très loin dans le temps, on peut trouver des sculptures de femmes qui présentent de très importantes courbes, comme la Vénus de Willendorf, statuette datant du paléolithique supérieur (il y a environ 20 000 à 25 000 ans). Bien qu'il soit difficile de confirmer scientifiquement la signification exacte de ces figures, il existe des hypothèses voulant qu'elles soient le symbole de la fécondité féminine, voire même l'idéal féminin paléolithique [1]. Ces hypothèses découlent du fait que la nourriture était souvent limitée et donc, le lien entre la masse grasse et la fertilité était peut-être une sorte de stratégie de survie de l'espèce [2].

En occident, entre le 17<sup>e</sup> et le 19<sup>e</sup> siècle, ce sont les femmes de forte taille (sans être sévèrement obèses), dites rubenesques en l'honneur de Sir Peter Paul Rubens<sup>1</sup>, qui étaient une référence au standard de beauté en comparaison à celles qui étaient plus minces [1]. L'image corporelle est une réflexion des idéaux de la société et, par extension, de la classe sociale. Donc, jusqu'au 20<sup>e</sup> siècle, alors que les individus dépendaient de l'agriculture et de la richesse de leurs récoltes, la minceur était souvent synonyme de pauvreté et de famine tandis que les rondeurs étaient synonymes de santé et de bonne position sociale avec une fortune et un grand confort [3]. Cependant, une étude révisant la littérature britannique du 16<sup>e</sup> au 18<sup>e</sup> siècle révèle que les références romantiques à la taille de la femme soulignent toujours sa finesse, bien que pour les hanches et la poitrine, les écrivains semblent favoriser la volupté [4].

Cet intérêt pour le physique en forme de sablier, qui a fortement été promu pendant l'ère Victorienne<sup>2</sup> avec le port de corsets très serrés, fait appel à trois concepts plus récents, le ratio taille/hanche (RTH), le degré de courbes et le poids pour la grandeur (indice de masse corporelle [IMC], voir section 1.1.1.1). Un RTH de 0.7, par exemple, signifie que la mesure de la taille fait 70% de la mesure des hanches. Dans le cas de la forme sablier, on fait référence à des RTH plutôt faibles. Néanmoins, le RTH est un indicateur de la forme du corps mais n'est en rien un indicateur de poids ; on peut avoir un RTH de 0.7 avec ou sans surplus de poids. Le degré de courbes, lui, inclut en plus la mesure de la poitrine tandis que

<sup>1</sup> Rubens est un peintre du 17<sup>e</sup> siècle qui peignait régulièrement des femmes bien en chair, avec des hanches et des seins volumineux et une taille plus fine.

<sup>2</sup> Époque de la Reine Victoria, 1837 à 1901, Grande-Bretagne.

l'IMC apporte une précision sur la présence ou l'absence de surpoids. Les études utilisant ces trois concepts conjointement sont rares mais seraient pourtant nécessaires afin de dresser un portrait mondial des préférences corporelles [5].

Toutefois, il semble que dans certains pays africains, hispaniques ou de religion musulmane, en particulier là où la vie dépend encore de l'agriculture et est assez précaire, ces rondeurs « sablier » soient encore, de nos jours, perçues comme étant un signe de fertilité, de santé et de force physique [3]. Par opposition, dans la société occidentale moderne, la minceur, puis la maigreur, telles qu'affichées par les mannequins sont devenues si omniprésentes que les enfants grandissent avec cette image de la taille idéale, de la perfection à atteindre [6]. En effet, depuis le début du 20<sup>e</sup> siècle, le standard de beauté a grandement changé à chaque génération. Passant de la rondeur à un corps un peu moins potelé au début du siècle, le standard s'est transformé radicalement dans les années 1920 pour faire place au look garçonne, filiforme avec un RTH près de 1.0. Vers 1950, les courbes ont repris leur place mais les modèles demeuraient minces, comme Marilyn Monroe. Dix ans plus tard, on notait un retour du look garçonne, très mince. Au début des années 1980, la minceur demeurait primordiale avec un look athlétique, puis avec l'apparition de la poitrine surdimensionnée vers 1990, mais toujours ce RTH près de 1.0 [7]. À l'autre extrême, la société nord-américaine a pris du poids. La proportion de gens présentant une obésité a augmenté aux dépens de la proportion des gens avec un poids santé [8,9]. Cependant, avec l'avancement des connaissances scientifiques en santé, ces deux extrêmes d'image corporelle se sont révélés comme étant très néfastes. Autant le surplus de poids que le manque de poids peuvent avoir de très graves répercussions sur la santé de la personne [10].

Le contexte de la grossesse n'échappe pas à la vague d'obésité. De plus en plus de femmes enceintes, primipares et multipares confondues, présentent une obésité pré gestationnelle et conséquemment, expérimentent des complications anté- et périnatales multiples telles que des problèmes de fertilité, désordres hypertensifs (hypertension gestationnelle, pré éclampsie, éclampsie), diabète gestationnel, bébé de gros poids pour l'âge gestationnel, risque de malformations et recours plus fréquent à la césarienne [11]. Il demeure évidemment essentiel de se préoccuper, pour la mère comme pour le bébé, de malnutrition

et d'une absence de prise de poids pendant la grossesse. Cependant, à l'inverse, les recommandations pour la prise en charge des femmes obèses enceintes se mettent seulement en place. Elles représentent un défi vu le peu de données probantes concernant les moyens de contrer les effets néfastes de l'obésité dans ce contexte.

Parmi les interventions de contrôle du poids, l'activité physique apporte des bénéfices sur la santé physique et mentale, en plus de présenter des avantages sur la représentation de l'image corporelle [12]. Il ne faut cependant pas miser sur l'activité physique simplement pour perdre du poids. En fait, les interventions incluant un programme d'activités physiques vont plus souvent mener à une perte de masse grasse dans les principales zones de stockage, dont l'abdomen, sans diminuer beaucoup le poids corporel total. Cela s'explique par une compensation sur la masse maigre; on parle de changement de composition corporelle. Malgré tout, l'intervention permet de réduire la masse grasse, en particulier abdominale, ce qui entraînera une diminution des risques de complications liées à l'adiposité. Une étude auprès de jeunes femmes en santé a noté une prise de poids (0.8 kg en moyenne), suite à huit semaines d'entraînement, due à une hausse de la masse maigre (2.0 kg) plus importante que la perte de masse grasse (1.2 kg) [13]. Les auteurs ont aussi noté que les pertes de poids et de masse grasse sont plus importantes lorsque la masse grasse totale de départ est élevée, comme avec l'embonpoint ou l'obésité, mais qu'il n'y a pas de corrélation entre la variation de masse maigre et la masse grasse de départ. Ces résultats vont un peu dans le même sens que ceux d'une étude auprès de femmes obèses comparant un groupe avec diète, un groupe avec diète et exercices et un groupe contrôle [14]. De façon similaire, les deux groupes d'intervention ont perdu du poids, de la masse grasse et leur proportion corporelle de gras a diminué par rapport au groupe contrôle. Les trois groupes ont présenté une perte de masse maigre significativement équivalente. Bien que les diminutions ne soient pas significativement différentes entre les groupes d'intervention, le groupe avec diète seulement a présenté une perte de masse maigre plus importante (3.0 kg en moyenne contre 0.3 kg pour le groupe avec exercices) résultant en une perte de poids supérieure (7.2 kg en moyenne contre 3.9 kg). Cela revient à dire que 60% de la perte de poids du groupe avec diète seulement est due à une perte de masse grasse alors que la proportion est de 90% dans le groupe avec diète et exercices. Conséquemment, la diminution de la proportion corporelle de gras est plus importante dans

le groupe avec exercices (2.4%) que dans le groupe diète seule (1.2%), bien que cela ne soit pas significatif. La tendance observée malgré la petite taille d'échantillon ( $n=27$ ) devra être confirmée par des études de plus grande envergure.

Dans le cadre d'une grossesse, les effets de l'activité physique ont souvent été évalués sur la prise de poids pendant la grossesse et/ou le maintien du poids postpartum. L'objectif n'étant pas de maigrir, les bénéfices de l'activité physique, seule ou en association avec une intervention nutritionnelle favorisant une diète équilibrée, pourraient être particulièrement importants chez la femme obèse enceinte afin de prévenir ou traiter les effets néfastes de l'obésité sur la santé maternelle, incluant la prise de poids excessive, le diabète gestationnel et l'hypertension [15]. De plus, l'exercice maternel pourrait avoir des effets directs et indirects sur le fœtus mais ils sont mal connus, en particulier dans les populations à risque telles que les femmes obèses [16].

Pour évaluer les niveaux d'activité physique et/ou développer des interventions qui influencent favorablement la santé de la mère, du fœtus et de l'enfant à long terme, les outils qui mesurent l'activité physique doivent être spécifiquement adaptés aux activités recommandées dans la population des femmes enceintes. Les femmes obèses ayant des niveaux d'activité faibles avant, et plus particulièrement pendant la grossesse, les outils utilisés doivent être reproductibles et sensibles. L'accélérométrie et les questionnaires sont des outils performants pour mesurer l'activité physique dans la population générale et sont d'une simplicité d'utilisation les rendant facilement utilisables dans les études épidémiologiques [17]. Cependant, les questionnaires présentent comme avantages supplémentaires d'être très peu coûteux et de nécessiter peu de temps et d'implication de la part des répondants.

## Question de recherche

Dans la perspective de développer une intervention visant l'amélioration des habitudes de vie pendant la grossesse dans la population des femmes obèses enceintes, cette étude transversale a pour buts :

- D'évaluer la reproductibilité du *Pregnancy Physical Activity Questionnaire* (PPAQ) au sein de la population cible;
- De quantifier les niveaux d'activité physique des femmes obèses enceintes par le PPAQ et par accélérométrie;
- De comparer les mesures de l'activité physique recueillies par le PPAQ avec celles mesurées objectivement par accélérométrie dans la population cible.



# Chapitre I

## ÉTAT DES CONNAISSANCES ET PROBLÉMATIQUE

### 1.1 Obésité

#### 1.1.1 Définition

##### *1.1.1.1 Classification selon l'indice de masse corporelle*

L'obésité est régulièrement mesurée par l'indice de masse corporelle (IMC). Il se calcule en divisant le poids (en kg) d'un individu par sa grandeur (en m) au carré.

$$IMC = \text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$$

Équation 1. L'indice de masse corporelle selon les unités métriques. Tirée de « Lignes directrices canadiennes pour la classification du poids chez les adultes », publié par Santé Canada en 2003.

Les limites de l'indice sont mal définies, mais peu de gens se situent sous 16 et au-delà de 50. L'IMC ne peut être calculé et interprété à l'aide de cette équation lorsque le sujet est une femme enceinte ou allaitante, une personne avec une très forte musculature (athlète de haut calibre, bodybuilder, etc.) ou encore avec une musculature à risque d'être diminuée (personnes âgées de plus de 65 ans) [18].

L'IMC est utilisé pour grouper le rapport poids/taille des gens en différentes catégories (sous poids, poids santé, embonpoint et obésité). Cet indice peut être utilisé pour mesurer l'IMC chez les enfants et les adolescents; cependant, la catégorisation est différente de celle des adultes. Par ailleurs, pour éviter la confusion, le terme « surpoids » sera utilisé pour décrire les gens se classant au-delà du poids santé, peu important qu'ils soient classés dans la catégorie « embonpoint » ou « obésité ». Sauf avis contraire, les termes « embonpoint » ou « obésité » référeront automatiquement aux classes d'IMC actuellement utilisées (voir tableau 2). Les gens avec un IMC dit « santé » ont des risques de développer des maladies liées au poids qui sont minimaux. Plus on s'éloigne, vers le haut ou le bas, de ces limites, plus les risques s'accroissent. Il existe, à travers le monde et les années, des valeurs de catégorie variables. Les premières recommandations de poids « idéal » selon la grandeur avaient été produites par la Metropolitan Life Insurance Company (MLIC) en tables

séparées pour les hommes et les femmes, selon la forme du squelette. Ces tables ont été établies en 1943 puis légèrement modifiées en 1959 et 1983 [19].

Au niveau canadien, le Ministère des Approvisionnements et Services Canada a publié en 1988 des lignes directrices pour un poids santé chez l'adulte produites par un groupe d'experts sur les normes de poids. Leur classification des IMC est présentée dans le tableau suivant [10].

*Tableau 1. Ancienne catégorisation des IMC selon Approvisionnement et Services Canada (1988 à 2003).*

IMC (kg.m <sup>-2</sup> )	Risque pour la santé
< 20	Peut être associé à des problèmes de santé chez certaines personnes
20 – < 25	Poids satisfaisant pour la plupart des personnes
25 – 27	Peut être associé à des problèmes de santé chez certaines personnes
> 27	Risque accru de développer des problèmes de santé

Durant les mêmes années, les valeurs américaines étaient plutôt différentes. En fait, les femmes étaient considérées comme ayant un « poids santé » jusqu'à un IMC de 27.3 et les hommes jusqu'à 27.8 [20]. Un comité d'expert de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a publié en 1995 un rapport sur l'utilisation et l'interprétation des mesures anthropométriques [21]. Dans ce rapport, les experts ont ciblé des valeurs d'IMC pour les adultes qui seraient plus représentatives des risques associés au poids et sont présentées dans le tableau 2. En 1998, ces valeurs ont officiellement été adoptées par les National Institutes of Health (NIH), ce qui a complètement ébranlé la population américaine [22]. En effet, la nouvelle norme transformait en une seule nuit plusieurs personnes de « poids santé » en personne en « surpoids »! Santé Canada a adopté ces mêmes valeurs seulement en 2003 [18].

Tableau 2. Catégorisation actuelle des IMC selon l'OMS (1995), les NIH (1998) et Santé Canada (2003).

Catégorie	IMC (kg.m <sup>-2</sup> )
Insuffisance pondérale	< 18.5
Poids santé	18.5 – 24.9
Embonpoint	25.0 – 29.9
Obésité	≥ 30.0
Classe I	30.0 – 34.9
Classe II	35.0 – 39.9
Classe III	≥ 40.0

Une autre classification des IMC, ciblée pour une population particulière cette fois, a fait son apparition en 1990. En effet, de tous les schémas de classification disponibles à l'époque, aucun n'avait été validé avec des issues de grossesse. Par conséquent, l'Institute of Medicine (IOM), qui souhaitait produire des recommandations sur le gain de poids recommandé pendant la grossesse en fonction de l'IMC pré-gestationnel, a établi de nouvelles catégories. Elles étaient basées sur les références de poids idéal de la MLIC de 1959, qui établissaient l'IMC idéal de la femme à environ 22, et sur des pourcentages de 90%, 120% et 135% de l'IMC idéal comme valeurs limites de catégories d'insuffisance pondérale, de surpoids et d'obésité, respectivement. Ces pourcentages n'étaient basés sur aucun critère scientifique ou statistique [23]. Les valeurs de 1990 sont présentées dans le tableau qui suit. Ces informations ont été revues en 2009 afin d'ajuster les valeurs d'IMC avec celles de l'OMS. Les recommandations de gain de poids sont demeurées les mêmes pour toutes les catégories à l'exception de la classe « obésité », pour laquelle on recommande maintenant un gain de cinq à neuf kg. De plus, le taux de prise de poids hebdomadaire aux 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> trimestres, qui correspond à l'étendue suggérée de prise de poids sur toute la grossesse, a été un élément ajouté par les experts [24]. Les recommandations révisées ne sont pas présentées ici puisqu'au commencement du projet, elles n'étaient pas publiées. Par conséquent, elles n'ont pas été employées dans l'étude rapportée dans ce mémoire.

Tableau 3. Catégorisation des IMC et gain de poids gestationnel recommandé selon l'IOM (1990 à 2009).

Catégorie	IMC (kg.m <sup>-2</sup> )	Gain de poids (kg)
Insuffisance pondérale	< 19.8	12.5 – 18
Poids santé	19.8 – 26.0	11.5 – 16
Embonpoint	26.1 – 29.0	7 – 11.5
Obésité	> 29.0	≥ 6.8

#### 1.1.1.2 Classification selon le tour de taille

En plus de la classification selon l'IMC, de plus en plus d'auteurs recommandent de mesurer le tour de taille, qui s'avérerait une mesure plus représentative de l'obésité et des risques qui sont associés à l'adiposité viscérale. Les valeurs maximales de tour de taille aujourd'hui acceptées par Santé Canada sont de 102 cm (40 po) pour les hommes et de 88 cm (35 po) pour les femmes [18]. Au-delà de ces seuils, les risques associés à un excès d'adiposité abdominale sont augmentés. Cependant, des valeurs plus conservatrices sont mises de l'avant par certaines équipes, dont celles de l'International Diabetes Federation (IDF) qui situent les valeurs critiques à 94 cm (37 po) pour les hommes et 80 cm (31.5 po) pour les femmes [25].

Cette mesure est soumise aux mêmes contraintes que l'IMC en ce qui a trait aux femmes enceintes. Évidemment, le bébé croît dans l'abdomen de la mère; la mesure du tour de taille devient donc biaisée. Contrairement à la mesure du poids, la mesure du tour de taille n'est pas effectuée d'emblée ni en clinique ni par les patientes. Il est donc très difficile d'utiliser cette classification dans les études épidémiologiques chez des femmes enceintes. Par ailleurs, à notre connaissance, il n'y a toujours pas d'étude établissant un lien entre le tour de taille et les risques de complications périnatales.

#### 1.1.1.3 Classification selon la masse grasse

L'indice de masse grasse (IMG) est une autre méthode d'évaluation de l'obésité qui peut être utilisée. Il peut être extrapolé à l'aide de plusieurs équations [26,27] dont celle de Deurenberg [28] :

$$IMG = (1.2 \times IMC) + (0.23 \times \text{Âge}) - (10.8 \times \text{Sexe}) - 5.4 \quad \text{où :}$$

*IMG représente un pourcentage,*

*Âge est en années,*

*Sexe vaut 0 [femme] ou 1 [homme].*

Équation 2. Formule d'extrapolation de l'indice de masse grasse selon l'IMC, l'âge et le sexe. Tirée de Deurenberg, 1991.

La composition corporelle peut aussi être évaluée à l'aide de la technologie de bio-impédance. Les cellules adipeuses agissent comme un isolant dans le corps tandis que l'eau, présente dans les autres tissus (qu'on nomme la masse maigre) est un conducteur. Lorsqu'un courant électrique traverse le corps, il sera soumis à une certaine résistance variant selon la quantité d'eau et donc, selon la quantité de masse maigre. Beaucoup d'instruments d'impédance bioélectrique permettent d'envoyer un faible courant entre la main et le pied d'un côté du corps via des électrodes. En partant de la résistance qui est mesurée, on peut donc déterminer la composition corporelle. Plusieurs équations ont été développées pour en faire l'analyse [29]. Par exemple, Lukaski et Bolonchuk ont développé, en 1988, une équation permettant de déterminer le poids de l'eau corporelle totale en fonction de la taille, du sexe, du poids, de l'âge d'un individu et de la résistance que son corps applique à un courant de faible intensité. La valeur obtenue, en kilo, représente la quantité totale d'eau contenue dans la masse maigre du corps, et la constante d'hydratation de la masse maigre étant de 0.73, il est possible de déterminer le poids de la masse maigre totale en divisant le poids obtenu par la constante. Par soustraction du poids de la masse maigre au poids de l'individu on obtient le poids de la masse grasse totale [30].

Parmi les instruments de bio-impédance les plus récents, on retrouve les balances InBody, de Biospace America. La technologie est un peu différente car elle permet une mesure directe segmentée à multifréquences qui lui fournisse une reproductibilité de près de 99% et une validité, en comparaison avec l'absorption bi-photonique à rayons X (DXA), de 98%. Ces bons résultats proviennent, entre autres, des huit électrodes (deux pour chaque pied et deux pour chaque main) qui permettent de faire des mesures séparées des bras, des jambes et du tronc. Cela diminue le risque d'erreur puisque le tronc, bien qu'il compte pour environ 50% du poids corporel total, ne présente qu'une résistance d'environ 10% de celle

d'un bras ou d'une jambe. Donc, le fait d'effectuer des mesures précises individuellement fourni une fiabilité plus grande à la méthode sans utiliser d'équation « stéréotype » basée sur l'âge ou le sexe par exemple. De plus, les fréquences multiples produisent des informations distinctes sur le contenu en eau intra et extracellulaire [31].

L'imagerie, comme le DXA, le scanner ou l'imagerie par résonance magnétique (IRM), permet quant à elle d'observer la répartition des tissus [32].

Les pourcentages de masse grasse considérés comme normaux ne semblent pas faire l'unanimité. Plusieurs valeurs circulent dans la littérature. En fait, à notre connaissance, il n'y a toujours pas d'études fournissant des informations crédibles et reproductibles sur les niveaux idéaux de masse grasse, ceux qui réduiraient les risques de maladies. Une étude ayant déterminé les pourcentages habituellement retrouvés selon l'IMC dans 3 populations est souvent utilisée comme référence [33]. Les valeurs sont présentées dans le tableau qui suit ; il faut toutefois noter que ce ne sont pas des recommandations à atteindre mais bien un portrait de ce qui est retrouvé dans la population. De plus, des valeurs allant de 20 à 30% pour la femme et de 10 à 20% pour l'homme sont souvent suggérées dans la littérature comme étant « santé » [34,35,36,37].

*Tableau 4. % masse grasse mesurés dans la population blanche et Afro-Américaine selon les recommandations d'IMC actuelles, en fonction de l'âge et du sexe.*

	IMC ( $\text{kg.m}^{-2}$ )			
	< 18.5	18.5-24.9	25-29.9	$\geq 30$
<b>Femmes</b>				
20-39 ans	< 21%	21% – < 33%	33% – < 39%	$\geq 39\%$
40-59 ans	< 23%	23% – < 34%	34% – < 40%	$\geq 40\%$
60-79 ans	< 24%	24% – < 36%	36% – < 42%	$\geq 42\%$
<b>Hommes</b>				
20-39 ans	< 8%	8% – < 20%	20% – < 25%	$\geq 25\%$
40-59 ans	< 11%	11% – < 22%	22% – < 28%	$\geq 28\%$
60-79 ans	< 13%	13% – < 25%	25% – < 30%	$\geq 30\%$

À l'exception du calcul de la masse grasse par extrapolation, ces méthodes sont plutôt coûteuses mais elles permettent, au minimum de déterminer la composition corporelle, voire de différencier la répartition des gras en adiposité sous-cutanée et viscérale. Cette dernière est plus néfaste pour la santé que le gras sous-cutané. L'IMC et le tour de taille demeurent toutefois des méthodes très utilisées dans les études scientifiques et en clinique en raison de leur simplicité et du très faible coût des appareils nécessaires à leur mesure.

### 1.1.2 Historique et évolution de la maladie

Les statistiques canadiennes permettent de voir une augmentation majeure de la prévalence de surpoids à travers le temps, due à une forte hausse de la prévalence d'obésité, selon des IMC mesurés en 1978 et en 2005 [8,9]. Tel qu'on peut le voir dans le tableau qui suit, à travers les années, les hommes demeurent plus sujets que les femmes au surpoids pris globalement et à l'embonpoint de façon individuelle. Bien qu'ils aient présenté une prévalence d'obésité plus faible que celle des femmes en 1978, la tendance s'est inversée pour l'obésité globale et l'obésité de classe I. Les femmes demeurent toutefois plus sujettes à l'obésité de classe II et III. La tendance à la hausse des prévalences d'obésité est aussi présente dans plusieurs autres pays comme les États-Unis, le Royaume-Uni, certains pays de l'Union européenne (notamment la France, l'Italie, l'Espagne et la Suède) et de l'Asie (notamment la Malaisie, le Japon et l'Inde) [38].

*Tableau 5. Prévalences canadiennes de surpoids mesuré entre 1978 et 2005 chez les adultes, selon le sexe et les diverses catégories de surpoids.*

IMC (kg.m <sup>-2</sup> )	1978-1979			2005		
	Hommes	Femmes	Total	Hommes	Femmes	Total
≥ 25.0	54.0%	44.6%	49.2%	66.8%	51.7%	59.2%
25.0 – 29.9	42.5%	28.7%	35.4%	41.1%	28.7%	34.9%
≥ 30.0	11.5%	15.9%	13.8%	25.7%	23.0%	24.3%
30.0 – 34.9	9.5%	11.5%	10.5%	20.8%	14.0%	17.4%
35.0 – 39.9	ND*	2.9%	2.3%	3.7%	6.0%	4.8%
≥ 40.0	ND*	1.5%	0.9%	1.2%	3.1%	2.1%

\* Information non disponible

### 1.1.3 Situation actuelle

Les dernières données canadiennes d'IMC mesurées datent de 2005. Évidemment, pour des questions de budget et de logistique, il serait impensable d'effectuer ces mesures régulièrement sur une population complète. Un groupe de travail sur les prévalences canadiennes s'est interrogé sur la validité des mesures auto-rapportées en opposition aux données mesurées [39] et sur la possibilité de corriger les données non mesurées afin de dresser un portrait plus réaliste [40]. Ce groupe a noté qu'en 2005 la prévalence de surpoids était sous-estimée de 9.3% et celle d'obésité de 7.4% lorsqu'on utilisait les données auto-rapportées. Il faut donc utiliser les données recueillies depuis 2005 en gardant en tête que les prévalences calculées de surpoids sont certainement plus faibles qu'elles ne le sont en réalité.

En 2010, les provinces et territoires canadiens présentaient une prévalence de surpoids chez l'adulte variant entre 44.4% et 63.2%. Au classement, le Québec est à égalité, avec le Yukon, en 3<sup>e</sup> position des prévalences les plus faibles avec 51.8%. Les provinces qui affichent les plus hauts pourcentages de surpoids sont les Maritimes, les Prairies (à l'exception de l'Alberta) ainsi que le Nunavut, comme démontré dans le tableau 6. La prévalence nationale de surpoids chez l'adulte se situe à 52.3% [41].

*Tableau 6. Prévalences canadiennes (rang national des prévalences les plus faibles) de surpoids auto-déclaré en 2010 chez les adultes, par province ou territoire.*

Province	TNL	IPE	NE	NB	QC	ON	MA	SA	AL	CB	YU	TNO	NU
%	63.2	56.6	61.1	62.8	51.8	52.6	60.7	58.9	51.6	44.4	51.8	54.2	60.1
Rang	(13)	(7)	(11)	(12)	(3)	(5)	(10)	(8)	(2)	(1)	(3)	(6)	(9)

Entre 2003 et 2010, les prévalences d'embonpoint sont demeurées stables autant pour l'homme (variant entre 40.2% et 41.3%) que pour la femme (variant entre 26.8% et 27.4%). Les Canadiens ont rapporté une prévalence nationale d'obésité de 18.1% en 2010. Chez les hommes, la prévalence est en hausse constante depuis 2003 pour passer de 16.0% à 19.8% en 2010. On retrouve la même tendance chez les femmes, s'établissant à 14.5% en 2003 et à 16.5% en 2010 [42].

Le tableau qui suit témoigne de l'augmentation de la prévalence de surpoids, notée au cours des dernières années, chez les adolescents de 12 à 17 ans. Alors qu'elle se situait à moins de 19% en 2007, elle est passée à 20% en 2010. L'augmentation a été plus importante chez les jeunes filles que chez les jeunes garçons, bien que la prévalence chez celles-ci demeure toutefois inférieure à celle des garçons [43].

*Tableau 7. Prévalences canadiennes de surpoids chez les jeunes de 12 à 17 ans entre 2007 et 2010.*

	Année			
	2007	2008	2009	2010
Total	18.7%	19.3%	19.7%	20.0%
Garçon	23.4%	23.9%	23.9%	23.7%
Fille	13.5%	14.5%	15.5%	16.1%

Lorsque l'on s'intéresse aux femmes en âge de procréer ainsi qu'aux femmes enceintes, les statistiques se font plus rares. Un rapport a noté que les IMC pré-grossesse auto-rapportés par des femmes en postpartum, dans la population canadienne, sont similaires à ceux qui sont auto-rapportés par les femmes en âge de procréer. Les femmes en postpartum ont rapporté à 60.3% avoir eu un poids santé avant la grossesse et 13.0% ont déclaré être obèses avant de tomber enceinte. Dans la population générale en âge de procréer (non enceinte), les femmes ont rapporté à 59.4% et 12.7% respectivement un IMC santé et une obésité (voir tableau 8). Une similarité entre les IMC rapportés dans les deux populations est observée; cela ajoute du poids pour une généralisation des statistiques disponibles chez les jeunes femmes à la population enceinte [44].

*Tableau 8. Prévalences canadiennes des diverses classes d'IMC pré-gestationnel auto-rapporté par des femmes en postpartum (2006), comparaison avec les prévalences auto-rapportées par des femmes en âge de procréer (2005).*

	Poids insuffisant	Poids santé	Embonpoint	Obésité
Femmes en postpartum	5.8 %	60.3 %	21.0 %	13.0 %
Femmes en âge de procréer	5.5 %	59.4 %	22.4 %	12.7 %

#### 1.1.4 Complications et risques

L'obésité a plusieurs impacts sur la santé générale. Les risques de complications physiologiques augmentent graduellement avec le surplus de poids. En effet, les gens présentant un surplus de poids sont plus à risque de développer des complications métaboliques telles que le diabète de type II, l'hypertension artérielle et les dyslipidémies; des troubles respiratoires tels que l'apnée obstructive du sommeil et le syndrome obésité hypoventilation; des dysfonctions cardiovasculaires telles que l'infarctus et l'angor; un cancer; et d'autres complications ostéo-articulaires, hépato-biliaires ou au niveau des hormones sexuelles pouvant aller jusqu'à l'infertilité [20,45].

L'obésité peut aussi entraîner une dégradation de la qualité de vie, autant sur le plan physique que psychologique. Au plan physique, on retrouve évidemment les complications médicales mais aussi la douleur, la perte de mobilité et les limitations à participer à certaines activités. Sur le plan psychosocial, l'obésité peut avoir de graves conséquences. En effet, l'obésité laisse souvent place à une stigmatisation qui peut entraîner du mépris, du rejet et des conséquences sur la vie personnelle et/ou professionnelle de la personne. Bien que les résultats des études soient partagés sur ce sujet, les effets néfastes de l'obésité parfois observés sur la santé mentale, tels que la souffrance psychique, les troubles anxieux ou la dépression, pourraient être liés à ces perceptions négatives de la part des autres, de soi-même et de son image corporelle [45].

Dans le cadre d'une grossesse, les femmes enceintes ayant un surplus de poids sont, en plus, à risque élevé de nombreuses complications périnatales affectant la santé maternelle, fœtale et le bien-être du nouveau-né, voire même à long terme chez l'enfant et dans son devenir adulte. Le tableau qui suit regroupe plusieurs des complications dont le risque est augmenté chez les femmes obèses enceintes, avec leurs rapports de cotes (RC) ou leurs risques relatifs (RR) et l'intervalle de confiance à 95% [11,46]. Bien que les résultats diffèrent un peu dans la littérature, les données vont habituellement dans la même direction et sont semblables.

Tableau 9. Risques estimés de certaines complications périnatales liées à l'obésité.

	<b>Populations de femmes</b>	<b>RC (IC 95%)</b>
Trouble du tube neural	IMC $\geq$ 30 VS 19-27	1.8 (1.1-3.0)
	IMC $>$ 29 VS $\leq$ 29	1.9 (1.3-2.9)
	IMC $\geq$ 29 VS 19-23.9	2.0 (1.0-4.0)
Hypertension gestationnelle	90-120 kg VS 55-75 kg	2.4 (2.2-2.5)
	$>$ 120 kg VS 55-75 kg	3.0 (2.5-3.6)
Syndrome HELLP	90-120 kg VS 55-75 kg	1.6 (1.4-1.8)
	$>$ 120 kg VS 55-75 kg	2.3 (1.6-3.5)
Diabète gestationnel	IMC 30-34.9 VS $<$ 30	2.6 (2.1-3.4)
	IMC $\geq$ 35 VS $<$ 30	4.0 (3.1-5.2)
Macrosomie ( $>$ 4000 g)	IMC 30-34.9 VS $<$ 30	1.7 (1.4-2.0)
	IMC $\geq$ 35 VS $<$ 30	2.0 (1.5-2.3)
Macrosomie ( $>$ 4500 g)	IMC 30-34.9 VS $<$ 30	2.0 (1.4-3.0)
	IMC $\geq$ 35 VS $<$ 30	2.4 (1.5-3.8)
Mortinaissance	IMC $\geq$ 35 VS 18.5-24.9	2.8 (1.9-4.0)
Prématurité	IMC $\geq$ 30 VS 18.5-24.9	1.6 (1.2-2.1)
	<b>Populations de femmes</b>	<b>RR (IC 95%)</b>
Césarienne	IMC 25-29.9 VS 19.8-24.9	1.4 (1.0-1.8)
	IMC 30-34.9 VS 19.8-24.9	1.5 (1.1-2.1)
	IMC $\geq$ 35 VS 19.8-24.9	3.1 (2.3-4.8)

En outre, devant l'augmentation de la prévalence de l'obésité dès le très jeune âge et des risques cardio-métaboliques qui en découlent, plusieurs hypothèses, dont celle de Barker, attribuent à l'environnement la possibilité d'interagir avec le potentiel génétique de l'individu [47]. Ainsi, bien qu'il s'agisse d'une hypothèse, un environnement de type obésogène pendant la grossesse pourrait, dans une certaine mesure, augmenter le risque de maladies liées à l'obésité à l'âge adulte. Cependant, cette prédétermination environnementale de risque de maladies pourrait être réversible dans la petite enfance avec des interventions appropriées. Très récemment, une étude montrait que l'IMC maternel est positivement associé à l'adiposité abdominale chez le nouveau-né, à environ 12 jours de

vie, mesurée par IRM et ce, indépendamment du poids du bébé [48]. Il reste cependant toujours à déterminer à quel point ce niveau d'adiposité viscérale chez le nouveau-né est un prédicteur de maladies futures. Il devient donc de plus en plus intéressant de documenter, chez la femme enceinte, l'effet des interventions visant une amélioration des habitudes de vie et, en particulier, celui de la forme physique maternelle sur le poids et la composition corporelle du nouveau-né et son impact ultérieur sur la croissance dans la petite enfance.

## **1.2 Activité physique**

### **1.2.1 Recommandations**

Les recommandations en activité physique peuvent varier selon le pays et la population ciblée. Les premières lignes directrices ont été proposées par les Centers for Disease Control and Prevention (CDC) et l'American College of Sports Medicine (ACSM) en 1995. Elles visaient la population générale non enceinte et recommandaient aux adultes d'accumuler 30 minutes ou plus d'activité physique d'intensité modérée la plupart, préférentiellement la totalité, des jours de la semaine. Ces recommandations définissaient l'activité physique comme étant n'importe quel mouvement du corps produit par les muscles squelettiques qui résultent en une dépense énergétique [49]. Cette définition est suffisamment large pour inclure, en plus des périodes d'exercice, toutes activités d'intensité modérée effectuées dans d'autres situations comme dans le cadre du travail rémunéré ou des tâches domestiques.

Pour des recommandations applicables aux femmes enceintes, il fallut attendre en 2002. L'American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG) a stipulé qu'en l'absence de complication médicale et obstétricale, les femmes enceintes peuvent adopter le régime d'activité physique recommandé par le CDC et l'ACSM. Des informations ont été ajoutées, toutefois, mentionnant que les femmes devraient discuter des activités physiques qu'elles pratiquent et souhaitent pratiquer avec un professionnel de la santé et que certaines activités avec risque de chute ou de traumatisme devrait être évitées (plongée, équitation, ski alpin, etc.) pour toute la durée de la grossesse [50].

En 2003, deux sociétés canadiennes ont poussé un peu plus loin la réflexion en ajoutant des recommandations plus spécifiques applicables pour les femmes enceintes. Ainsi, la Society

of Obstetricians and Gynaecologists of Canada (SOGC), conjointement avec la Canadian Society for Exercise Physiology (CSEP), a ajouté que les femmes sédentaires qui commencent l'entraînement pendant la grossesse doivent le faire graduellement en commençant par 15 minutes d'exercice continu, trois fois par semaine puis augmenter jusqu'à 30 minutes, quatre fois par semaine. Ces organismes ont aussi inséré des recommandations sur les zones cibles de battements cardiaques par tranche d'âge de dix ans pour définir l'intensité modérée chez la femme enceinte [51].

En 2011, de nouvelles perspectives ont été apportées aux recommandations d'activité physique pendant la grossesse. Il faut comprendre qu'un équivalent métabolique (MET) correspond à la dépense énergétique d'un individu éveillé au repos et l'activité physique modérée est considérée comme une dépense énergétique de trois METs ou plus. L'avancement de la recherche a permis d'observer qu'une augmentation de la dépense énergétique due à l'activité physique à un minimum de 16 METs-h.semaine<sup>-1</sup>, voire même 28 METs-h.semaine<sup>-1</sup>, et une hausse de l'intensité de l'activité physique mesurée par le rythme cardiaque (au moins 60% du rythme cardiaque de réserve de la femme pendant sa grossesse) diminuaient le risque de diabète gestationnel et possiblement des désordres hypertensifs, tel qu'hypertension gestationnelle et pré éclampsie. Ainsi, les auteurs présentent une définition de ce que représente une dépense de 28 METs-h.semaine<sup>-1</sup>, à savoir 11.2 heures de marche à 3.2 km.h<sup>-1</sup> ou 4.7 heures de vélo stationnaire. Évidemment, plus l'exercice est vigoureux, moins de temps est nécessaire pour atteindre les recommandations. De plus, ils suggèrent aussi une augmentation de la pratique des exercices d'intensité plus vigoureuse, en particulier pour les femmes présentant un embonpoint ou une obésité, ainsi qu'un accroissement de la dépense énergétique hebdomadaire totale [15].

À l'opposé, lorsque l'on se retrouve avec une sédentarité très présente pendant la grossesse, que la femme ait eu un surplus de poids pré-gestationnel ou non, les risques de plusieurs complications sont augmentés. Par exemple, les femmes inactives pourront montrer un déclin de leur forme musculaire et cardiovasculaire, un gain pondéral maternel excessif, un risque accru de diabète et d'hypertension gestationnels, l'apparition de varices et de thrombose veineuse profonde, une incidence plus élevée de problèmes physiques tel la

dyspnée et les douleurs lombaires et une adaptation psychologique défavorable aux changements physiques [51].

En analysant les risques liés à l'obésité et ceux liés à l'inactivité séparément, on peut s'attendre à ce que les femmes obèses enceintes sédentaires présentent une forte prévalence de complications périnatales diverses. Puisque l'activité physique, en plus d'être favorable en général, peut être un outil de gestion des risques en lien avec l'obésité, il devient primordial de développer des interventions visant à en augmenter la pratique chez toutes les femmes enceintes et en particulier chez les femmes en surpoids. Cependant, avant de pouvoir évaluer l'efficacité de ces interventions, il faut être en mesure de bien évaluer la pratique d'activité physique de façon valide et reproductible.

### **1.2.2 Outils de mesures**

Nous nous limiterons, dans ce mémoire, à la description détaillée des deux outils utilisés pour mesurer l'activité physique chez les femmes enceintes ayant participé à notre étude, soit les questionnaires et l'accélérométrie. Cependant, il existe nombre de méthodes, comme la calorimétrie directe et indirecte, l'eau doublement marquée (doubly-labeled water, DLW), le journal d'activité physique, le moniteur de rythme cardiaque ou le podomètre, disponibles pour des mesures en laboratoire ou en vie quotidienne, très variables en termes de coût, de reproductibilité et de validité chez la femme enceinte. Le choix de valider un questionnaire a été fait, entre autres, pour la facilité d'utilisation en clinique, le peu d'effort requis par les répondantes et le très faible coût lié à son emploi. Pour la validation contre un outil-critère (*criterion*), le moniteur d'activité physique a été sélectionné pour sa facilité d'utilisation sur une période prolongée, son coût relativement faible et sa mesure quantitative de dépense énergétique.

#### ***1.2.2.1 Définition des termes d'évaluation des outils***

Plusieurs termes peuvent être liés au processus d'évaluation d'un outil et il peut-être difficile de s'y retrouver si l'on n'a jamais eu à travailler avec ce procédé. Tout d'abord, il y a deux grands concepts qui doivent être vérifiés : la fiabilité et la validité. Afin de mieux visualiser ces deux concepts, prenons l'exemple d'une cible.

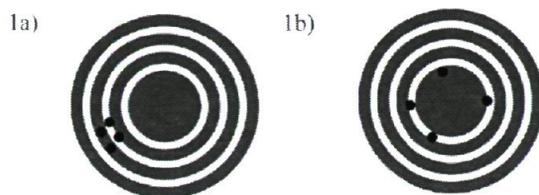


Figure 1. Représentations des concepts de fiabilité et de validité d'un outil de mesure. 1a) Bonne fiabilité, faible validité. 1b) Bonne validité, faible fiabilité. Tirées de la page « *Accuracy and precision* » de l'encyclopédie virtuel gratuit Wikipedia (<http://en.wikipedia.org>).

Le premier concept, la fiabilité, vise à observer à quel point l'outil fournira des données similaires lorsqu'appliqué dans des conditions identiques consécutives, à travers le temps ou avec différents observateurs. Certains autres termes sont souvent utilisés pour parler de ce concept : reproductibilité, précision et fidélité en français; reliability et reproducibility en anglais. La fidélité d'un outil peut être évaluée grâce à divers tests de corrélation. La méthode choisie pour ce projet a été une évaluation de la fiabilité du questionnaire à travers le temps, sa constance, par un test-retest. Cela signifie que les participantes ont rempli le même questionnaire à deux reprises, séparées par une période de sept jours. Le but est de comparer les réponses provenant des deux évaluations afin de déterminer à quel point elles sont semblables. Le test statistique qui a été utilisé est le « coefficient de corrélation intraclasse ». Plusieurs autres méthodes peuvent être employées afin d'évaluer la fiabilité sous l'angle de la constance intra- ou inter-évaluateurs, de l'homogénéité ou de l'équivalence. Les tests souvent utilisés sont l'alpha de Cronbach (homogénéité), la méthode de bissection (équivalence), les coefficients intra-classe, de corrélations de Spearman ou de Pearson (intra- et inter-évaluateurs, test-retest) [52,53,54].

Pour le second concept, la validité, on cherche à connaître à quel point l'outil mesure réellement ce qui doit mesurer. Lorsque l'on parle de validation, les termes validité en français et validity ou accuracy en anglais sont employés. Les principaux types de validation de questionnaire sont la validation de contenu, de construit et de critère. Ceux-ci peuvent être subdivisés en sous-types de validation et plusieurs tests peuvent être utilisés (de la corrélation statistique à l'évaluation objective ou subjective). Lors de la création d'un questionnaire portant sur un sujet spécifique, plusieurs étapes de recherche devront avoir lieu afin de trouver toute l'information qui pourrait être pertinente au sujet (dans la littérature et/ou avec des études pilotes). Le concept que l'on souhaite évaluer est constitué

de plusieurs domaines qui eux mêmes peuvent être constitués de sous-domaines, information préalable à la création de l'outil [52,53,54].

Suite à la mise en forme du questionnaire, une validation de contenu peut-être effectuée. Elle consiste en une révision par des experts sur le sujet choisi afin de s'assurer que tout ce qui doit être couvert par l'instrument, concernant le concept sélectionné, est présent dans le questionnaire et que toutes les questions sont pertinentes pour mesurer un domaine (et un sous-domaine lorsqu'applicable). Il faut au moins une question par domaine et le nombre de question pour chaque dimension doit refléter l'importance de cette dimension par rapport aux autres domaines. La notion de poids peut aussi être utilisée en donnant une valeur quantitative spécifique à chacune des sections en fonction du nombre de questions existantes. La validité apparente est une forme de validité de contenu beaucoup moins rigoureuse, plus superficielle. Il s'agit de faire examiner l'échelle par des non-experts ou des patients afin d'obtenir leur impression sur la validité du questionnaire. Sans être catégorisée officiellement comme une validation de contenu, la validation de conséquence demeure une évaluation non statistique. Elle vise à observer les conséquences possibles d'un outil de mesure sur la mesure elle-même. On pourrait, par exemple, conclure à une faible validité de conséquence si les participants deviennent émotionnellement mal à l'aise à répondre à certaines questions [52,53,54].

Dans un deuxième temps, une validation de construit (aussi nommée de construction, théorique ou conceptuelle) peut être effectuée. Celle-ci se déploie en plusieurs sous-types de validation. Brièvement, il s'agit de vérifier si ce qui devrait être mesuré en fonction de la théorie sous-jacente à la création du questionnaire l'est de la bonne façon. À la différence de la validation de contenu, la validation conceptuelle va recourir à des tests statistiques de corrélations. On retrouve dans cette catégorie la validité factorielle (validation interne, les questions d'un même domaine devraient être plus corrélées entre elles qu'avec les questions des autres domaines), la validité convergente/divergente (validation externe, le test mesure-t-il la même chose ou l'opposé d'un autre test avec lequel il devrait ou ne devrait pas corrélérer ?) et la validité discriminante (validation externe, selon des groupes de personnes qui théoriquement devraient présenter des résultats différents ou corrélations entre les dimensions qui a priori devraient faiblement corrélérer) [52,53,54].

Enfin, une validation de l'outil contre un instrument de référence est nécessaire afin de s'assurer qu'il fournisse la même information. On l'appelle la validation de critère (aussi dite empirique ou pragmatique) et elle peut être concomitante (utilisation d'un outil de référence déjà validé) ou prédictive (déterminer si un événement peut être prédit par une variation dans la mesure, requiert des données longitudinales. Dans le cadre du présent projet, le questionnaire étant déjà créé, nous avons effectué une validation de critère concomitante (questionnaire contre accélérométrie) ainsi qu'une validation apparente auprès d'une dizaine de femmes en âge de procréer pour la formulation française [52,53,54].

### *1.2.2.2 Questionnaires*

Un outil de mesure très utilisé dans les études épidémiologiques touchant à l'activité physique est le questionnaire. Ils sont faciles à administrer puisque cela peut être fait de multiples façons, sur papier ou sur ordinateur, par le participant seulement (auto-administration) ou avec l'aide d'un professionnel de recherche, en face-à-face ou par téléphone. Cela rend les questionnaires adaptables à la plupart des designs d'étude. De plus, cet outil demande un faible effort de la part du participant avec un très faible coût d'utilisation.

Cependant, les questionnaires font appel à la mémoire des gens et à leur bonne volonté. Il existe donc un possible biais de rappel, variant selon la période interrogée, et possiblement un biais de désirabilité sociale. Effectivement, puisqu'il est recommandé, et donc « bien-vu », de faire de l'activité physique, les participants peuvent être portés à surestimer la durée ou l'intensité de l'activité qu'ils ont pratiquée.

Dans la littérature, on retrouve de nombreux questionnaires permettant d'évaluer l'activité physique. Ceux-ci ont été validés dans diverses populations avec une grande variabilité dans la validité et la reproductibilité des mesures. De plus, les caractéristiques de mesures sont très différentes. En effet, les questionnaires peuvent fournir des résultats quantitatifs, qualitatifs ou semi-quantitatifs et l'éventail d'activités et/ou d'intensités évaluées est très variable. Il faut donc fixer des critères propres à l'étude et sélectionner le questionnaire approprié.

Dans le cadre d'une étude chez la femme enceinte, le choix est plus restreint puisqu'à notre connaissance, un seul questionnaire quantifiant l'activité a été développé spécifiquement pour cette population, le *Pregnancy Physical Activity Questionnaire* (PPAQ) [55]. De plus, quelques questionnaires ont été développés chez la femme ou la population générale puis validés chez la femme enceinte [56,57,58,59] et deux questionnaires qualitatifs ont été créés pour la grossesse [60,61]. Le tableau de l'annexe 1 rapporte les différents questionnaires qui ont récemment été validés pour la mesure de l'activité physique auprès de la population enceinte ainsi que les principaux résultats de reproductibilité et de validité de ces études lorsque disponibles. Aucun de ces questionnaires n'a été validé auprès d'une population de femmes enceintes avec obésité seulement.

En ce qui concerne le PPAQ, il a été développé auprès de 235 patientes en santé de diverses ethnies (blanches non-Hispaniques, Hispaniques et noires) recrutées dans une unité de soins prénataux des États-Unis à tout moment de la grossesse (10% pendant le 1<sup>er</sup> trimestre, 34% pendant le 2<sup>e</sup> trimestre et 56% pendant le 3<sup>e</sup> trimestre) [55]. Ces femmes ont rapporté leurs activités physiques des dernières 24 heures et jusqu'à trois rappels ont été conduits auprès des participantes. Les rappels consistaient en une interview, en anglais ou en espagnol, avec la femme afin d'évaluer l'activité physique de chaque minute de chaque heure de la précédente journée, de minuit jusqu'à minuit. Une semaine plus tard, un rappel téléphonique était effectué auprès des participantes afin de mener un double rappel de 24 heures (deux journées précédentes), en s'assurant que l'une des deux journées soit de fin de semaine. L'analyse des rappels a permis de déterminer le type, la durée et la fréquence des activités physiques principales pratiquées par les femmes enceintes. Par la suite, les activités retrouvées lors des rappels ont reçu un code et un niveau d'intensité. Les activités similaires ont été regroupées pour créer 64 activités distinctes avec une valeur d'intensité combinée (en METs). Lorsque des valeurs d'intensité mesurées chez la femme enceinte étaient disponibles, elles étaient préférablement assignées aux activités. Dans le cas contraire, les valeurs provenaient de la population générale [62]. La sélection des activités pour le questionnaire a été effectuée en utilisant la contribution relative de chaque activité à la variance de dépense énergétique entre les répondantes, permettant de conserver seulement les items apportant le plus d'information et de diminuer la longueur du questionnaire. Des activités ont aussi été incluses dans le questionnaire en fonction

d'informations (épidémiologiques ou non) concernant une possible association avec des troubles maternels et/ou fœtaux [55].

Le questionnaire comporte, au final, 31 questions relatives à des activités précises et deux questions ouvertes. Il peut être auto-administré en une dizaine de minutes. Il est semi-quantitatif et permet un report du temps moyen passé par jour ou par semaine aux activités à la maison (« *Household and Caregiving* », 16 questions), dans les déplacements (« *Transportation* », trois questions), dans les sports (« *Sports and Exercises* », neuf questions) et au travail (« *Occupational* », cinq questions) au cours du dernier trimestre. Les 33 questions couvrent des activités de toutes intensités, de sédentaires à vigoureuses mais le sommeil n'a pas été inclus dans le questionnaire. L'analyse du PPAQ s'effectue en multipliant la durée rapportée par la femme par la dépense énergétique propre à chaque activité [55]. Dans le cas des questions ouvertes, les valeurs d'intensité peuvent être trouvées dans un Compendium [62]. Pour les activités quotidiennes, le score est multiplié par sept afin d'obtenir une valeur de dépense hebdomadaire. Le score individuel des activités est présenté en METs-h.semaine<sup>-1</sup>. Par la suite, le score total, les scores par domaine d'activité ou les scores par intensité peuvent être calculés en additionnant les scores individuels des questions appropriées [55].

La validation du questionnaire original, suite à son développement, a été effectuée auprès de 63 femmes enceintes en santé provenant de la même région que les femmes ayant participé au développement. Cependant, ces dernières ne pouvaient participer à la seconde phase de l'étude. Pour cette portion de l'étude, les femmes devaient compléter le PPAQ puis porter un moniteur d'activité physique uniaxial pendant les heures d'éveil des sept jours suivants. Elles devaient aussi noter les moments où elles avaient enlevé le moniteur pour plus d'une heure. Suite à cette période de sept jours, les femmes ont répondu à nouveau au PPAQ. Neufs participantes ont été exclues des analyses en raison d'un problème technique avec le moniteur ou pour ne pas avoir complété l'étude. Un total de 23 journées d'enregistrement pour 14 femmes ont été exclues des analyses puisque les moniteurs n'avaient pas été portés au moins huit heures. Les analyses finales ont porté sur 54 participantes (68% blanches non-Hispaniques, 28% Hispaniques, 2% noires et 2% Asiatiques) réparties sur les trois trimestres de grossesse (30% au 1<sup>er</sup>, 31% au 2<sup>e</sup> et 39% au

3<sup>e</sup> trimestre). La reproductibilité du PPAQ a été évaluée par des coefficients de corrélation intraclasse (ICCs) entre le questionnaire de la première visite et celui de la seconde visite. Des corrélations de Spearman (SCCs) ont été produites entre les divers scores du PPAQ et les valeurs obtenues par le moniteur d'activité physique afin d'évaluer la validité du questionnaire. Pour ces analyses, les données des PPAQ ont été transformées en logarithme. Les ICCs obtenus s'étendaient de 0.78 à 0.93 et les SCCs de -0.01 à 0.49. Les détails sont présentés dans le tableau de l'annexe 1 [55].

En plus de la version anglaise disponible à même l'article de développement et de validation du PPAQ, une version espagnole est accessible auprès des auteurs. Cette version a été produite au même moment que la version anglaise. Néanmoins, les auteurs ne précisent pas si la version espagnole a été employée en plus de la version anglaise dans l'étude de validation [55]. D'autres équipes ont effectué des traductions. Une version japonaise est présentement disponible mais elle n'a pas été validée [63]. Pour la version vietnamienne, elle a été validée en comparaison avec un podomètre [64]. Il n'existait pas, avant notre traduction, de version française.

### 1.2.2.3 Accélérométrie

Un second outil utilisé fréquemment en recherche est le moniteur d'activité physique. Plusieurs des moniteurs disponibles sur le marché utilisent la technologie de l'accélérométrie. Afin de limiter la confusion, dans ce chapitre, le terme « accélérométrie » sera utilisé pour référer à la technologie et « accéléromètre » pour décrire le composant. Le terme « moniteur d'activité physique » sera employé pour parler de l'outil de mesure de ce projet, utilisant la technologie d'accélérométrie. Cependant, le terme « accéléromètres », ou « *accelerometers* » en anglais, est fréquemment utilisé dans la littérature pour référer aux moniteurs d'activité physique. Conséquemment, dans le chapitre II, présentant l'article concernant le projet, c'est ce terme qui a été utilisé pour référer au moniteur. Sans entrer dans les détails pointus, cette technologie permet d'évaluer l'accélération effectuée par le corps humain à l'aide d'une différence de potentiel électrique lors d'un mouvement. La différence de potentiel qui est mesurée est transformée en une valeur quantitative appelée « *count* » [65]. Cette technologie prend tout son sens lorsque l'on pense que 100 pas à la course demandent plus d'énergie que 100 pas à la marche. Un podomètre mesurera le

même nombre de pas pour les deux activités tandis qu'avec l'accélérométrie, les pas courus fourniront un nombre de « *counts* » plus élevés que les pas marchés.

Au fil des ans, plusieurs générations de moniteurs d'activité physique ont été développées et deux compagnies dominent principalement le marché en recherche clinique, soit Actigraph (précédemment connu sous les noms CSA puis MTI) [66] et Hemokinetics (à l'origine du Caltrac et du Tritrac]). Quelques uns des moniteurs fournis par ces compagnies, en particulier le CSA-7164 et le Caltrac, ont été validés contre diverses mesures de dépense énergétique reconnues comme la mesure de la consommation d'oxygène par  $VO_{2max}$  ou le DLW [17,67]. Par ailleurs, le CSA-7164, entre autres, a servi à établir plusieurs équations de régression entre la dépense énergétique et le nombre de « *counts* » mesurés lors de certaines activités ou types d'activité. Une table résumant les équations disponibles est présentée dans l'annexe 2.

Le moniteur d'activité que nous avons sélectionné pour notre étude est le GT1M d'Actigraph. Ce modèle est une évolution du CSA-7164 présentant comme nouvelles caractéristiques un accéléromètre monolithique solide et un microprocesseur de filtration numérique, ce qui lui confère l'avantage d'éliminer la calibration externe des unités. De plus, la mémoire de stockage ainsi que la durée de vie de la batterie ont été augmentées, la connexion du moniteur à l'ordinateur s'effectue directement à l'aide d'un câble USB plutôt que via une interface de lecture et la prise des mesures se fait à raison de 30 mesures par seconde (30 Hz) alors qu'elle était précédemment de dix Hz [68]. Le nouveau modèle présente aussi un second axe, horizontal (avant-arrière), ce qui le différencie des précédents modèles qui ne possédaient qu'un axe vertical (haut-bas). Comme son prédécesseur, le moniteur contient un podomètre en plus de l'accéléromètre. Physiquement, le GT1M est petit, léger et peu encombrant, même la nuit. On le porte à la taille sur le côté du corps, attaché sur une bande élastique.

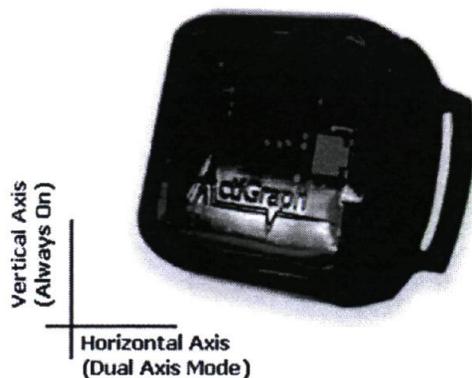


Figure 2. Représentation du moniteur GT1M et de ses axes de mesures en accélérométrie. Tirée du site web de la compagnie Actigraph ([www.theactigraph.com](http://www.theactigraph.com)).

L'analyse des enregistrements du moniteur s'effectue à l'aide du logiciel Actilife fourni par la compagnie. Tel que mentionné précédemment, la donnée principale obtenue avec le moniteur d'activité physique est le « *count* ». Lors de la programmation initiale, on sélectionne la période (*epoch*) sur laquelle on veut que le moniteur cumule les « *counts* ». Par exemple, si on choisit une période d'une minute, les mesures effectuées à raison de 30 prises par secondes seront additionnées pour fournir une valeur en « *counts* ».min<sup>-1</sup>. Sur une journée de 24 heures, de minuit à minuit, cela représente une grille d'enregistrement qui produira 1440 sorties individuelles et un cumulatif de « *counts* » totaux pour la journée. On trouve ces informations pour les « *counts* » verticaux, horizontaux et pour les pas [69].

Une seconde fonction permise par le logiciel est l'analyse du temps passé, par journée, en activité selon l'intensité. Les équations de régression qui ont été produites à partir du CSA-7164 ont fourni des valeurs de points limites (« *cut points* ») qui séparent l'activité physique mesurée par le moniteur selon une intensité légère, modérée ou vigoureuse en fonction des « *counts* ».min<sup>-1</sup> obtenus. Dans les études antérieures, trois « *cut points* » ont fréquemment été utilisés avec les moniteurs de la compagnie Actigraph; celui de Freedson [70], qui est d'ailleurs intégré par défaut dans le logiciel Actilife, celui de Swartz [71] et celui de Hendelman [72]. Un « *cut point* » plus récent commence à s'imposer au sein de la communauté scientifique. Il s'agit du point-limite de Matthews [73]. Avec cette seconde fonction, la sortie obtenue est un nombre de minutes, par période de 24h, passé au-dessus de chacune des intensités [69].

Enfin, une 3<sup>e</sup> valeur est disponible grâce au logiciel. Il s'agit de la dépense énergétique quotidienne en calories. Cette fonction est possible grâce à deux équations, dont celle de Freedson [70], en partant des « *counts* ».min<sup>-1</sup> et du poids du sujet. Par période de 24h toujours, on obtient une dépense calorique propre au niveau d'activité du participant [69].

Le moniteur d'activité physique présente de bons avantages puisque la technologie est relativement peu coûteuse (environ 250\$ par unité pour le GT1M et 450\$ pour le logiciel Actilife) [74]. De plus, le moniteur fournit une valeur objective d'activité physique portative et peu encombrante qui peut être facilement utilisée. Certains désavantages notables sont toutefois présents. Les « *cut points* » validés qui sont disponibles pour les modèles d'Actigraph ont été développés principalement avec le CSA-7164. Ce modèle, plus ancien que le GT1M, possédait un seul axe vertical. Cela implique que les valeurs définies pourraient ne pas être valides pour le second axe (horizontal) du GT1M et que les analyses doivent par conséquent être effectuées sur les « *counts* » verticaux seulement. Donc, l'activité physique détectée se limite aux accélérations verticales, excluant par exemple le vélo stationnaire et les activités de musculation du haut du corps, et est par conséquent sous-estimée.

L'accélérométrie est fréquemment utilisée comme critère de comparaison lors de la validation de questionnaires d'activité physique. Puisque les questionnaires portent souvent sur des activités de la vie quotidienne, comme l'exercice, le travail ou les déplacements, et non sur des activités effectuées en laboratoire, il faut comparer les informations recueillies à un critère utilisable dans la vie de tous les jours. La calorimétrie directe peut rarement être utilisée puisqu'elle nécessite le confinement de l'individu dans une chambre adaptée. Certains appareils portables de calorimétrie indirecte sont disponibles mais la durée de mesure est limitée entre une et cinq heures et ils sont quelque peu encombrants. Le DLW est le « *gold standard* » de la mesure de la dépense énergétique et s'applique à la vie quotidienne mais requiert une bonne charge de travail d'analyses de laboratoire et des coûts plutôt élevés. Des journaux peuvent être utilisés mais la validité dépend principalement de la bonne volonté des participants. Les outils-critères (*criterion*) restant sont les moniteurs d'activité physique avec accélérométrie, podomètre et/ou monitoring de rythme cardiaque. Tel que mentionné précédemment, les podomètres sont moins valides que l'accélérométrie

pour mesurer une dépense énergétique. Pour le rythme cardiaque, son utilisation est peu valide pour des mesures d'activité de faible intensité et même modérée et il varie selon la condition physique de chaque personne. Il est donc recommandé d'effectuer préalablement une courbe de calibration du rythme cardiaque en fonction de la consommation d'oxygène par calorimétrie indirecte sur une base individuelle [17]. Il en résulte donc que l'accélérométrie est la méthode présentant la meilleure validité pour un faible coût et une facilité d'utilisation sur de grandes populations, d'où son importante utilisation comme critère de comparaison.

De nouvelles générations de moniteur d'activité physique commencent à voir le jour. De nouvelles technologies comme un inclinomètre ou un détecteur de lumière ambiante, ou encore la possibilité de porter le moniteur même lors d'activités aquatiques, en plus de l'accélérométrie, devraient permettre des mesures d'activité physique et de dépense énergétique plus valides. Puisque ces moniteurs sont plutôt récents et encore en développement, les études de validation sont peu nombreuses pour le moment. Cependant, les améliorations, si elles s'avèrent valides et utiles, pourront permettre d'éliminer les plus vieilles générations de moniteur qui ont une efficacité et une validité souvent limitées par le type d'activité mesurée.

En résumé, bien que le PPAQ ait été créé et validé pour la grossesse, la validation de ce questionnaire auprès de populations très spécifiques, telles que les femmes obèses, apportera une contribution importante. En effet, peu de données sont disponibles chez la femme obèse enceinte concernant la pratique de l'activité physique. Les caractéristiques de cette pratique pourraient être différentes de celles de la population générale. Par exemple, les niveaux d'activité physique, en particulier l'activité d'intensité vigoureuse, pourraient être très faibles dès le début de la grossesse. Dans ce cas, les réponses au questionnaire risquent d'être plus affectées par un possible biais de désirabilité sociale comparativement à une population très active. De plus, l'effort requis pour une activité peut être perçu et rapporté différemment par la femme obèse comparativement à une femme avec un poids santé, amenant à une surestimation de l'intensité de l'activité physique. La validation du questionnaire auprès des femmes obèses enceintes permettra de collecter des données sur les niveaux d'activité physique, d'évaluer la corrélation entre les mesures auto-rapportées

par questionnaires et les données mesurées objectivement par accélérométrie et de vérifier la reproductibilité des mesures auto-rapportées.



## Chapitre II

FRENCH *PREGNANCY PHYSICAL ACTIVITY QUESTIONNAIRE* COMPARED WITH AN ACCELEROMETER CUT POINT TO CLASSIFY PHYSICAL ACTIVITY AMONG PREGNANT OBESE WOMEN

### **VALIDATION DU QUESTIONNAIRE FRANÇAIS « *PREGNANCY PHYSICAL ACTIVITY QUESTIONNAIRE* (PPAQ) » EN COMPARAISON AVEC L'ACCÉLÉROMÉTRIE CHEZ DES FEMMES OBÈSES ENCEINTES**

Ce chapitre présente les principaux résultats de la validation du questionnaire PPAQ en version française. Toutes les analyses ont été effectuées à partir de la base de données du programme de recherche « Évaluation de l'activité physique chez la femme obèse enceinte ». Ce programme a été financé par la Fondation des Étoiles par une subvention de recherche attribuée à Dr Isabelle Marc. Ce chapitre comporte l'intégralité d'un article, rédigé en anglais par Nadia Chandonnet, Didier Saey, Natalie Alméras et Isabelle Marc, qui a été soumis à la revue multidisciplinaire PLoS ONE. En date de la soumission de ce mémoire, l'article est sous presse. Toutes les annexes situées à la fin de ce mémoire, à l'exception du PPAQ, sont également rédigées en anglais.



## 2.1 Résumé

Étant donné le haut risque de sédentarité pendant la grossesse chez les femmes obèses enceintes, des questionnaires validés pour la mesure de l'activité physique (AP) dans cette population spécifique sont nécessaires afin d'évaluer les effets de AP sur les issues périnatales. Aucun questionnaire n'a été validé auprès des femmes obèses enceintes. Le *Pregnancy Physical Activity Questionnaire* (PPAQ) a été créé en se basant sur des activités rapportées pendant la grossesse et validé auprès de femmes enceintes. Nous avons traduit le PPAQ en français et évalué la reproductibilité et la validité de cette version française auprès de femmes obèses enceintes.

Dans cette étude transversale, des femmes obèses enceintes ont été recrutées dans les mêmes proportions à la fin de chacun des trimestres de grossesse. Elles ont complété le PPAQ à deux reprises, à un intervalle de 7 jours, afin de rapporter l'AP des trois derniers mois. Entre les deux complétions du PPAQ, les participantes ont porté un accéléromètre (Actigraph GT1M) pendant 7 jours consécutifs.

Quarante-neuf (49) femmes obèses enceintes (âge moyen :  $29.8 \pm 4.2$  ans, indice de masse corporelle moyen :  $34.7 \pm 5.1$  kg.m<sup>-2</sup>) ont participé à l'étude. Les coefficients de corrélation intraclasse (ICCs) entre les 2 complétions du PPAQ étaient de 0.90 pour l'activité totale, 0.86 pour les activités légères et modérées et de 0.81 pour l'activité d'intensité vigoureuse. Ils variaient entre 0.59 pour les activités de « *Transport* » et 0.89 pour « *Maison et famille* ». Les coefficients de corrélation de Spearman (SCCs) entre le PPAQ et le point-limite de Matthews, utilisé pour classer l'activité d'intensité modérée ou plus, étaient de 0.50 pour l'activité totale, 0.25 pour l'activité vigoureuse et 0.40 pour l'activité modérée. Les corrélations entre le PPAQ et les « *counts* » de l'accéléromètre étaient de 0.58 pour l'activité totale, 0.39 pour l'activité vigoureuse et 0.49 pour l'activité modérée. Les plus hauts SCCs étaient pour les activités de « *Travail* » et de « *Maison et famille* ». Des comparaisons avec d'autres points-limites sont présentées en fichier d'informations supplémentaires.

Le PPAQ est reproductible et modérément valide pour la mesure de l'AP de divers types et intensités chez les femmes obèses enceintes.



## 2.2 Abstract

Given the high risk for inactivity during pregnancy in obese women, validated questionnaires for physical activity (PA) assessment in this specific population is required before evaluating the effect of PA on perinatal outcomes. No questionnaire was validated in pregnant obese women. The Pregnancy Physical Activity Questionnaire (PPAQ) has been designed based on activities reported during pregnancy and validated in pregnant women. We translated the PPAQ to French and assessed reliability and accuracy of this French version among pregnant obese women.

In this cross-sectional study, pregnant obese women were evenly recruited at the end of each trimester of pregnancy. They completed the PPAQ twice, with an interval of 7 days in-between, to recall PA of the last three months. Between PPAQ assessments, participants wore an accelerometer (Actigraph GT1M) during 7 consecutive days.

Forty-nine (49) pregnant obese women (mean age:  $29.8 \pm 4.2$  yrs, mean body mass index:  $34.7 \pm 5.1$  kg.m<sup>-2</sup>) participated to the study. The intraclass correlation coefficients (ICCs) between the two PPAQ assessments were 0.90 for total activity, 0.86 for light and for moderate intensity, and 0.81 for vigorous intensity activities. It ranged from 0.59 for “*Transportation*” to 0.89 for “*Household and Caregiving*” activities. Spearman correlation coefficients (SCCs) between the PPAQ and the Matthews’ cut point used to classify an activity of moderate and above intensity were 0.50 for total activity, 0.25 for vigorous intensity and 0.40 for moderate intensity. The correlations between the PPAQ and the accelerometer counts were 0.58 for total activity, 0.39 for vigorous intensity and 0.49 for moderate intensity. The highest SCCs were for “*Occupational*” and “*Household and Caregiving*” activities. Comparisons with other standard cut points are presented in supporting information files.

The PPAQ is reliable and moderately accurate for the measure of PA of various intensities and types among pregnant obese women.



# French *Pregnancy Physical Activity Questionnaire* Compared with an Accelerometer Cut Point to Classify Physical Activity among Pregnant Obese Women.

Nadia Chandonnet<sup>1</sup>, Didier Saey<sup>2,3</sup>, Natalie Alméras<sup>3</sup>, Isabelle Marc<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Paediatrics Department, Research Center of the Centre Hospitalier Universitaire de Québec (CRCHUQ), Laval University, Quebec city, QC, Canada

<sup>2</sup> Rehabilitation Department, Faculty of Medicine, Laval University, Quebec City, QC, Canada

<sup>3</sup> Research Center of the Institut Universitaire de Cardiologie et de Pneumologie de Québec (CRIUCPQ), Laval University, Quebec City, QC, Canada

## 2.3 Introduction

The assessment of maternal physical activity (PA) during pregnancy is crucial due to the close relationship between the PA levels and the health status [1]. Physical inactivity in daily life during pregnancy might increase the risk of onset or progress of perinatal events such as gestational diabetes mellitus, preeclampsia and prematurity [2,3]. The impact of PA or inactivity on neonatal issues such as foetal growth or birth weight is still debated [4,5,6,7,8].

Although there is no doubt that PA may be beneficial for obese women, most studies looking at the impact and the safety of PA during pregnancy underrepresent women with a higher risk profile such as the obese women [2,4,9,10,11]. To understand the relationship between PA and perinatal outcomes among pregnant obese women, it is important to accurately estimate the PA levels in this population. Due to the multiple PA patterns found during pregnancy, valid tools should be used to avoid measurement error. For instance, the pregnant obese women spend more time at lower intensity activities but may perceive them as moderate or vigorous [12]. Thus, reliability and accuracy of the tools used to measure PA have to be documented in pregnant obese population. To measure the impact of PA on maternal and neonatal outcomes or to address the safety, large sample sizes are required and tools must be easy to comply to. Furthermore, as the PA levels decrease across the pregnancy, the measurements need to be repeated in order to assess the impact of PA separately in early, mid and late pregnancy so a tool must be reliable and accurate across

the trimesters of pregnancy. There are few questionnaires available for the evaluation of PA in pregnant women but none were validated in pregnant obese women [13,14,15,16,17].

The main objectives of this cross-sectional study were 1) to assess the reproducibility of the French version of the Pregnancy Physical Activity Questionnaire (PPAQ) in pregnant obese women and 2) to analyze and compare the data from this self-administered questionnaire with PA data objectively measured by accelerometry.

## **2.4 Methods**

### **2.4.1 Ethics statement**

The study was approved by the Research Ethics Committees of the Centre Hospitalier Universitaire de Québec (CHUQ) and the Centre de Santé et de Services Sociaux de la Vieille-Capitale (CSSS-VC). Each participant read and signed a written consent form.

### **2.4.2 Study subjects**

Pregnant women were recruited from the community via study announcements, pamphlets as well as from family practice and obstetrical clinics at the CHUQ hospitals and the Family Medicine Units in Quebec City (QC, Canada). Data collection spanned May 2009 to January 2011.

Women with a body mass index (BMI)  $> 29.0 \text{ kg.m}^{-2}$  were eligible for the study according to the criteria for obesity during pregnancy at the time of the study [18]. The other inclusion criteria were:  $\geq 18$  years of age, singleton pregnancies, and intention to deliver at a participating hospital. Women were excluded if they had pre-pregnancy diabetes, hypertension or renal failure, or if they had a PA contraindication at the time of the recruitment.

### **2.4.3 Study design**

The participants were evenly recruited at the end of the first, second and third trimesters of pregnancy. At visit 1, a PA assessment of the last trimester (i.e. past three months) was self-administered using the French PPAQ. Following visit 1, the women received a portable accelerometer [GT1M] (ActiGraph LLC, Pensacola, FL, USA) and were instructed to wear the device continuously for 7 days and nights. At visit 2, one week after the first visit, a

trained research assistant collected the data from the accelerometer records and the women were asked to complete the PPAQ for a second time.

#### 2.4.4 Measures

##### 2.4.4.1 *Physical activity assessment by the PPAQ*

In term of accuracy and reproducibility, no questionnaire validated for assessing PA during the pregnancy definitively surpasses the others [13,14,15,16,17]. Among them, we have considered the PPAQ for its design, with the aim of measuring the PA during pregnancy, and for its development based on data collected among prenatal care patients [13]. The PPAQ provides a quantitative measure of a wide range of PA types and intensities, including sedentariness. This last point was important as the PA levels across pregnancy, especially in the population of pregnant obese women, are low.

It is a 33-questions self-administered questionnaire [13] which provides a comprehensive assessment of four domains of PA including “*Sports and Exercises*” (n=9), “*Household and Caregiving*” (n=16), “*Transportation*” (n=3) and “*Occupational*” (n=5). The PPAQ measures the frequency and the duration of the activities, and an intensity value is assigned to each activity. The activities can be analyzed by type, by intensity or for the total energy expenditure. The PPAQ was originally validated among a sample of 54 pregnant women using 7 days of accelerometer measurement [13]. The intraclass correlation coefficients (ICCs) were good with  $r = 0.78$  for total activity ( $\geq$  light), 0.82 for moderate intensity, 0.81 for vigorous intensity activities and ranged from 0.83 for “*Sports and Exercises*” to 0.93 for “*Occupational*”. The Spearman correlation coefficients (SCCs) between the PPAQ total activity score ( $\geq$  light intensity) and the accelerometer values of minutes per day spent at moderate and above intensity activities, classified with published count cut points, were  $r = 0.08$  (with the Freedson’s cut point [19]), 0.32 (with the Swartz’s cut point [20]) and 0.43 (with the Hendelman’s cut point [21]). The correlations for the vigorous intensity (0.37) and the sports activities (0.48) were the highest when the questionnaire data were compared with the Actigraph counts (average counts per minute) [13]. A Japanese [22] and a Vietnamese [23] versions are available but both are not actually validated by a comparison with an accelerometer. Although the PPAQ seems to provide a reasonable measure of PA during pregnancy, additional information about the specificities and performances of this

questionnaire were needed before assessing PA across the pregnancy, especially in a population of pregnant obese women.

For the purpose of this study, the PPAQ was translated to French, and tested for the acceptability of the wording (n=10). At the end of the “*Sports and Exercises*” section (questions #30 and 31), the women had the opportunity to report any unlisted activities in an open-ended section. In particular, they were able to report additional information on the practice of winter outdoor activities (e.g. skiing, snowshoeing). To account for the specificities related to the climate and the activities in Canada, one question related to outdoor chores (# 19) has been modified to include a winter outdoor activity according to its intensity (i.e. “shoveling snow”). That version is available in a supporting file (Annex 3) and the English version is included in the original development and validation study [13].

The PPAQ was self-administered and took about 10 min to complete. The reported time spent at each activity was multiplied by its intensity to obtain a weekly average of energy expenditure ( $\text{MET}\cdot\text{h}\cdot\text{wk}^{-1}$ ) attributable to each activity (where 1 MET is the metabolic equivalent of the energy expended at rest) and summed to derive the weekly total activity score. The average energy expended was also calculated according to each domains of activity and each intensity level (sedentary [ $< 2.0$  METs], light [ $2.0 \leq \text{activity} < 3.0$  METs], moderate [ $3.0 \leq \text{activity} \leq 6.0$  METs] or vigorous [ $> 6.0$  METs]) [24].

#### ***2.4.4.2 Accelerometer measurements***

The accelerometers provide an objective measure of PA over an extended period of time. The reliability and validity of accelerometers have been examined extensively [25,26,27]. The Actigraph GT1M accelerometer, used to measure PA in this study, was not validated against the doubly-labeled water (DLW) criterion. However, in a comparison study of the GT1M with the Actigraph CSA-7164, which was validated against DLW, it was reported that the counts were slightly but significantly higher in the GT1M output. Nevertheless, the monitor was found to be accurate for the walking activities [28].

The GT1M Actigraph activity monitor is a biaxial accelerometer detecting the normal human movement (acceleration) while filtering out the high-frequency movements (e.g. vibration). The small accelerometer (3.8 x 3.7 x 1.8 cm; weight: 27 g) was worn on the

right hip with an adjustable belt [29]. The women were instructed to wear the accelerometer 24 h.d<sup>-1</sup> (i.e. all the time) for 7 consecutive days and nights. They were given a daily log to note the hours of sleep and whether they removed the accelerometer at any time (for bathing, swimming, convenience or comfort) or whether they practised activities that are not detected by accelerometers such as stationary bicycle. The GT1M accelerometer was initialized and the data downloaded according to the manufacturer's specifications using the software (Actilife) provided by the company. The steps per day were automatically measured by a pedometer included in the device. The average total counts were defined as the mean vertical accelerometer's output by 24 h period, reflecting the output without any categorization according to the intensity. According to the protocol, the days when the accelerometer was not worn for  $\geq 8$  h during the waking hours (i.e. excluding night) were excluded. The number of minutes per 24 h period (from 00h00 to 23h59 on a given day) spent at moderate and above intensity activities was calculated using the Matthews' cut point (760 counts.min<sup>-1</sup>) [30]. Albeit we also performed comparison with other standard references to classify the accelerometer data (e.g. Freedson's [19], Swartz's [20] and Hendelman's [21] cut points respectively at 1952, 574 and 191 counts.min<sup>-1</sup>), the Matthews' one has the advantage to have not been obtained with a single linear regression equation and was developed by using calibration data of various population samples which included locomotion and lifestyle-based activities that are performed by pregnant women. In contrast, although they also derived from locomotion and lifestyle-based activities, the Swartz's and the Hendelman's cut points were obtained from linear regression equations. The Freedson's cut point was derived only from locomotion activities, which are not representative of the PPAQ measurements.

#### *2.4.4.3 Other measurements*

The women's height was measured at inclusion with a stadiometer, and the BMI prior to the pregnancy was calculated with the self-reported pre-pregnancy weight using a standardized question, as recommended by IOM [31]. The estimation of the pre-pregnancy BMI served to classify the pregnant women as obese [32]. The gestational age was based on the last menstruation period or on a first-trimester ultrasound measurement. The participants' socio-demographic characteristics, lifestyle habits and obstetrical history were assessed by a questionnaire.

#### 2.4.5 Statistical and data analyses

Descriptive statistics were used to document the socio-demographic characteristics and lifestyle habits (e.g. smoking, alcohol consumption). For the categorical variables (e.g. marital status, race, parity, employment, smoking), the frequency distributions were calculated. For the continuous or ordinal measurements (e.g. maternal age, gestational age, GT1M measurements, PPAQ scores), the central location, means and variations (SD), were calculated. P-values for the comparison of the three trimesters were assessed with Kruskal-Wallis for continuous variables and the Fisher's exact test for categorical variables.

The reproducibility of the PPAQ was evaluated by ICCs for total score and sub-scores according to the type and the intensity categories. To evaluate the accuracy of the questionnaire, the SCCs were calculated between the PPAQ completed at the first visit and the average Actigraph counts and total daily minutes obtained according to the classification of the intensity from the Matthews' cut point mentioned above. Although the energy expenditure can be calculated from the accelerometer, the equations available have not been validated in pregnant women so we preferred not to use them to assess the accuracy.

Furthermore, the subjects were separated into tertiles according to their total energy expenditure as reported in the PPAQ. For each tertile, the means and variations (SD) were calculated from the accelerometer data. The Jonckheere-Terpstra test was performed on the tertiles to assess the trend. The validation of the French PPAQ was established using the average total daily minutes spent at moderate and above intensity activities, according to the Matthews' cut point [30], but for information and comparison with the original validation study [13], the analyses were also performed using the Freedson's, Swartz's and Hendelman's cut points (Annexes 4, 5 and 6). Moreover, all GT1M analyses (i.e. descriptive statistics, accuracy of the PPAQ and trend for tertiles of energy expenditure) were performed using the average daily minutes cumulated in bouts of at least 10 consecutive minutes spent at moderate and above intensity activities, according to the four previous cut points (Annexes 7,8 and 9). All the results were considered significant with P-values  $\leq 0.05$  and all analyses were performed using SAS version 9.2 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

## 2.5 Results

### 2.5.1 Study population

Fifty-six (56) participants were recruited for the study. Among them, 7 women were excluded from all the analyses (6 experienced technical problems with the accelerometers and one received a formal prescription for strict bed rest the day after her inclusion in the study). Therefore, accelerometer data were obtained for 49 women evenly distributed across the three trimesters of pregnancy. Among them, one participant was excluded from the accelerometry analyses because her daily log was not appropriately completed, leading to improper estimates of her wearing compliance [33]. However, the compliance to the wearing instructions of the accelerometer, including the completion of the daily log, was excellent since accelerometer data were available from at least 6 days for 47 (96%) women. In addition, the accelerometer was worn for a mean of  $22.4 \pm 2.03$  hours per day ( $14.4 \pm 1.05$  hours per day during waking time).

The women characteristics were similar among the three trimesters in terms of age, pre-pregnancy BMI, and smoking during the past trimester (Table 10). The proportion of participants with an active work occupation decreased across the trimesters.

### 2.5.2 Accelerometry

Women walked an average of  $5259 \pm 1762$  steps.d<sup>-1</sup> during the pregnancy (Table 11). The average total daily minutes spent at moderate and vigorous intensity activities was  $83 \pm 35$  min.d<sup>-1</sup> according to the Matthews' cut point (See Annex 4 for the results using the Hendelman's, Swartz's and Freedson's cut points). It was importantly lowered ( $17 \pm 16$  min.d<sup>-1</sup>) when only the time cumulated in bouts of at least 10 consecutive minutes over the Matthews' cut point was used (Annex 7).

The diaries completed during the accelerometer wearing week revealed that 38.8% (n=19) of the participants reported, in total, 36 moments in which they performed an activity which is presumed to be underestimated by accelerometry (such as bicycle, weight lifting or stretching) or which is not measured at all (such as pool [sitting and swimming] or water calisthenics). Regardless of the intensity, the mean time per day spent at unmeasured or

underestimated activities, for those women who did report such activities, was about 22 min.d<sup>-1</sup>.

### 2.5.3 Physical activity self-reported by the PPAQ

The data from the PPAQ indicated that, overall, about  $36 \pm 19\%$  of the total energy expenditure (MET-h.wk<sup>-1</sup>) was reported to be spent at sedentary activities (Table 12). Almost half of the energy was related to “*Household and Caregiving*” activities ( $45 \pm 20\%$ ). By comparison, the energy spent at “*Sports and Exercises*” was very low ( $7 \pm 5\%$ ).

### 2.5.4 PPAQ reproducibility

As measured by a test-retest with a one-week interval, the reproducibility, reported by ICCs between the two PPAQ assessments, was high (ICC = 0.90 for total activity on pooled data [49 women]) (Table 13). The reproducibility was the lowest for the vigorous intensity activities (0.81) and ranged from 0.86 to 0.88 for sedentariness, light and moderate intensity activities. Among the types of activities, “*Transportation*” had the lowest ICC (0.59). ICCs were high for “*Household and Caregiving*” (0.89), “*Occupational*” (0.84) and “*Sports and Exercises*” (0.82).

### 2.5.5 PPAQ accuracy

To assess the accuracy of the PPAQ at different intensities and field settings, the summary measurements of the PPAQ were compared to the mean total counts per day and to the mean total number of minutes per day spent over the Matthews’ cut point (Table 14). As no major difference was observed between the trimesters, only the results on all participants pooled are reported. The SCCs between the PPAQ and the Matthews’ accelerometer cut point were 0.50 for total activity (light and above intensity), 0.25 for vigorous and 0.40 for moderate intensity activities reported in the PPAQ. The correlations for the types of activities ranged from 0.27 for “*Sports and Exercises*” to 0.53 for “*Occupational*” activities. The mean values of counts per day correlated with the total energy expenditure as well as with most of the intensities and types of activities (Table 14. See Annex 5 for the results using the Hendelman’s, Swartz’s and Freedson’s cut points). The correlations for the average daily minutes cumulated in bouts of at least 10 consecutive minutes over the Matthews’ cut point were slightly lower than those with the total daily minutes (Annex 8).

Finally, the participants were separated into tertiles according to the total energy expenditure calculated from the PPAQ. Then, the mean total minutes per day, as measured by the Matthews' accelerometer cut point, and the average total counts per 24 h period, have been derived for each tertile. A positive trend was observed across the tertiles for both accelerometers' measures (Table 15. See Annex 6 for the results using the Hendelman's, Swartz's and Freedson's cut points). Such association was not significant when using the average daily minutes cumulated in bouts of at least 10 consecutive minutes over the Matthew's cut point (Annex 9).

## **2.6 Discussion**

This study investigated for the first time a French version of the PPAQ and indicated that it was highly reliable in pregnant obese women. Furthermore, using a semi-quantitative questionnaire, this cross-sectional study indicated that the levels of PA were low in pregnant obese women. Finally, a correlation between the data from the PPAQ and from the accelerometer confirmed a moderate but acceptable accuracy of the questionnaire in this population. The translation to diverse languages and the application of the PPAQ to specific sub-populations would provide data to improve the actual or design other questionnaires that assess PA in pregnant women with a better accuracy. This study provided information on the capacity of the questionnaire and the GT1M to measure the PA levels. More studies are needed to determine which level of PA might improve the perinatal outcomes.

The recent health strategies encourage 30 minutes per day of moderate intensity activities on almost every days of the week in pregnant women [34]. There is a need for accurate assessment techniques to measure a lower intensity PA. A growing body of literature recommends that questionnaires should assess PA, including not only the assessment of sports and recreational activities but also a full range of physical activities related to work, transportation and childcare as well as the assessment of sleep and inactivity time [35,36].

Using the Matthews' cut point, the accuracy of the French PPAQ for assessing the PA in pregnant obese women is moderate. Although the original English PPAQ validation study among pregnant women did not provide analyses using the Matthews' cut point [13], the SCCs using the Freedson's, Swartz's and Hendelman's cut points reported in that study are

very close from those observed in pregnant obese women (Annex 5). The SCCs using the Swartz's and the Matthews' cut points followed a similar pattern in pregnant obese women. Comparing to the Swartz's cut point (the nearest cut point from the Matthews' one), SCCs were slightly higher for total activity ( $\geq$  light) (0.56 in obese women versus 0.32 in pregnant women of any BMI), for light intensity activities (0.54 versus 0.10 respectively), for "*Household and Caregiving*" activities (0.55 versus -0.01 respectively) and for "*Occupational*" activities (0.61 versus 0.31 respectively). The validation of the PPAQ in this specific population is a significant contribution taking into account that PA in pregnant obese women is of high importance as it may decrease the occurrence of adverse outcomes related to obesity.

Although it may not represent the real absolute PA intensity levels in pregnant women, the estimations of time spent at moderate and above intensity activities were calculated from the accelerometer using the Matthews' cut point [30] and compared to the energy expenditure levels based on the self-reported information from the PPAQ. The time spent at moderate-to-vigorous intensity activities, based on accelerometry, is surprisingly high. However, the accelerometer data analyses based on the time per day spent at moderate and above intensity activities in bouts of 10 consecutive minutes for each cut points is significantly reduced and is probably a more realistic description of the PA levels in this population of pregnant obese women (Annex 7). As a matter of fact, the total daily minutes spent over an accelerometer threshold does not provide information on the distribution (consecutive minutes or not) of these activities over the day and the PA guidelines recommend that bouts of at least 10 consecutive minutes of moderate intensity physical activity could be cumulated to reach the daily 30 minutes recommended [37]. As health benefits from PA may depend on these distribution patterns, it may be interesting to determine which of these parameters (counts, total minutes or bouts of consecutive minutes) are associated to the healthiest outcomes during pregnancy.

There is no cut point developed and validated in pregnant women. Among the regression equations that were used in this study, two derived from locomotion and lifestyle-based activities [20,21] and another from purely locomotion activities [19]. In fact, the first two equations (Swartz and Hendelman) overestimate the energy cost from low intensity

activities as their intercept is high. Especially, it has been documented that the Hendelman's equation should not be used as it importantly overestimates the time spent at moderate intensity activities. Conversely, the Freedson's value underestimates the total daily energy expenditure and PA because its cut-off was calculated with high movement-to-energy expenditure ratio [38]. As this cut point [19] was derived from walking and running, it was not a suitable criterion for the validation of a free-living PA questionnaire. Moreover, the use of linear regression created in laboratory or in field settings with specific activities appears to overestimate the time spent at moderate intensity activities when applied to a free-living measurement [30]. An interesting alternative approach proposed by Matthews determined a threshold by combining data from studies conducted in various settings (field and laboratory). The 25<sup>th</sup> percentile count value from six moderate intensity activities and the 75<sup>th</sup> percentile from six light intensity activities were defined as the lower range of count value for moderate and the upper range for light intensity respectively. Intermediate values were tested in a new set of data and the 760 counts.min<sup>-1</sup> cut-off was defined as a moderate-to-vigorous physical activity and found accurate [30]. This combination approach was confirmed to be an optimal balance between lifestyle and treadmill settings [38].

As mentioned previously, only few questionnaires are available for the measurement of PA during pregnancy [13,14,15,16,17]. Among them, the Kaiser Physical Activity Survey (KPAS) was validated in non-pregnant [39] and pregnant women [14] showing a good reliability (ICC of 0.84 for total activity) and a reasonable accuracy for the total activity compared with the counts (0.52) and other cut points. Comparable with the PPAQ in term of activities, this questionnaire only provides a score between 1 to 5 without quantifying the PA and leaving the comparison with other questionnaires more difficult. The Pregnancy Infection and Nutrition Physical Activity Questionnaire (PINPAQ) is similar to the PPAQ (i.e. not limited in term of activity intensities or types) but with open-ended questions only, resulting in lower SCCs (0.23 for total activity and 0.24 for moderate-to-vigorous intensity activities versus accelerometer counts) [16]. Other questionnaires showed no or weaker correlation or assessed only the moderate and vigorous intensity activities compared with an accelerometer during the pregnancy, such as the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) with a correlation of 0.15 for total activity in METs calculated from

the accelerometer [15] and the Physical Activity and Pregnancy Questionnaire (PAPQ) with SCCs of 0.59 and 0.15 for vigorous and moderate intensity activities in  $\text{min.wk}^{-1}$  respectively [17]. No questionnaire was specifically validated in a population of pregnant obese women.

Some limitations are inherent in the present study. Both PPAQ and accelerometer errors might have affected the correlations. Although the percentage of sedentariness/light intensity activities remained very high, the PPAQ data might have been slightly inaccurate, with obese women reporting more activities than practised. Furthermore, the SCCs may be lowered by a decrease in the women's activity across the pregnancy trimesters. The SCCs might also have been affected by the difference in the measurement times of the questionnaire and the accelerometer. The PA levels from the questionnaire, self-reported as PA usually performed per day or per week during the past 3 months, might have been overestimated by the participants in comparison with the PA levels measured by accelerometer during a week at the end of the 3-months period. Nevertheless, we felt that the limited and homogeneous levels of PA in pregnant obese women, with a large proportion of the time spent at sedentary or low intensity activities, were mainly responsible for the low-to-moderate SCCs of our study. The accelerometer error might be related to the failure of the Actigraph to measure the upper body movements, stationary bicycle and water activities. As documented by the diaries, and even if all activities were not of high intensity (such as pool or yoga), a failure of measurement by the accelerometer was observed. It justifies the use of the short diary in addition to accelerometry to document these activities. Finally, we cannot exclude a selection bias as it is possible that women who participated to the study were more interested by health and PA than the general population of pregnant obese women is.

This study highlights the challenge of quantifying PA using questionnaires or accelerometry alone. In fact, questionnaires and accelerometers are complementary tools to document the levels of PA as well as its impact on the pregnancy and neonatal outcomes in the pregnant obese population. The comparison between the PPAQ and accelerometry was a cornerstone before using these tools to assess the compliance to the PA recommendations in pregnant obese women.

We conclude that the French version of the PPAQ is reliable and reasonably accurate for the measure of PA of various intensities and types among pregnant obese women. For research requiring a detailed assessment of PA, both questionnaire and accelerometer should be used. Considering the high percentage of sedentary activities in pregnant obese women, accelerometer cut points defined by various types of activities (i.e. locomotion and lifestyle-based) and settings (i.e. free-living and laboratory), such as the one proposed by Matthews, may be used to evaluate the adherence to PA recommendations and the relative impact of a PA intervention.

## **2.7 Acknowledgements**

The authors acknowledge all physicians and nurses from participating Family Medicine Units (Laurier, Laval, Centre Médical Sainte-Foy and Saint-François d'Assise) and Obstetrical clinics (Clinique de la Cité and CHUL hospital) who helped us in the recruitment of pregnant women, Ms Marily Pépin and Ms Monique Longpré for their collaboration in data collection and Ms Alexandra Dufresne for her contribution to analyses.

## 2.8 References

1. Pichard C, Melzer K, Kayser B (2004) Physical activity: the health benefits outweigh the risks. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care* 7: 641-647.
2. Kramer MS, McDonald SW (2006) Aerobic exercise for women during pregnancy. *Cochrane Database Syst Rev* 3: CD000180.
3. Zavorsky GS, Longo LD (2011) Exercise guidelines in pregnancy: new perspectives. *Sports Med* 41: 345-360.
4. Juhl M, Andersen PK, Olsen J, Madsen M, Jorgensen T, et al. (2008) Physical exercise during pregnancy and the risk of preterm birth: a study within the Danish National Birth Cohort. *Am J Epidemiol* 167: 859-866.
5. Mottola MF (2007) The role of exercise in the prevention and treatment of gestational diabetes mellitus. *Curr Sports Med Rep* 6: 381-386.
6. Gavard JA, Artal R (2008) Effect of exercise on pregnancy outcome. *Clin Obstet Gynecol* 51: 467-480.
7. Clapp JF (2006) Effects of Diet and Exercise on Insulin Resistance during Pregnancy. *Metab Syndr Relat Disord* 4: 84-90.
8. Guelinckx I, Devlieger R, Mullie P, Vansant G (2010) Effect of lifestyle intervention on dietary habits, physical activity, and gestational weight gain in obese pregnant women: a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr* 91: 373-380.
9. Borodulin KM, Evenson KR, Wen F, Herring AH, Benson AM (2008) Physical Activity Patterns during Pregnancy. *Med Sci Sports Exerc.* 11: 1901-1908.
10. Poudevigne MS, O'Connor PJ (2006) A review of physical activity patterns in pregnant women and their relationship to psychological health. *Sports Med* 36: 19-38.
11. Owe KM, Nystad W, Bø K (2009) Correlates of regular exercise during pregnancy: the Norwegian Mother and Child Cohort Study. *Scand J Med Sci Sports* 5: 637-645.
12. Caspersen CJ, Fulton JE (2008) Epidemiology of walking and type 2 diabetes. *Med Sci Sports Exerc* 40: S519-528.
13. Chasan-Taber L, Schmidt MD, Roberts DE, Hosmer D, Markenson G, et al. (2004) Development and validation of a Pregnancy Physical Activity Questionnaire. *Med Sci Sports Exerc* 36: 1750-1760.
14. Schmidt MD, Freedson PS, Pekow P, Roberts D, Sternfeld B, et al. (2006) Validation of the Kaiser Physical Activity Survey in pregnant women. *Med Sci Sports Exerc* 38: 42-50.
15. Harrison CL, Thompson RG, Teede HJ, Lombard CB (2011) Measuring physical activity during pregnancy. *Int J Behav Nutr Phys Act* 8: 19.

16. Evenson KR, Wen F (2010) Measuring physical activity among pregnant women using a structured one-week recall questionnaire: evidence for validity and reliability. *Int J Behav Nutr Phys Act* 7: 21.
17. Haakstad LA, Gundersen I, Bo K (2010) Self-reporting compared to motion monitor in the measurement of physical activity during pregnancy. *Acta Obstet Gynecol Scand* 89: 749-756.
18. Institute of Medicine, National Academy of Sciences (1990) Nutrition during pregnancy. Washington (DC): National Academy Press. 480 p.
19. Freedson PS, Melanson E, Sirard J (1998) Calibration of the Computer Science and Applications, Inc. accelerometer. *Med Sci Sports Exerc* 30: 777-781.
20. Swartz AM, Strath SJ, Bassett DR, Jr., O'Brien WL, King GA, et al. (2000) Estimation of energy expenditure using CSA accelerometers at hip and wrist sites. *Med Sci Sports Exerc* 32: S450-456.
21. Hendelman D, Miller K, Baggett C, Debold E, Freedson P (2000) Validity of accelerometry for the assessment of moderate intensity physical activity in the field. *Med Sci Sports Exerc* 32: S442-449.
22. Matsuzaki M, Haruna M, Ota E, Yeo S, Murayama R, et al. (2010) Translation and cross-cultural adaptation of the Pregnancy Physical Activity Questionnaire (PPAQ) to Japanese. *Biosci Trends* 4: 170-177.
23. Ota E, Haruna M, Yanai H, Suzuki M, Anh DD, et al. (2008) Reliability and validity of the Vietnamese version of the Pregnancy Physical Activity Questionnaire (PPAQ). *Southeast Asian J Trop Med Public Health* 39: 562-570.
24. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, et al. (2011) American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc* 43: 1334-1359.
25. Montoye HJ, Kemper HC, Saris WH, Washburn RA (1996) Measuring physical activity and energy expenditure. Champaign, IL: Human Kinetics. 200 p.
26. Masse LC, Fulton JE, Watson KL, Mahar MT, Meyers MC, et al. (2004) Influence of body composition on physical activity validation studies using doubly labeled water. *J Appl Physiol* 96: 1357-1364.
27. Johnson RK, Russ J, Goran MI (1998) Physical activity related energy expenditure in children by doubly labeled water as compared with the Caltrac accelerometer. *Int J Obes Relat Metab Disord* 22: 1046-1052.
28. Kozey SL, Staudenmayer JW, Troiano RP, Freedson PS (2010) Comparison of the ActiGraph 7164 and the ActiGraph GT1M during self-paced locomotion. *Med Sci Sports Exerc* 42: 971-976.

29. Actilife User Manual. Available: <http://www.theactigraph.com>. Accessed 2011 Aug 5.
30. Matthews CE (2005) Calibration of accelerometer output for adults. *Med Sci Sports Exerc* 37: S512-522.
31. Rasmussen KM, Yaktine AL (2009) *Weight Gain During Pregnancy : Reexamining the Guidelines*. Washington DC: The National Academies Press. 868 p.
32. World Health Organisation (2000) *Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. World Health Organ Tech Rep Ser 894: i-xii, 1-253.*
33. Matthews CE, Hagstromer M, Pober DM, Bowles HR (2012) Best practices for using physical activity monitors in population-based research. *Med Sci Sports Exerc* 44: S68-76.
34. American College of Obstetricians and Gynecologists (2002) Exercise during pregnancy and the postpartum period. ACOG committee opinion Number 267, January 2002. *Int J Gynaecol Obstet* 77: 79-81.
35. Jacobs DR, Jr., Ainsworth BE, Hartman TJ, Leon AS (1993) A simultaneous evaluation of 10 commonly used physical activity questionnaires. *Med Sci Sports Exerc* 25: 81-91.
36. Chasan-Taber L, Evenson KR, Sternfeld B, Kengeri S (2007) Assessment of recreational physical activity during pregnancy in epidemiologic studies of birthweight and length of gestation: methodologic aspects. *Women Health* 45: 85-107.
37. US Department of Health and Human Services (2008) *Physical Activity Guidelines for Americans*. Available: <http://www.health.gov/PAGuidelines>. Accessed 2012 April 20.
38. Welk GJ, McClain JJ, Eisenmann JC, Wickel EE (2007) Field validation of the MTI Actigraph and BodyMedia armband monitor using the IDEEA monitor. *Obesity (Silver Spring)* 15: 918-928.
39. Ainsworth BE, Sternfeld B, Richardson MT, Jackson K (2000) Evaluation of the kaiser physical activity survey in women. *Med Sci Sports Exerc* 32: 1327-1338.

Table 10. Women's characteristics.

	All participants (n=49)	First trimester (n=17)	Second trimester (n=16)	Third trimester (n=16)
	Mean $\pm$ SD or n (%)	Mean $\pm$ SD or n (%)	Mean $\pm$ SD or n (%)	Mean $\pm$ SD or n (%)
Age, years	29.8 $\pm$ 4.2	28.5 $\pm$ 4.8	30.8 $\pm$ 4.3	30.3 $\pm$ 3.3
Gestational age, weeks	24.57 $\pm$ 9.07	13.67 $\pm$ 6.7*	25.47 $\pm$ 5.7*	35.47 $\pm$ 6.7*
Prepregnancy BMI, kg m <sup>-2</sup>	34.7 $\pm$ 5.1	34.1 $\pm$ 4.6	33.8 $\pm$ 4.9	36.3 $\pm$ 5.7
Married or living with a partner	48 (98%)	17 (100%)	16 (100%)	15 (94%)
White	49 (100%)	17 (100%)	16 (100%)	16 (100%)
Parity				
0	21 (43%)	5 (29%)	8 (50%)	8 (50%)
$\geq 1$	28 (57%)	12 (71%)	8 (50%)	8 (50%)
Schooling				
High school or less	9 (18%)	4 (24%)*	5 (31%)*	0 (0%)*
College / graduate	40 (82%)	13 (76%)	11 (69%)	16 (100%)
Employed during past trimester	20 (41%)	11 (65%)	5 (31%)	4 (25%)
Smoking during past trimester	7 (14%)	3 (18%)	4 (25%)	0 (0%)
# alcohol consumption† per week during past trimester	0.21 $\pm$ 0.46	0.35 $\pm$ 0.69	0.15 $\pm$ 0.26	0.12 $\pm$ 0.24

\*  $P < 0.05$ 

† One consumption corresponds to 125 ml of wine, 350 ml of beer or 30 ml of spirit.

Table 11. Physical activity distribution during pregnancy from Actigraph's GTTM recording.

	All participants (n=48)			First trimester (n=17)	Second trimester (n=16)	Third trimester (n=15)
	Mean $\pm$ SD or n (%)	Median	25 <sup>th</sup> -75 <sup>th</sup> percentile	Mean $\pm$ SD or n (%)	Mean $\pm$ SD or n (%)	Mean $\pm$ SD or n (%)
Counts (n x 10 <sup>4</sup> .24 h <sup>-1</sup> )	20.1 $\pm$ 6.7	19.1	15.5 – 26.2	21.3 $\pm$ 5.8	19.4 $\pm$ 6.3	19.5 $\pm$ 8.1
Steps (.24 h <sup>-1</sup> )	5259 $\pm$ 1762	5234	3728 – 6471	5719 $\pm$ 1728	5001 $\pm$ 1653	5014 $\pm$ 1921
Moderate intensity or above (min. 24h <sup>-1</sup> )						
Matthews' cut point	83 $\pm$ 35	72	59 – 106	88 $\pm$ 25	78 $\pm$ 36	83 $\pm$ 43
Cumulating 150 min of moderate intensity activity by week						
Matthews' cut point	48 (100%)			17 (100%)	16 (100%)	15 (100%)

Table 12. Physical activity levels as self-reported by the PPAQ.

	All participants (n=49)									
	First trimester (n=17)			Second trimester (n=16)			Third trimester (n=16)			
	Mean $\pm$ SD	%	Median	25 <sup>th</sup> -75 <sup>th</sup> percentile	Mean $\pm$ SD	%	Mean $\pm$ SD	%	Mean $\pm$ SD	%
Total energy expenditure, METS-h.wk <sup>-1</sup>	202 $\pm$ 82		180	132 - 269	234 $\pm$ 84		186 $\pm$ 86		185 $\pm$ 68	
Energy expenditure in moderate activity and above, METS-h.wk <sup>-1</sup>	57 $\pm$ 51		36	18 - 96	69 $\pm$ 59		48 $\pm$ 42		54 $\pm$ 49	
Cumulating $\geq$ 10 METS-h.wk <sup>-1</sup> of Sports / Exercises (n[%])	26 (53%)				8 (47%)		8 (50%)		10 (63%)	
<hr/>										
Total energy expenditure by intensity, METS-h.wk <sup>-1</sup>										
Sedentary	64 $\pm$ 27	36 $\pm$ 19	60	40 - 92	76 $\pm$ 23	37 $\pm$ 17	60 $\pm$ 24	37 $\pm$ 18	55 $\pm$ 31	35 $\pm$ 24
Light	81 $\pm$ 44	39 $\pm$ 13	73	48 - 106	90 $\pm$ 43	37 $\pm$ 11	78 $\pm$ 49	41 $\pm$ 13	76 $\pm$ 39	40 $\pm$ 14
Moderate	53 $\pm$ 47	23 $\pm$ 13	34	18 - 81	63 $\pm$ 57	24 $\pm$ 14	46 $\pm$ 41	21 $\pm$ 11	49 $\pm$ 43	23 $\pm$ 14
Vigorous	4 $\pm$ 9	1 $\pm$ 3	0	0 - 2	5 $\pm$ 12	2 $\pm$ 4	2 $\pm$ 2	1 $\pm$ 1	4 $\pm$ 9	2 $\pm$ 3
<hr/>										
Total energy expenditure by type, METS-h.wk <sup>-1</sup>										
Household/Caregiving	100 $\pm$ 74	45 $\pm$ 20	74	44 - 153	104 $\pm$ 77	41 $\pm$ 17	95 $\pm$ 78	46 $\pm$ 21	99 $\pm$ 71	49 $\pm$ 23
Occupational	32 $\pm$ 42	17 $\pm$ 21	0	0 - 71	56 $\pm$ 49*	26 $\pm$ 21	22 $\pm$ 35*	14 $\pm$ 22	16 $\pm$ 30*	10 $\pm$ 19
Sports/Exercises	14 $\pm$ 13	7 $\pm$ 5	11	4 - 20	14 $\pm$ 16	5 $\pm$ 5	13 $\pm$ 11	7 $\pm$ 6	15 $\pm$ 14	7 $\pm$ 5
Transportation	17 $\pm$ 11	9 $\pm$ 5	14	8 - 23	23 $\pm$ 9*	10 $\pm$ 4*	15 $\pm$ 12*	9 $\pm$ 7*	13 $\pm$ 7*	7 $\pm$ 3*

\*  $P < 0.05$

*Table 13. Reliability of the PPAQ.*

Methods	1 week test-retest Consistency of estimates for total activity, activity type, and intensity (Intraclass correlation coefficients [ICCs])
Sample	49 pregnant obese women aged $29.8 \pm 4.2$ , mean gestational age $24.57 \pm 9.07$ wk, mean prepregnancy BMI $34.7 \pm 5.1$ kg.m <sup>-1</sup> , 43% primiparous.
Summary Results	
Total activity (light and above)	0.90
Sedentary (<2.0 METs)	0.88
Light (2.0 – <3.0 METs)	0.86
Moderate (3.0 – 6.0 METs)	0.86
Vigorous (>6.0 METs)	0.81
Household/Caregiving	0.89
Occupational (n=20)*	0.84
Sports/Exercises	0.82
Transportation	0.59

\* Including only women who were still working during the postpartum

Table 14. Accuracy of the PPAQ.

Methods		Relationships between activity and Actigraph GT1M (criterion) data (Spearman correlation coefficients [SCCs])	
Summary Results			
PPAQ measures		Mean counts: d <sup>-1</sup>	Matthews' cut point
Total activity (light and above)		<b>0.58 (P&lt;0.01)</b>	<b>0.50 (P&lt;0.01)</b>
Sedentary (<2.0 METs)		-0.19 (P=0.19)	-0.17 (P=0.24)
Light (2.0 – <3.0 METs)		<b>0.53 (P&lt;0.01)</b>	<b>0.46 (P&lt;0.01)</b>
Moderate (3.0 – 6.0 METs)		<b>0.49 (P&lt;0.01)</b>	<b>0.40 (P&lt;0.01)</b>
Vigorous (>6.0 METs)		<b>0.39 (P&lt;0.01)</b>	0.25 (P=0.08)
Household/Caregiving		<b>0.56 (P&lt;0.01)</b>	<b>0.48 (P&lt;0.01)</b>
Occupational (n=19)*		<b>0.56 (P=0.01)</b>	<b>0.53 (P=0.02)</b>
Sports/Exercises		<b>0.40 (P&lt;0.01)</b>	0.27 (P=0.06)
Transportation		<b>0.38 (P&lt;0.01)</b>	<b>0.29 (P&lt;0.05)</b>

\* Including only women who were still working during the past trimester

Table 1.5. Mean (SD) GTIM values across tertiles of total energy expenditure based on the PPAQ.

Actigraph measures	Lowest tertile (n=16)	Middle tertile (n=17)	Highest tertile (n=16)	Trend P*
	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD	
Counts (n x 10 <sup>4</sup> . 24h <sup>-1</sup> )	17.4 $\pm$ 5.3	18.7 $\pm$ 6.1	24.4 $\pm$ 6.8	<0.01
Matthews' cut point	72 $\pm$ 29	78 $\pm$ 29	101 $\pm$ 40	0.04

\* Jonckheere-Terpstra

## Chapitre III

### CLARIFICATIONS MÉTHODOLOGIQUES

Certains des points clarifiés ci-dessous faisaient partie des commentaires soulevés par les réviseurs de l'article et ont été discutés lors de la première révision de l'article.

#### 3.1 Population

##### 3.1.1 IMC

###### *3.1.1.1 Classification d'obésité à $> 29 \text{ kg.m}^{-2}$*

Pour cette étude, nous nous sommes référés aux normes de l'IOM de 1990, qui situaient l'obésité pré-gestationnelle à un IMC  $> 29 \text{ kg.m}^{-2}$ , pour définir notre critère d'inclusion [23]. Ainsi, certaines femmes (n=5) ayant participé à l'étude ne sont pas catégorisées comme obèses selon les nouvelles normes de Santé Canada. Néanmoins, beaucoup d'études antérieures chez les femmes enceintes ont classifié les risques périnataux liés à l'obésité selon ces anciennes catégories. De plus, ces normes étaient encore employées au moment de débiter notre étude, puisque la mise à jour des recommandations de l'IOM n'a été publiée qu'en 2009 [24].

###### *3.1.1.2 Auto-rapport du poids pré-gestationnel*

Les femmes ont été incluses en fonction de l'IMC pré-grossesse auto-rapporté. Lors du premier contact (téléphonique) avec la femme, elle rapportait son dernier poids connu avant la grossesse et sa taille. Ces données étaient recueillies grâce à une question standardisée. L'IMC était calculé à partir de ces informations afin de fixer un rendez-vous à la participante ou de l'exclure. À la première rencontre, la femme était mesurée et pesée. L'IMC était recalculé en fonction de la taille mesurée et du poids pré-gestationnel rapporté afin de confirmer l'admissibilité de la participante. Aucune participante n'a été exclue suite à ces vérifications, toutes ayant un IMC supérieur à 29, même après utilisation de la taille mesurée à la visite 1 et donc excluant un biais de la taille auto-rapportée.

Il est évidemment possible que les femmes aient eu tendance à sous-estimer leur poids d'avant la grossesse. Cela aurait pour effet d'avoir exclu des femmes qui, selon nos critères, aurait dues être incluses. En ce sens, pour minimiser les biais en lien avec ces valeurs auto-rapportées, l'IOM a publié en 2009 son document de mise à jour des recommandations de

gain de poids selon l'IMC et le comité a effectué une revue étendue de la littérature [24]. Ils ont conclu que la plupart des études reposent sur des valeurs de poids auto-rapportées. Ils proposent une méthode *idéale* et une méthode *pratique* pour recueillir cette information. Le poids pré-gestationnel devrait *idéalement* être mesuré à une visite pré-conceptionnelle; en *pratique*, ils suggèrent que l'information devrait être auto-rapportée lors de la première visite prénatale à l'aide d'une question standardisée. Cette façon de faire, bien qu'imparfaite, est largement utilisée.

### 3.1.2 Taille d'échantillon

La formule ci-dessous a été utilisée afin de déterminer la taille d'échantillon requise pour le projet d' « Évaluation de l'activité physique chez la femme obèse enceinte ».

$$N = \frac{T^2 \times P(1-P)}{M^2} \quad \text{où :}$$

*T est le niveau de confiance,*

*P est la prévalence de l'obésité chez les femmes enceintes,*

*M est la marge d'erreur.*

Équation 3. Calcul de la taille d'échantillon requise. Tiré de « *Essentials of biostatistics in public health* », LM Sullivan, Jones and Bartlett Publishers, Inc., 2008.

Nous avons choisi un niveau de confiance de 95% pour lequel la valeur, selon la loi normale centrée réduite, est de 1.96. La prévalence d'obésité est estimée à 15% chez les femmes enceintes et nous avons fixé la marge d'erreur à 10% (0.1). La taille d'échantillon obtenue est de 49 participantes.

Puisque nous souhaitons avoir un questionnaire qui soit valide et reproductible sur l'ensemble de la grossesse, nous avons choisi de recruter nos participantes également à la fin de chacun des trimestres, soit 17 femmes à environ 14 semaines de grossesse, 16 à environ 26 semaines et 16 à environ 36 semaines. Des analyses par trimestre ont été effectuées concernant la validité du questionnaire et sont présentées dans l'annexe 10. Il faut cependant interpréter ces résultats avec précaution puisque le *n* par trimestre est très peu élevé.

## 3.2 Outils de mesure

### 3.2.1 Processus de traduction du questionnaire

Le PPAQ consiste en une liste d'activité dont le vocabulaire est très simple. Nous avons traduit le questionnaire à partir de la version anglaise, vérifié l'acceptabilité du langage en faisant remplir le questionnaire à une dizaine de femmes en âge de procréer puis adapté le questionnaire pour rencontrer le contexte climatique du Québec. La reproductibilité et validité de cette version française du questionnaire ont été complètement réévaluées dans la présente étude. Secondairement, la similarité d'une version anglaise adaptée pour le Québec (simplement le même ajout que la version française) et notre version française a été vérifiée par une personne bilingue indépendante à l'étude.

### 3.2.2 Variable des pas du GT1M

Les pas sont automatiquement mesurés par un podomètre intégré dans le moniteur d'activité physique. Nous avons souhaité rapporter les résultats des pas moyens par jour puisqu'ils ont souvent servi à établir des recommandations d'activité physique. Cependant, aucune analyse spécifique n'avait été planifiée pour cette variable, elle sert plutôt d'indicateur de caractérisation de notre population en terme d'activité de marche.

### 3.2.3 Dépense énergétique en calories du GT1M

La dépense énergétique obtenue à partir du GT1M est calculée en fonction des « *counts* » plutôt que mesurée. Plusieurs équations de régression sont disponibles, obtenues selon plusieurs design d'études (divers moniteurs, site de port, type et durée des activités, outils de comparaison, etc.). Bien souvent, les équations reposent sur une activité ou un type d'activité spécifique, tel que marcher à différents rythmes, mesurés en laboratoire plutôt qu'en vie quotidienne. Elles tendent à sous-estimer la dépense énergétique de la plupart des autres activités. Cependant, à notre connaissance, aucune équation de régression n'a été validée chez la femme enceinte. La littérature rapporte que les femmes enceintes présentent une consommation d'oxygène plus importante, et donc une dépense énergétique accrue, en comparaison aux femmes non enceintes pendant des exercices sous-maximaux impliquant un déplacement de la masse corporelle comme la marche. Il est aussi possible que le même effet soit retrouvé pendant des exercices sous-maximaux avec poids supporté, tel que le vélo, mais les résultats sont contradictoires. Dans notre population de femmes obèses

enceintes, nous croyons que c'est quelque peu risqué de calculer la dépense énergétique à partir des données d'accélérométrie en utilisant une équation standardisée qui n'est probablement pas appropriée pendant la grossesse.

Par ailleurs, les recommandations d'activité physique pour les femmes enceintes sont présentées en termes de minutes par semaine d'activité d'intensité modérée ou plus. En plus de la comparaison avec le nombre moyen de « *counts* » par jour, il était plus approprié de comparer le nombre moyen de minutes par jour passées en activité modérée ou plus, obtenues par le moniteur, avec le questionnaire.

#### 3.2.4 Sélection du « *cut point* » de Matthews

Comme mentionné plus tôt, plusieurs « *cut points* » ont été créés à partir d'équations de régression. Les trois points-limites les plus souvent utilisés avec les moniteurs Actigraph ont été validés dans des designs différents [70,71,72] et un 4<sup>e</sup> « *cut point* » gagne en popularité [73]. Puisqu'aucun « *cut point* » n'a été validé pendant la grossesse, nous avons effectué un choix parmi ces quatre points en fonction du design qui correspond le mieux aux mesures de vie quotidienne que nous avons effectuées.

Le premier point fréquemment utilisé est celui de Freedson et al, qui est d'ailleurs configuré par défaut sur le logiciel d'Actigraph [69]. La valeur de 1952 « *counts* » par minute et plus a été trouvée comme représentant une activité d'intensité modérée, basée sur des mesures effectuées en laboratoire. Les sujets ont participé à trois activités sur tapis roulant, la marche, la marche rapide et le jogging, à des vitesses prédéterminées. Leur consommation d'oxygène était mesurée par spirométrie en circuit ouvert puis convertie en dépense énergétique. Une droite de régression a été établie entre les « *counts* » mesurés et les METs mesurées. Par la suite, des « *cut points* » correspondant à une dépense de trois, six et neuf METs ont été déduit de la droite [70].

Le « *cut point* » de Hendelman et al a été développé avec des activités de marche selon quatre vitesses choisies par les participants, des tâches domestiques intérieures et de jardinage ainsi que du golf. Deux équations de régression ont été produites pour le CSA, une avec les activités de marche seulement et une avec toutes les activités. Pour la seconde équation, l'intensité modérée est définie par une valeur de 191 « *counts* » par minute. Un

système portable de mesure d'échange des gaz respiratoires a été utilisé pour la validation [72].

Un autre « *cut point* » fréquemment utilisé est celui de Swartz et al. Les auteurs ont soumis les participants à des activités de la vie quotidienne. Cinq activités de jardinage, trois activités de travail, huit activités d'entretien ménager, quatre activités de vie familiale, quatre activités d'entraînement et quatre activités de loisir ont été pratiquées. La limite de trois METs, selon cette équation, représente 574 « *counts* » par minutes. Les activités ont été pratiquées dans un laboratoire, sur le terrain de l'université, à la maison du participant ou sur un terrain de sport et la consommation d'oxygène a été évaluée par calorimétrie indirecte avec un outil portable [71].

Le « *cut point* » de Matthews est de plus en plus utilisé. Celui-ci a été développé grâce à des données provenant de divers projet de recherche incluant des activités de locomotion (marche, course) ainsi qu'une variété d'activités quotidiennes [73]. Il a été défini en utilisant le 25<sup>e</sup> percentile de « *counts* » de six activités d'intensité modérée comme limite inférieure et le 75<sup>e</sup> percentile de six activités d'intensité légère comme limite supérieure. La moyenne entre ces deux valeurs ainsi que la moyenne  $\pm 10\%$  ont été testées dans un nouvel ensemble de données et la valeur de 760 « *counts* ».min<sup>-1</sup> (moyenne + 10%) était celle qui présentait la meilleure validité.

La marche produit des niveaux de « *counts* » plus élevés, pour une même intensité, que bien des activités. Cela est dû à la lacune de mesure des moniteurs d'activité physique qui ne perçoivent pas l'effort musculaire, comme soulever des poids, ou les activités sans déplacement, comme le vélo stationnaire. Ces deux activités impliquent tout de même une dépense énergétique, tout comme la marche, mais elle est sous-estimée par l'accélérométrie. Le choix des activités a un grand impact sur l'équation de régression et donc sur les « *cut points* » obtenus. Par ailleurs, l'utilisation d'une régression linéaire produite à partir d'activités spécifiques semble surestimer le temps passé en activité d'intensité modérée ou plus lorsqu'elle est appliquée à la vie de tous les jours [73]. Aucune équation produite à partir d'activités de vie quotidienne n'est parfaite. Nous avons retenu le « *cut point* » de Matthews puisqu'il ne découle pas d'une régression linéaire et qu'il provient de bases de données mesurant plusieurs types d'activités quotidiennes, dont la

marche. Puisque cette dernière semble être l'un des exercices favorisés par la femme obèse enceinte, nous croyons qu'un « *cut point* » validé en incluant une bonne part de cette activité soit le plus approprié. Pour information, les résultats de validation du questionnaire en fonction des trois autres « *cut points* » sont présentés dans les annexes 4, 5 et 6.

### 3.3 Méthodologie

#### 3.3.1 Design

La reproductibilité du questionnaire a été vérifiée par un test-retest à sept jours d'intervalle. Pour la validation, les résultats obtenus avec le PPAQ de la première visite ont été comparés aux résultats obtenus par enregistrement avec le moniteur d'activité physique porté entre les deux visites.

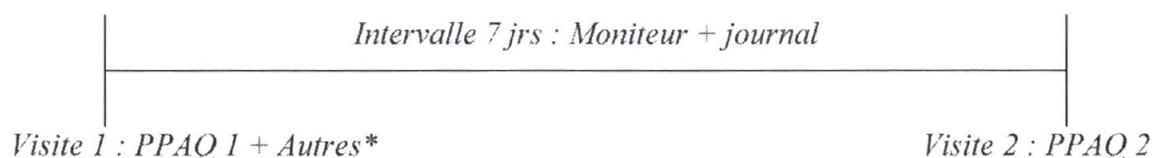


Figure 3. Design de l'étude d'« Évaluation de l'activité physique chez la femme obèse enceinte ».

\* Mesures socio-démographiques, antécédents obstétricaux et médicaux, qualité de vie, habitudes de vie et mesures anthropométriques.

Il est possible que le niveau d'activité physique diminue au cours de la grossesse, en particulier pour les activités d'intensité modérée et vigoureuse, même si les niveaux de ces intensités étaient déjà faibles avant la grossesse chez les femmes obèses enceintes. Cela pourrait avoir diminué la force des corrélations entre les outils et s'explique par la différence entre les temps de mesure du questionnaire et du moniteur. Le questionnaire peut avoir surestimé les niveaux réels d'activité physique pratiqué pendant le trimestre précédent, autant par un biais de rappel que par un biais de désirabilité sociale. Le moniteur peut avoir sous-estimé l'activité pratiquée réellement pendant le trimestre puisque la mesure a été effectuée seulement à la fin de celui-ci. Cependant, nous croyons que l'étendue plutôt limitée et homogène de l'activité physique chez les femmes obèses enceintes, avec une grande proportion du temps passé en activité sédentaire ou de faible intensité, contribue plus à la faiblesse des corrélations.

Évidemment, les corrélations auraient probablement été plus fortes si la mesure de l'activité physique par le moniteur avait été effectuée sur toute la période de trois mois évaluée par le

questionnaire. Cependant, cela aurait augmenté de beaucoup la charge des participantes, diminuant probablement la compliance et ayant comme résultat de diminuer la qualité des données. La mesure de l'activité physique sur une plus courte période aurait pu être possible en utilisant un questionnaire évaluant les sept derniers jours. Cependant, nous souhaitons avoir un questionnaire qui soit valide pour une évaluation de l'activité pratiquée au début, au milieu et à la fin de la grossesse dans les études concernant le lien entre la pratique d'activité physique et les issues périnatales. De plus, en accord avec nos résultats, les femmes auto-rapportent leur activité habituelle des trois derniers mois de façon reproductible. La période de rappel du questionnaire ne semble donc pas être la cause principale des corrélations modérées. Enfin, les corrélations par trimestre entre les moniteurs et les questionnaires sont présentées dans l'annexe 10 et semblent similaires dans les trois trimestres.

### **3.3.2 Compliance aux mesures**

Lors de la création de l'étude, nous avons établi que les femmes devaient porter le moniteur pour un minimum de huit heures par jour lors de leur période d'éveil afin que la journée soit considérée comme valide. Cependant, les femmes ont reçu comme instructions de porter le moniteur constamment (24 h par jour) pour sept jours consécutifs. Elles avaient aussi en main un journal dans lequel elles devaient noter les heures de sommeil et les moments où elles enlevaient le moniteur ainsi que la raison de ce retrait. La limite de huit heures que nous avons fixée est basée sur l'étude de validation du PPAQ original [55] et est similaire à celle qui a été utilisée pour la validation internationale du International Physical Activity Questionnaire (IPAQ), qui était de dix heures par jour pour au moins cinq jours [71,75].

Tel que mentionné dans l'article, six femmes ont été exclues des analyses pour un problème technique avec le moniteur d'activité physique, pour lesquelles nous n'avons finalement aucune donnée d'accélérométrie. Une autre femme a été exclue des analyses puisqu'elle a reçu un avis médical de repos complet pour toute la période d'enregistrement d'accélérométrie. Pour les participantes qui ont été incluses, la compliance aux instructions de port de moniteur a été très bonne.

Toutes les femmes, sauf deux, ont régulièrement complété le journal d'activité physique. Cela nous a permis de nous assurer que les journées d'enregistrement étaient bien valides ou, en cas contraire, de les retirer des analyses. Nous avons aussi pu documenter les raisons et les durées des retraits de moniteur.

Le nombre de femmes (%) selon le nombre de jours de moniteur inclus dans les analyses est présenté dans le tableau 16. Pour 47 (96%) femmes, les données d'accélérométrie (« *counts* » moyens par jour et nombre moyen de minutes par intensité par jour) ont été calculées comme une moyenne de six ou sept jours. Pour ces femmes, le moniteur a été porté sur une moyenne de  $22.4 \pm 2.03$  heures par jour ( $14.4 \pm 1.05$  heures sur le temps d'éveil). Pour chacun des jours inclus dans les analyses, le moniteur était porté pour toute la journée entre le lever et le coucher sauf pour les activités aquatiques (douche, bain ou piscine). Dans le cas des six femmes pour qui nous avons éliminé une journée des analyses, quatre femmes ont oublié de porter le moniteur pour une journée entière, une femme n'avait pas complété adéquatement le journal d'activité pour une journée et pour une femme, l'enregistrement a échoué pour une journée.

De plus, deux femmes n'ont pas complété adéquatement le journal pour la plupart ou tous les jours de la semaine (4/7 et 7/7 jours). Même si nous possédions des données d'accélérométrie sur toute la semaine pour ces deux femmes, nous étions dans l'incapacité de déterminer adéquatement les périodes pour lesquelles le moniteur était porté ou non. Les « *counts* » moyens ont été reportés sur une période de trois jours pour une femme et aucune analyse de validation n'a été effectuée sur les données de l'autre participante.

Tableau 16. Journées d'enregistrement valides pour les analyses de validation.

Nombre de jours inclus	7 jrs	6 jrs	3 jrs	0 jrs
Nombre de participantes (%)	41 (84%)	6 (12%)	1 (2%)	1 (2%)

## Conclusion

En partant du projet d'« Évaluation de l'activité physique chez la femme obèse enceinte », visant observer les niveaux d'activité physique pratiqués dans une sous-population de femmes enceintes et à juger de la qualité de certains outils de mesure disponibles, nous avons vérifié la reproductibilité et la validité du questionnaire PPAQ, en le comparant à l'accélérométrie. De plus, nous avons pu extraire des données concernant le temps passé à pratiquer des activités de diverses intensités.

Les niveaux d'activité physique détectés étaient plutôt faibles, autant avant que pendant la grossesse, chez les femmes obèses enceintes. L'activité d'intensité vigoureuse était quasi-inexistante et l'activité modérée rapportée ne comptait que pour 23% de la dépense énergétique hebdomadaire. À l'opposé, les activités sédentaires représentaient 36% de la dépense par semaine et l'activité légère pour 39%, sans inclure le sommeil. Cela signifie que les femmes passent beaucoup plus de temps à la sédentarité et aux activités de faible intensité qu'à des activités d'intensité au moins modérée, pouvant diminuer les risques de complications périnatales. Concernant le questionnaire, la version française a été trouvée reproductible à une semaine d'intervalle, avec des coefficients intraclasses variant entre 0.81 pour l'activité vigoureuse et 0.90 pour l'activité totale, à l'exception de la catégorie des « *Transport* » qui n'est reproductible qu'à 0.59. Le questionnaire a aussi été trouvé modérément valide lors de la comparaison avec l'accélérométrie. Ce critère a été sélectionné pour sa facilité d'utilisation en clinique, son faible coût, sa charge d'analyse relativement limitée et parce que l'implication requise par le participant est minime. En utilisant le « *cut point* » de Matthews [73], qui semble être le plus approprié pour notre population de femmes obèses enceintes en vie de tous les jours, bien qu'il n'ait pas été validé pendant la grossesse, la plupart des catégories du questionnaire sont significativement corrélées avec le moniteur ou près de la limite de significativité. Puisqu'il s'agissait d'une étude pilote, la taille d'échantillon requise a pu être sous-estimée.

L'étude a présenté quelques autres limites, attribuables particulièrement au design et aux faiblesses de chacun des outils utilisés. Tel que discuté précédemment, le design n'était pas parfait. Les corrélations entre les outils auraient peut-être été meilleures si nous avions pu

mesurer exactement la même période que celle qui était rapportée par la femme. Les résultats auraient pu être meilleurs si nous avions pu effectuer des comparaisons entre les valeurs absolues plutôt que des corrélations. Malheureusement, aucune équation de régression valide n'était disponible pour notre population afin de convertir les « *counts* » en METs. De plus, comme le moniteur et le questionnaire ne mesurent pas exactement la même chose, il était plus avisé de comparer les patrons d'activité physique par des corrélations que les valeurs absolues. Nous considérons que le design choisi était le plus simple et le plus efficace compte tenu des contraintes liées aux études cliniques avec des participantes enceintes. De plus, les corrélations sont similaires à celles qui ont été trouvées dans les validations des versions anglaise et vietnamienne [55,64]. La version française semble donc être aussi valide que les autres versions, sans être supérieure. À nos yeux, cependant, le questionnaire et le moniteur sont complémentaires. Effectivement, les deux outils présentent des lacunes dans les mesures de l'activité physique qui sont en partie compensées par l'utilisation du second outil. Le questionnaire est soumis à un certain niveau de biais de rappel et de désirabilité sociale puisque les résultats découlent de l'auto-rapport. Pour le moniteur d'activité physique, il est non qualitatif et, puisque certaines activités sont sous-estimées (vélo stationnaire) ou non mesurées (aquatique), il présente une perte d'information. Les nouvelles générations de moniteurs tentent de combler ces lacunes. Un journal complété par les femmes est nécessaire pour aider à l'analyse des données fournies par le moniteur. De plus, de tous les « *cut points* » disponibles, aucun n'a été validé pendant la grossesse. Ils risquent donc d'être inappropriés chez la femme obèse enceinte. De plus, deux études qui ont déterminé des « *cut points* » de vie quotidienne présentent des valeurs plutôt différentes l'une de l'autre [71,72]. Cela repose principalement sur le choix des activités utilisées lors des mesures auprès des participants. Nous avons donc dû choisir un « *cut point* » qui nous semblait correspondre le mieux aux activités que les femmes enceintes pratiquent et qui a été créé dans les meilleures conditions. Néanmoins, les « *cut points* » de Swartz et Hendelman corrélaient plutôt bien avec le questionnaire. Ces derniers semblent donc être modérément représentatifs de la vie quotidienne. Toutefois, la corrélation entre le temps passé en activité modérée ou plus selon le moniteur et l'activité légère selon le questionnaire est positive. Il est possible que ces « *cut points* », incluant celui de Matthews, surestiment le temps passé aux activités

d'intensité modérée ou plus en incluant des activités d'intensité légère. Une dernière faiblesse concerne un possible biais de sélection. Les femmes qui ont accepté de participer au projet avaient peut-être un intérêt plus marqué pour la santé et l'activité physique que la population obèse enceinte générale. En effet, bien que nous ne demandions pas aux femmes de se soumettre à un régime particulier d'activité physique, certaines femmes pourraient avoir refusé de participer estimant leur pratique inintéressante ou embarrassante (désirabilité sociale).

Cette étude a permis de cerner quelques unes des barrières à la mesure de l'activité physique pendant la grossesse à l'aide de questionnaires ou de l'accélérométrie. Bien que le questionnaire soit reproductible et modérément valide, nous soutenons que les deux outils sont complémentaires. Que ce soit dans un but de déterminer des niveaux d'activité physique, de cerner les patrons de la pratique ou encore d'évaluer l'impact de la pratique sur les issues périnatales chez des femmes obèses enceintes, les deux instruments se complètent. De plus, comme la pratique d'activité sédentaire représente un grand pourcentage de la dépense énergétique, le questionnaire et le « *cut point* » utilisés doivent être suffisamment sensibles pour pouvoir détecter des petites différences entre les femmes ou chez les mêmes femmes pendant un suivi longitudinal.

Il apparaît clairement que l'activité physique de la vie quotidienne est difficile à mesurer de façon valide et reproductible. Cependant, en utilisant plus d'un outil, le portrait de la pratique d'activité physique devient plus représentatif de la vérité. Les instruments que nous avons employés pour cette étude pourraient être utilisés dans la population des femmes obèses enceintes lors d'une rencontre avec une nutritionniste ou un obstétricien. Évidemment, la charge de travail des professionnels du système de santé québécois rend l'ajout de la mesure d'activité physique, en clinique, impensable. Cependant, le fait d'avoir un portrait réaliste de la dépense énergétique de la femme enceinte pourrait amener à des conseils de programme d'activité physique personnalisés et donc, à une plus grande compliance aux recommandations d'activité physique. Ultimement, cela pourrait permettre de diminuer les prévalences de complications périnatales. Il faudrait toutefois ajouter une formation des professionnels de la santé et inclure une rencontre avec un kinésologue pendant le suivi prénatal.

Dans un système comme celui qui est actuellement présent au Québec, en particulier dans le contexte économique des dernières années, il n'est pas possible d'inclure ces méthodes dans la pratique clinique régulière; pas même simplement pour la sous-population obèse. Dans sa politique ministérielle de périnatalité pour 2008-2018, le gouvernement du Québec apporte des précisions sur l'information prénatale qui devraient être transmises aux futurs parents lors d'un suivi de grossesse ainsi que sur la promotion et la prévention [76]. Il y est mentionné que les habitudes de vie, des gestes souvent effectués mécaniquement, doivent être abordées avec la femme afin de promouvoir un engagement à ou un maintien des habitudes de vie saines. En introduction, on discute grandement de la consommation d'alcool, puis plus brièvement de l'alimentation, du mode de vie actif, de la consommation de tabac et des comportements sexuels à risque comme étant des cibles potentielles d'information. Toutefois, les orientations plus particulières du gouvernement sont concentrées sur l'alimentation, la consommation d'alcool, de drogue et de tabac ainsi que sur la prévention des ITSS. Le volet « Activité physique » ne semble pas être une priorité gouvernementale pour l'instant [76]. Le volet touchant à la recherche est résumé en une demi-page et ne fait pas partie des priorités de la politique. La recherche devrait s'orienter vers l'optimisation des interventions, la connaissance plus poussée de certains problèmes moins bien compris, tel que la prématurité et les anomalies congénitales, de même que sur certains actes et interventions obstétricaux, tel que la procréation assistée. Le transfert des connaissances y est aussi abordé dans une optique d'adoption plus rapide de meilleures pratiques. On y aborde donc plutôt un volet de recherche de guérison plutôt que de promotion et de prévention [76].

Le système de santé s'est adapté, au cours des années, aux complications nécessitant des soins de santé les plus fréquentes ainsi qu'aux interventions nécessaires permettant de diminuer, à moyen ou long terme, la charge financière de ces conditions particulières. Par exemple, le gouvernement a instauré la loi anti-tabac, en mai 2006, qui a permis de restreindre l'accessibilité au tabac et les publicités, prévenir le tabagisme chez les jeunes, protéger la population des effets pervers de la fumée et diminuer la proportion de fumeurs. Cette loi a, entre autres, permis de diminuer le nombre de lieux où il est permis de fumer. L'initiative gouvernementale visait une réduction de la prévalence des morbidités associées à l'usage du tabac et donc des dépenses que de telles maladies impliquent pour l'État. En

effet, en 2002, la charge des soins directs et indirects liés au tabac étaient de quatre milliards de dollars [77]. Dans le cas des grossesses à risque, le suivi prénatal s'effectue plus rigoureusement, avec l'accès à un obstétricien et des visites plus fréquentes. Un suivi nutritionnel peut-être effectué lorsque les femmes présentent des complications particulières, tel que le diabète gestationnel; elles sont alors parfois référées à une nutritionniste pour un atelier groupe et/ou un suivi individuel. Toutefois, selon des données recueillies dans un autre projet de l'équipe de recherche de Dr Marc, lors des rencontres prénatales, la saine alimentation et la pratique d'activités physiques sont bien souvent simplement mentionnées comme importantes, sans spécification, voire même ignorées (Projet « Utilisation de l'autohypnose pour promouvoir l'alimentation saine et l'activité physique chez des femmes obèses enceintes ». En cours d'analyses et de rédaction). Il reste donc un bon bout de chemin à faire avant d'offrir à toutes les femmes un suivi de grossesse complet, ne se limitant pas aux soins obstétriques. Ceux-ci demeurent de première importance, certes, mais une prise en charge en suivi périnatal des facteurs de risque de complications qui sont modifiables, comme l'activité physique, l'alimentation, le gain de poids gestationnel, la consommation d'alcool, de drogues et de tabac, voire même de l'obésité avant la procréation grâce à un suivi adéquat en médecine générale, pourrait permettre aux mamans et aux fœtus des grossesses plus saines, ce qui se répercutera dans la vie postnatale du binôme. Ainsi, bien qu'à court terme les frais engagés seraient plus élevés, la charge étatique de soins de santé pourrait diminuer. Une citation d'un poète français du XVII<sup>e</sup> siècle et un proverbe prennent tout leur sens dans de telles circonstances :

« Une pomme par jour éloigne le médecin pour toujours »

[Proverbe anglais]

« Le secret pour avoir de la santé est que le corps soit agité et que

l'esprit se repose » [Vincent Voiture]

Tout comme cela fût le cas pour le tabac en 2006, peut-être devrait-on changer l'optique du suivi des grossesses et aller vers des campagnes de promotion des saines habitudes de vie plus impressionnantes. Après tout,

« Mieux vaut prévenir que guérir »! [Proverbe français]



## Perspectives

En tout dernier lieu, les résultats obtenus grâce à la validation du questionnaire PPAQ auprès d'une sous-population de femmes obèses enceintes permettra l'utilisation d'un questionnaire d'activité physique fiable et modérément valide pour mesurer adéquatement les niveaux d'activité physique de cette population. De plus, le questionnaire est maintenant disponible en langue française. Une autre facette du projet « Évaluation de l'activité physique chez la femme obèse enceinte » a permis de recueillir des données quantitatives et qualitatives des activités qui sont pratiquées au sein de ce groupe. Ces données pourront être utilisées afin de calculer des tailles d'échantillon ou encore pour créer des interventions qui seront plus efficaces et mieux adaptées à la population.

Du plan des outils de mesure, il y aura toujours place à amélioration. La conclusion étant que l'accélérométrie et le PPAQ sont complémentaires, plus efficaces lorsqu'utilisés ensemble que séparément, ouvre la porte au développement d'un outil unique plus valide et précis tout en demeurant simple, économique et peu demandant pour les participantes et le personnel de recherche, à savoir éventuellement pour le personnel médical. Par ailleurs, concernant la dépense énergétique (en calories ou en METs) et les points-limites de « counts » chez la femme enceinte ainsi que les méthodes d'analyse de l'accélérométrie en général, des lacunes sont à combler. Des équations doivent être validées spécifiquement pendant la grossesse afin d'évaluer de façon plus juste l'activité physique. Pour l'accélérométrie, des méthodes d'analyse, comme celle présentée pour information dans l'article (annexes 7, 8 et 9), devraient être examinées de plus près afin de dresser un portrait plus réaliste de l'atteinte des recommandations d'activité physique. Toutefois, bien que de récentes avancées aient apporté un éclairage nouveau sur les recommandations [15], celles-ci demeurent peu précises en ce qui concerne la grossesse.

En terminant, beaucoup reste à faire sur concernant les interventions auprès des femmes obèses enceinte. La recherche devra donc développer des interventions très efficaces qui permettraient de diminuer significativement les prévalences de diverses complications périnatales. Sur le plan de l'activité physique, il faudra d'abord déterminer quels sont les niveaux ou les intensités d'activité physique à atteindre pour obtenir des bénéfices

significatifs, développer des interventions qui soient accessibles, simples et peu onéreuses, au sein de la communauté ou à domicile par exemple, et travailler sur le long terme et la prévention. Une option intéressante pour optimiser le succès des interventions est de travailler sur plusieurs plans et d'avoir un suivi régulier. Le développement d'équipes interdisciplinaires pourrait donc apporter un certain poids à la réussite des interventions.

## Bibliographie

1. Swami V, Furnham A (2007) *The psychology of physical attraction*. London: Routledge. 222 p.
2. Frisch RE (2002) *Female fertility and the body fat connection*. Chicago: University of Chicago Press. 208 p.
3. Weir RE (2007) *Class in America : A-G*. Santa Barbara: ABC-Clio. 376 p.
4. Singh D, Renn P, Singh A (2007) Did the perils of abdominal obesity affect depiction of feminine beauty in the sixteenth to eighteenth century British literature? Exploring the health and beauty link. *Proc Biol Sci* 274: 891-894.
5. Fisher ML, Voracek M (2006) The shape of beauty: determinants of female physical attractiveness. *J Cosmet Dermatol* 5: 190-194.
6. Voracek M, Fisher ML (2002) Shapely centrefolds? Temporal change in body measures: trend analysis. *BMJ* 325: 1447-1448.
7. Hayes D, Laudan R (2009) *Food and Nutrition Volume I*. New-York: Marshall Cavendish Corporation. 1280 p.
8. Tjepkema M (2006) *Obésité chez les adultes*. Ottawa: Statistique Canada - Rapport sur la santé 17(3). pp. 9-26.
9. Statistique Canada (2005) *Indice de masse corporelle (IMC) mesuré chez les adultes, selon le groupe d'âge et le sexe, population à domicile de 18 ans et plus excluant les femmes enceintes*. Ottawa: Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes - Tableau CANSIM 105-0407.
10. McCargar L (2000) *Faut-il réviser les Lignes directrices canadiennes pour un poids santé de 1988?* Ottawa: Statistique Canada. 46 p.
11. Davies GA, Maxwell C, McLeod L, Gagnon R, Basso M, et al. (2010) SOGC Clinical Practice Guidelines: Obesity in pregnancy. No. 239, February 2010. *Int J Gynaecol Obstet* 110: 167-173.
12. Yarwood J, Carryer J, Gagan MJ (2005) Women maintaining physical activity at midlife: contextual complexities. *Nurs Prax N Z* 21: 24-37.
13. Friedl KE, Westphal KA, Marchitelli LJ, Patton JF, Chumlea WC, et al. (2001) Evaluation of anthropometric equations to assess body-composition changes in young women. *Am J Clin Nutr* 73: 268-275.
14. Evans EM, Saunders MJ, Spano MA, Arngrimsson SA, Lewis RD, et al. (1999) Body-composition changes with diet and exercise in obese women: a comparison of

- estimates from clinical methods and a 4-component model. *Am J Clin Nutr* 70: 5-12.
15. Zavorsky GS, Longo LD (2011) Exercise guidelines in pregnancy: new perspectives. *Sports Med* 41: 345-360.
  16. Kramer MS, McDonald SW (2006) Aerobic exercise for women during pregnancy. *Cochrane Database Syst Rev* 3: CD000180.
  17. Valanou EM, Bamia C, Trichopoulou A (2006) Methodology of physical-activity and energy-expenditure assessment : a review. *J Public Health* 14: 58-65.
  18. Santé Canada (2003) Lignes directrices canadiennes pour la classification du poids chez les adultes. Ottawa: Santé Canada. 45 p.
  19. Harrison GG (1985) Height-weight tables. *Ann Intern Med* 103: 989-994.
  20. Field AE, Coakley EH, Must A, Spadano JL, Laird N, et al. (2001) Impact of overweight on the risk of developing common chronic diseases during a 10-year period. *Arch Intern Med* 161: 1581-1586.
  21. WHO Expert Committee (1995) Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. *World Health Organ Tech Rep Ser* 854: 1-452.
  22. National Institutes of Health (1998) Clinical Guidelines on the Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight and Obesity in Adults -The Evidence Report. *Obes Res* 6: 51S-209S.
  23. Institute of Medicine (1990) Nutrition during Pregnancy : Part I : Weight Gain, Part II : Nutrient Supplements. Washington DC: National Academy Press. 468 p.
  24. Rasmussen KM, Yaktine AL (2009) Weight gain during pregnancy : Reexamining the guidelines. Washington DC: National Academy Press. 855 p.
  25. Alberti KG, Zimmet P, Shaw J (2005) The metabolic syndrome--a new worldwide definition. *Lancet* 366: 1059-1062.
  26. Jackson AS, Stanforth PR, Gagnon J, Rankinen T, Leon AS, et al. (2002) The effect of sex, age and race on estimating percentage body fat from body mass index: The Heritage Family Study. *Int J Obes Relat Metab Disord* 26: 789-796.
  27. Arroyo M, Rocandio AM, Ansotegui L, Herrera H, Salces I, et al. (2004) Comparison of predicted body fat percentage from anthropometric methods and from impedance in university students. *Br J Nutr* 92: 827-832.
  28. Deurenberg P, Weststrate JA, Seidell JC (1991) Body mass index as a measure of body fatness: age- and sex-specific prediction formulas. *Br J Nutr* 65: 105-114.

29. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, et al. (2004) Bioelectrical impedance analysis--part I: review of principles and methods. *Clin Nutr* 23: 1226-1243.
30. Lukaski HC, Bolonchuk WW (1988) Estimation of body fluid volumes using tetrapolar bioelectrical impedance measurements. *Aviat Space Environ Med* 59: 1163-1169.
31. Biospace America Website. <http://www.biospaceamerica.com/Tech/skill.htm> Accessed 2012/01/31.
32. Pietrobelli A, Boner AL, Tato L (2005) Adipose tissue and metabolic effects: new insight into measurements. *Int J Obes (Lond)* 29 Suppl 2: S97-100.
33. Gallagher D, Heymsfield SB, Heo M, Jebb SA, Murgatroyd PR, et al. (2000) Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *Am J Clin Nutr* 72: 694-701.
34. Withney E, Rolfes SR (2011) *Understanding nutrition*. Belmont: Wadsworth Publishing. 704 p.
35. Northrup C (2010) *Women's bodies, women's wisdom: Creating physical and emotional health and healing*. New-York: Bantam Dell Books. 960 p.
36. Balch PA (2010) *Prescription for nutritional healing*. New-York: Avery Trade. 904 p.
37. Bailey C (2000) *The ultimate fit or fat*. Boston: Houghton Mifflin Harcourt. 170 p.
38. World Health Organisation (2009) Global database on BMI. <http://apps.who.int/bmi/index.jsp> Accessed 2012/01/31.
39. Shields M, Gorber SC, Tremblay M (2008) Estimations de l'obésité fondées sur des mesures auto-déclarées et sur des mesures directes. *Ottawa: Statistique Canada - Rapports sur la santé* 19(2). pp. 69-85.
40. Gorber SC, Shields M, Tremblay MS, McDowell I (2009) Correction des estimations de la prévalence de l'obésité fondées sur des données auto-déclarées : pouvons-nous obtenir des valeurs plus proches de celles calculées au moyen de données mesurées? *Ottawa: Statistique Canada*. 9 p.
41. Statistique Canada (2011) Indice de masse corporelle autodéclaré, adulte, selon le sexe, provinces et les territoires (pourcentage). *Ottawa: Statistique Canada*. <http://www40.statcan.gc.ca/102/cst01/health82b-fra.htm>. Accessed 2012/01/31.
42. Statistique Canada (2011) Embonpoint et obésité chez les adultes (mesures autodéclarées), 2010. *Ottawa: Statistique Canada*. <http://www.statcan.gc.ca/pub/82-625-x/2011001/article/11464-fra.htm>. Accessed 2012/01/31.
43. Statistique Canada (2011) Indice de masse corporelle autodéclaré, embonpoint ou obésité, jeune, selon le sexe (pourcentage). *Ottawa: Statistique Canada*. <http://www40.statcan.gc.ca/102/cst01/health83b-fra.htm>. Accessed 2012/01/31.

44. Lowell H, Miller DC (2010) Prise de poids durant la grossesse : Observation des lignes directrices de Santé Canada. Ottawa: Statistique Canada - Rapports sur la santé 21(2). pp. 37-42.
45. WHO Expert Committee (2000) Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. World Health Organ Tech Rep Ser 894: 1-253.
46. Nuthalapaty FS, Rouse DJ (2004) The impact of obesity on obstetrical practice and outcome. Clin Obstet Gynecol 47: 898-913; discussion 980-891.
47. Wadhwa PD, Buss C, Entringer S, Swanson JM (2009) Developmental origins of health and disease: brief history of the approach and current focus on epigenetic mechanisms. Semin Reprod Med 27: 358-368.
48. Modi N, Murgasova D, Ruager-Martin R, Thomas EL, Hyde MJ, et al. (2011) The influence of maternal body mass index on infant adiposity and hepatic lipid content. Pediatr Res 70: 287-291.
49. Pate RR, Pratt M, Blair SN, Haskell WL, Macera CA, et al. (1995) Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. JAMA 273: 402-407.
50. ACOG Expert Committee (2002) ACOG Committee opinion. Number 267, January 2002: exercise during pregnancy and the postpartum period. Obstet Gynecol 99: 171-173.
51. Davies GA, Wolfe LA, Mottola MF, MacKinnon C (2003) Joint SOGC/CSEP clinical practice guideline: exercise in pregnancy and the postpartum period. Can J Appl Physiol 28: 330-341.
52. Leplège A, Ecosse E, Coste J, Pouchot J, Perneger T (2001) Le questionnaire MOS SF-36. Manuel de l'utilisateur et guide d'interprétation des scores. Paris: De Boeck Secundair. 158 p.
53. Laveault D, Grégoire J (2002) Introduction aux théories des tests en psychologie et en sciences de l'éducation. Bruxelles: De Boeck Université. 384 p.
54. Penta M, Arnould C, Decruynaere C (2005) Développer et interpréter une échelle de mesure. Applications du modèle de Rasch. Belgique: Mardaga. 186 p.
55. Chasan-Taber L, Schmidt MD, Roberts DE, Hosmer D, Markenson G, et al. (2004) Development and validation of a Pregnancy Physical Activity Questionnaire. Med Sci Sports Exerc 36: 1750-1760.
56. Harrison CL, Thompson RG, Teede HJ, Lombard CB (2011) Measuring physical activity during pregnancy. Int J Behav Nutr Phys Act 8: 19.

57. Aittasalo M, Pasanen M, Fogelholm M, Ojala K (2010) Validity and repeatability of a short pregnancy leisure time physical activity questionnaire. *J Phys Act Health* 7: 109-118.
58. Bauer PW, Pivarnik JM, Feltz DL, Paneth N, Womack CJ (2010) Validation of an historical physical activity recall tool in postpartum women. *J Phys Act Health* 7: 658-661.
59. Schmidt MD, Freedson PS, Pekow P, Roberts D, Sternfeld B, et al. (2006) Validation of the Kaiser Physical Activity Survey in pregnant women. *Med Sci Sports Exerc* 38: 42-50.
60. Evenson KR, Wen F (2010) Measuring physical activity among pregnant women using a structured one-week recall questionnaire: evidence for validity and reliability. *Int J Behav Nutr Phys Act* 7: 21.
61. Haakstad LA, Gundersen I, Bo K (2010) Self-reporting compared to motion monitor in the measurement of physical activity during pregnancy. *Acta Obstet Gynecol Scand* 89: 749-756.
62. Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, Irwin ML, Swartz AM, et al. (2000) Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc* 32: S498-504.
63. Matsuzaki M, Haruna M, Ota E, Yeo S, Murayama R, et al. (2010) Translation and cross-cultural adaptation of the Pregnancy Physical Activity Questionnaire (PPAQ) to Japanese. *Biosci Trends* 4: 170-177.
64. Ota E, Haruna M, Yanai H, Suzuki M, Anh DD, et al. (2008) Reliability and validity of the Vietnamese version of the Pregnancy Physical Activity Questionnaire (PPAQ). *Southeast Asian J Trop Med Public Health* 39: 562-570.
65. Bergstrom PL, Li GG (2001) Chapter 24 - Inertial Sensors. In: Gad-el-Hak M, editor. *The MEMS Handbook*. Boca Raton: CRC Press. 32 p.
66. Moeller NC, Korsholm L, Kristensen PL, Andersen LB, Wedderkopp N, et al. (2008) Unit-specific calibration of Actigraph accelerometers in a mechanical setup - is it worth the effort? The effect on random output variation caused by technical inter-instrument variability in the laboratory and in the field. *BMC Med Res Methodol* 8: 19.
67. Plasqui G, Westerterp KR (2007) Physical activity assessment with accelerometers: an evaluation against doubly labeled water. *Obesity (Silver Spring)* 15: 2371-2379.
68. Kozey SL, Staudenmayer JW, Troiano RP, Freedson PS (2010) Comparison of the ActiGraph 7164 and the ActiGraph GT1M during self-paced locomotion. *Med Sci Sports Exerc* 42: 971-976.
69. Actigraph R&D and Software Departments (2011) Actilife 5 - User's Manual, Revision H. Available at <http://www.theactigraph.com> Accessed 2012/01/31.

70. Freedson PS, Melanson E, Sirard J (1998) Calibration of the Computer Science and Applications, Inc. accelerometer. *Med Sci Sports Exerc* 30: 777-781.
71. Swartz AM, Strath SJ, Bassett DR, Jr., O'Brien WL, King GA, et al. (2000) Estimation of energy expenditure using CSA accelerometers at hip and wrist sites. *Med Sci Sports Exerc* 32: S450-456.
72. Hendelman D, Miller K, Baggett C, Debold E, Freedson P (2000) Validity of accelerometry for the assessment of moderate intensity physical activity in the field. *Med Sci Sports Exerc* 32: S442-449.
73. Matthews CE (2005) Calibration of accelerometer output for adults. *Med Sci Sports Exerc* 37: S512-522.
74. Actigraph Website. <http://www.theactigraph.com> Accessed 2012/01/31.
75. Craig CL, Marshall AL, Sjostrom M, Bauman AE, Booth ML, et al. (2003) International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc* 35: 1381-1395.
76. Gouvernement du Québec (2008) Politique de périnatalité 2008-2018. Synthèse. Direction des communications du ministère de la Santé et des Services Sociaux du Québec. 62 p.
77. Ministère de la Santé et des Services Sociaux du Québec Website. <http://www.msss.gouv.qc.ca> Accessed 2012/06/03.

# Annexe 1. Questionnaires d'activité physique

Reference	Questionnaire / Population		Results	
	Questionnaire / criterion	Population / Design	ICC	SCC
Chasan-Taber et al. (2004)	PPAQ / accelerometer	54 pregnant women (30% in 1st trimester, 31% in 2nd trimester and 39% in 3rd trimester).	0.78 total	vs cut points 0.08 - 0.43 total
			0.81 vigorous	0.27 total
			0.82 moderate	0.37 vigorous
			0.78 light	0.38 moderate
Paper [13]			0.79 sedentary	(-0.08) - 0.22 light
			0.83 [S&E]	0.12 - (-0.34) sedentary
			0.93 [Occup]	0.30 - 0.44 [S&E]
			0.86 [H&C]	(-0.10) - 0.42 [Occup]
Thesis [55]	One-week retest.		0.88 total	(-0.12) - 0.14 [H&C]
			0.87 vigorous	vs steps
			0.90 moderate	0.29 total
			0.88 light	
Ota et al. (2008)	PPAQ / pedometer	59 healthy pregnant women, age: 26.8 ± 5.0, BMI: 21.3 ± 2.5 (8% in 1st trimester, 35% in 2nd trimester and 27% in 3rd trimester)	0.94 sedentary	
			0.93 [S&E]	
			0.90 [Occup]	
			0.92 [H&C]	
Paper [23]			0.84 [S&E]	vs acc kcal. d <sup>-1</sup>
			0.85 [Occup]	(-0.03) [S&E]
			0.81 [H&C]	0.30 [Occup]
			0.79 [Housework]	0.08 [H&C]
Thesis [64]	Two-week retest.		0.91 [Caregiving]	0.01 [Housework]
			0.82 [ALH]	0.44 [Caregiving]
			0.91 [Caregiving]	(-0.21) [ALH]
			0.82 [ALH]	(-0.01) [Total 3-pt]
Ainsworth et al. (2000)	KPAS / accelerometer and diary	50 women, age: 39.1 ± 12.0 [20-60 yrs].	0.84 [S&E]	0.57 [S&E]
			0.85 [Occup]	0.16 [Occup]
			0.81 [H&C]	(-0.01) [H&C]
			0.79 [Housework]	(-0.03) [Housework]
Paper [39]	1-month retest.		0.91 [Caregiving]	0.17 [Caregiving]
			0.82 [ALH]	0.34 [ALH]
			0.91 [Caregiving]	(-0.01) [Total 3-pt]
			0.82 [ALH]	0.49 [Total 4-pt]

*Physical activity questionnaires validated during pregnancy.*

Reference	Questionnaire / criterion	Population Design	Results	
			ICC	SCC
Schmidt et al. (2006)	KPAS/ accelerometer and PPAQ	54 pregnant women, age: 29.5 [18-47 yrs] (30% in 1st trimester, 31% in 2 <sup>nd</sup> trimester and 39% in 3 <sup>rd</sup> trimester).	0.84 total unweighted 0.76 total weighted	vs cut points (counts.min <sup>-1</sup> ) 0.49 - 0.59 (0.52) total unweighted 0.57 - 0.66 (0.59) total weighted 0.84 [S&E] 0.84 [S&E] 0.78 [Occup] 0.71 [H&C] 0.37 total unweighted 0.51 total weighted
Paper [14]			0.84 [S&E]	0.84 [S&E]
Thesis [59]		One-week retest.	0.86 [Occup] 0.85 [H&C] 0.76 [ALH]	0.78 [Occup] 0.71 [H&C] 0.71 [H&C]
Harrison et al. (2011)	IPAQ / pedometer and accelerometer	30 pregnant women, age: 33.6 ± 4.7, BMI: 31.2 ± 5.1.	Not measured	vs acc steps 0.17
Paper [15]				vs acc METs-min. d <sup>-1</sup> 0.15 total 0.09 moderate 0.03 light
Thesis [56]		Single test (IPAQ + motion sensors once at 26-28 wks of GA).		
Evenson and Wen (2010)	PINPAQ / accelerometer and diary	Validity: 177 pregnant women, median GA 18 wks, IQR 15-23 wks.	0.84 total 0.75 vigorous 0.82 moderate 0.85 [S&E]	vs acc cut points 0.34 - 0.42 vigorous 0.01 - 0.14 moderate 0.24 moderate-to- vigorous
Paper [16]		Reliability: 109 pregnant women, median GA 19 wks, IQR 18-27 wks.	0.59 [Occup] 0.89 [OC] 0.58 [IC] 0.75 [Caregiving] 0.77 [Transp]	
Thesis [60]		48-h retest.		

Reference	Questionnaire / criterion	Population Design	Results		
			ICC	SCC	
Aittasalo et al. (2010)	LTPAQ/ pedometer and diary	49 healthy pregnant women, age: $29.2 \pm 5.5$ , BMI: $25.8 \pm 5.3$ , mean GA: $23.5 \pm 6.4$ .	Not measured	vs pedometer 0.16 total frequency (-0.18) total duration	vs diary 0.27 total frequency 0.47 total duration
Thesis [57]		Two-weeks retest		0.54 moderate-to- vigorous frequency	0.52 moderate-to- vigorous duration
				0.10 light frequency	0.21 light duration
Haakstad et al. (2010)	PAPQ/ accelerometer	77 pregnant women, age: $32.3 \pm 3.6$ , BMI: $22.3 \pm 2.2$ , mean GA: $34.7 \pm 2.1$	Not measured	vs acc min.wk <sup>-1</sup> 0.59 vigorous 0.15 moderate	
Paper [17]				0.20 light and sedentary 0.36 standing and sitting 0.29 sitting and lying	
Thesis [61]		Single test (PAPQ + accelerometer once during pregnancy)			
Bauer et al. (2010)	MAQ / diary	30 women, age: $36.2 \pm$ $5.0$ , BMI: $23.8 \pm 4.2$	Not measured	vs kcal.kg <sup>-1</sup> .d <sup>-1</sup> 0.57 GA 20 wks 0.85 GA 32 wks	
Thesis [58]		Diary twice during pregnancy (GA 20 and 32 wks), once in early postpartum (12 wks post).		0.86 12 wks postpartum	
		6 yrs postpartum retest.			





Reference	Acc model	Wearing Setting	Criterion	Activities	Equation (METs=)	$r$ (r <sup>2</sup> )			
						Cut points			
Swartz et al. (2000) Paper [20] Thesis [71]	CSA 7164 uniaxial	Right hip 15 min / activity Laboratory and field settings Dominant wrist Ibid Hip and wrist Ibid	CosmedK4b2 (portable oxygen consumption measurement system)	Yardwork (5 tasks) Occupation(3 tasks) Housework(8 tasks) Family care (4 tasks) Conditioning(4 tasks) Recreation(4 tasks)	2.606 + 0.0006863 CSA	METs	3	6	9
						0.56 (0.32)	574	4945	9317
						0.18 (0.03)	-1484	21347	44178
Brage et al. (2003) [Reexamination of validity and reliability of the CSA monitor in walking and running]	CSA 7164 uniaxial	2 monitors on each hip 5 min / velocity Laboratory and field settings	Open circuit spirometry (oxygen consumption measurement system)	Continuous walking and jogging at 3.0, 6.0, 8.0, 9.0, 10.0, 12.0, 14.0, 16.0, 18.0 and 20.0 km/h until voluntary exhaustion	$\dot{V}O_2/kg =$ (0.00260 CSA) -(0.07 fitness) + 10.1	0.94 (0.89)			
						0.97 (0.95)			
Heil et al. (2003) [Body size as a determinant of a activity monitor output during overground walking]	CSA 7164 uniaxial	Right hip 6 min / activity Field settings	KB1-C (portable respiratory gas measurement system)	Slow walking Intermediate walking Fast walking	1.551 + 0.000619 CSA -1.833 + (0.00171 CSA) + (1.957 height [m]) - (0.000631 [CSA x height])	0.82 (0.68)	2341	7187	12034
						0.84 (0.70)			

Reference	Acc model	Wearing Setting	Criterion	Activities	Equation (METs=)	r (r <sup>2</sup> )			
						3	6	9	
leenders yngve brooks									
Leenders et al. (2003) [Ability of different PA monitors to detect movement during treadmill walking]	CSA7164 uniaxial	Left hip, wrist and ankle	Indirect calorimetry	Walking at 3.2, 4.0, 4.8, 5.6 and/or 6.4 km/h	Best 1-acc model = HIP 2.240 + 0.0006 CSA	0.90 (0.81)	1267	6251	11267
		30 min / activity for 2-3 velocities Laboratory settings							
		Right hip							
		Ibid					997	3012	5024
Yngve et al. (2003) [Effect of monitor placement and of activity setting on the MTI acc output]	CSA7164 uniaxial	Back	Cosmed K4b <sup>2</sup> (portable oxygen consumption measurement system)	Normal pace walking Fast pace walking Comfortable pace walking	1.004 + 0.0007587 CSA	0.94 (0.89)	2631	6385	10539
		5 min / activity Field settings							
		Right hip							
		Ibid							
		Back							
		5 min / activity Laboratory settings							
		Right hip					1680	5750	9820
Brookset al. (2005) [Predicting walking MET's and EE from speed or accelerometry]	CSA7164 uniaxial	Right hip	Lined Douglas bags (portable respiratory gas measurement system)	Walking at self-perceived moderate pace	2.32 + 0.000389 CSA 3.33 + (0.00037 CSA) - (0.012 mass[kg])	0.71 (0.51) 0.78 (0.61)	1748	9460	17172
		1.5 min of walking Field settings							
		Right hip							
		Ibid					2260	3896	9333



# Annexe 3. PPAQ français Questionnaire français d'activité physique pendant la grossesse

Version française du Pregnancy Physical Activity Questionnaire [PPAQ]

Chandonnet N, Saey D, Alméras N, Marc I.

Pregnancy Physical Activity Questionnaire (PPAQ) Compared with an Accelerometer  
Cut Point to Classify Physical Activity among Pregnant Obese Women. PLoS ONE, 2012  
isabelle.marc@crchul.ulaval.ca

Traduit de l'anglais (Chasan-Taber L et al. Med Sci Sports Exerc. 2004 Oct;36(10):1750-60)

**Il est très important que vous répondiez honnêtement aux questions. Il n'y a pas de bonne ou de mauvaise réponse. Nous voulons seulement connaître les choses que vous avez faites dans les trois (3) derniers mois.**

1. Date d'aujourd'hui:

\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
Année Mois Jour

2. Quelle est la date du premier jour de vos dernières menstruations?

\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Je ne sais pas  
Année Mois Jour

3. Quelle est la date prévue d'accouchement?

\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Je ne sais pas  
Année Mois Jour

**Dans les trois (3) derniers mois, quand vous N'étiez PAS au travail, combien de temps passiez-vous généralement à :**

4. Préparer les repas (cuisiner, mettre la table, laver la vaisselle)

- Jamais
- Moins de 1/2h / jour
- 1/2h à presque 1h / jour
- 1h à presque 2h / jour
- 2h à presque 3h / jour
- 3h ou plus / jour

5. Habiller, laver et nourrir les enfants en étant assise

- Jamais
- Moins de 1/2h / jour
- 1/2h à presque 1h / jour
- 1h à presque 2h / jour
- 2h à presque 3h / jour
- 3h ou plus / jour

6. Habiller, laver et nourrir les enfants en étant debout

- Jamais
- Moins de 1/2h / jour
- 1/2h à presque 1h / jour
- 1h à presque 2h / jour
- 2h à presque 3h / jour
- 3h ou plus / jour

7. Jouer avec les enfants en étant assise ou debout

- Jamais
- Moins de 1/2h / jour
- 1/2h à presque 1h / jour
- 1h à presque 2h / jour
- 2h à presque 3h / jour
- 3h ou plus / jour

8. Jouer avec les enfants en marchant ou courant

- Jamais
- Moins de 1/2h / jour
- 1/2h à presque 1h / jour
- 1h à presque 2h / jour
- 2h à presque 3h / jour
- 3h ou plus / jour

9. Porter des enfants (dans les bras, porte-bébé, sur le dos, etc.)

- Jamais
- Moins de 1/2h / jour
- 1/2h à presque 1h / jour
- 1h à presque 2h / jour
- 2h à presque 3h / jour
- 3h ou plus / jour



Dans les trois (3) derniers mois, quand vous N'étiez PAS au travail, combien de temps passiez-vous généralement à :

10. Prendre soin d'une personne âgée

- Jamais
- Moins de 1/2h / jour
- 1/2h à presque 1h / jour
- 1h à presque 2h / jour
- 2h à presque 3h / jour
- 3h ou plus / jour

11. Vous asseoir pour utiliser un ordinateur ou écrire, lorsque vous n'êtes pas au travail

- Jamais
- Moins de 1/2h / jour
- 1/2h à presque 1h / jour
- 1h à presque 2h / jour
- 2h à presque 3h / jour
- 3h ou plus / jour

12. Regarder la télévision, une vidéo ou un DVD

- Jamais
- Moins de 1/2h / jour
- 1/2h à presque 2h / jour
- 2h à presque 4h / jour
- 4h à presque 6h / jour
- 6h ou plus / jour



13. Vous asseoir pour lire, parler, ou téléphoner, lorsque vous n'êtes pas au travail

- Jamais
- Moins de 1/2h / jour
- 1/2h à presque 2h / jour
- 2h à presque 4h / jour
- 4h à presque 6h / jour
- 6h ou plus / jour

14. Jouer avec des animaux domestiques

- Jamais
- Moins de 1/2h / jour
- 1/2h à presque 1h / jour
- 1h à presque 2h / jour
- 2h à presque 3h / jour
- 3h ou plus / jour

15. Faire les tâches ménagères habituelles (faire les lits, faire la lessive, repasser, ranger les choses)

- Jamais
- Moins de 1/2h / jour
- 1/2h à presque 1h / jour
- 1h à presque 2h / jour
- 2h à presque 3h / jour
- 3h ou plus / jour

16. Magasiner (nourriture, vêtements, autres items)

- Jamais
- Moins de 1/2h / jour
- 1/2h à presque 1h / jour
- 1h à presque 2h / jour
- 2h à presque 3h / jour
- 3h ou plus / jour

17. Faire le ménage (passer l'aspirateur, passer la vadrouille, balayer, laver les fenêtres)

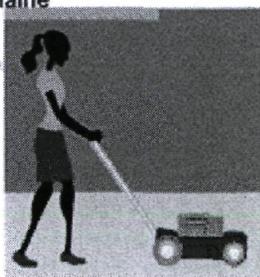
- Jamais
- Moins de 1/2h / semaine
- 1/2h à presque 1h/semaine
- 1h à presque 2h / semaine
- 2h à presque 3h / semaine
- 3h ou plus par semaine

18. Tondre la pelouse à l'aide d'un tracteur à pelouse (position assise)

- Jamais
- Moins de 1/2h / semaine
- 1/2h à presque 1h/semaine
- 1h à presque 2h / semaine
- 2h à presque 3h / semaine
- 3h ou plus / semaine

19. Tondre la pelouse à l'aide d'une tondeuse à gazon (debout), râteler les feuilles, jardiner, pelleter la neige

- Jamais
- Moins de 1/2h / semaine
- 1/2h à presque 1h/semaine
- 1h à presque 2h / semaine
- 2h à presque 3h / semaine
- 3h ou plus / semaine



## Se déplacer d'un endroit à l'autre...

Dans les trois (3) derniers mois, combien de temps passiez-vous généralement à :

20. Marcher lentement pour vous déplacer à un endroit (par exemple : pour prendre l'autobus, aller au travail, rendre visite) *Pas pour le plaisir ou l'exercice*

- Jamais
- Moins de 1/2h / jour
- 1/2h à presque 1h / jour
- 1h à presque 2h / jour
- 2h à presque 3h / jour
- 3h ou plus / jour

21. Marcher rapidement pour vous déplacer à un endroit (par exemple : pour prendre l'autobus, aller au travail ou à l'école) *Pas pour le plaisir ou l'exercice*

- Jamais
- Moins de 1/2h / jour
- 1/2h à presque 1h / jour
- 1h à presque 2h / jour
- 2h à presque 3h / jour
- 3h ou plus / jour

22. Conduire ou prendre place dans une voiture ou un autobus

- Jamais
- Moins de 1/2h / jour
- 1/2h à presque 1h / jour
- 1h à presque 2h / jour
- 2h à presque 3h / jour
- 3h ou plus / jour

## Pour le plaisir ou comme exercice...

Dans les trois (3) derniers mois, combien de temps passiez-vous généralement à :

23. Marcher lentement pour le plaisir ou comme exercice

- Jamais
- Moins de 1/2h / semaine
- 1/2h à presque 1h/semaine
- 1h à presque 2h / semaine
- 2h à presque 3h / semaine
- 3h ou plus / semaine

24. Marcher rapidement pour le plaisir ou comme exercice

- Jamais
- Moins de 1/2h / semaine
- 1/2h à presque 1h/semaine
- 1h à presque 2h / semaine
- 2h à presque 3h / semaine
- 3h ou plus / semaine

25. Marcher rapidement en montée pour le plaisir ou comme exercice

- Jamais
- Moins de 1/2h / semaine
- 1/2h à presque 1h/semaine
- 1h à presque 2h / semaine
- 2h à presque 3h / semaine
- 3h ou plus / semaine

26. Jogger

- Jamais
- Moins de 1/2h / semaine
- 1/2h à presque 1h/semaine
- 1h à presque 2h / semaine
- 2h à presque 3h / semaine
- 3h ou plus / semaine

27. Suivre des cours d'exercices prénataux

- Jamais
- Moins de 1/2h / semaine
- 1/2h à presque 1h/semaine
- 1h à presque 2h / semaine
- 2h à presque 3h / semaine
- 3h ou plus / semaine

28. Nager

- Jamais
- Moins de 1/2h / semaine
- 1/2h à presque 1h/semaine
- 1h à presque 2h / semaine
- 2h à presque 3h / semaine
- 3h ou plus / semaine

Faites-vous autre(s) chose(s) pour le plaisir ou comme exercice? S'il-vous-plaît, nommez-les.

29. Danser

- Jamais
- Moins de 1/2h / semaine
- 1/2h à presque 1h/semaine
- 1h à presque 2h / semaine
- 2h à presque 3h / semaine
- 3h ou plus / semaine

30. \_\_\_\_\_

- Nom de l'activité
- Jamais
  - Moins de 1/2h / semaine
  - 1/2h à presque 1h/semaine
  - 1h à presque 2h / semaine
  - 2h à presque 3h / semaine
  - 3h ou plus / semaine

31. \_\_\_\_\_

- Nom de l'activité
- Jamais
  - Moins de 1/2h / semaine
  - 1/2h à presque 1h/semaine
  - 1h à presque 2h / semaine
  - 2h à presque 3h / semaine
  - 3h ou plus / semaine

## Au travail...

S'il vous plaît, complétez la prochaine section si vous travaillez avec rémunération, comme bénévole ou si vous êtes une étudiante. Si vous êtes au foyer, en retrait préventif à la maison, sans emploi ou inapte au travail, vous n'avez pas besoin de remplir cette dernière section.

Dans les trois (3) derniers mois, combien de temps passiez-vous généralement à :

32. Être assise pendant le travail ou en classe

- Jamais
- Moins de 1/2h / jour
- 1/2h à presque 2h / jour
- 2h à presque 4h / jour
- 4h à presque 6h / jour
- 6h ou plus / jour

33. Être debout ou marcher lentement pendant le travail tout en transportant des choses plus lourdes qu'un gallon [4 litres] de lait

- Jamais
- Moins de 1/2h / jour
- 1/2h à presque 2h / jour
- 2h à presque 4h / jour
- 4h à presque 6h / jour
- 6h ou plus / jour

34. Être debout ou marcher lentement pendant le travail sans transporter quoi que ce soit

- Jamais
- Moins de 1/2h / jour
- 1/2h à presque 2h / jour
- 2h à presque 4h / jour
- 4h à presque 6h / jour
- 6h ou plus / jour

35. Marcher rapidement pendant le travail tout en transportant des choses plus lourdes qu'un gallon [4 litres] de lait

- Jamais
- Moins de 1/2 heure / jour
- 1/2h à presque 2h / jour
- 2h à presque 4h / jour
- 4h à presque 6h / jour
- 6h ou plus / jour



36. Marcher rapidement pendant le travail sans transporter quoi que ce soit

- Jamais
- Moins de 1/2h / jour
- 1/2h à presque 2h / jour
- 2h à presque 4h / jour
- 4h à presque 6h / jour
- 6h ou plus / jour

Merci

## Annexe 4. Mesures d'accélérométrie selon trois points-limites

*Physical activity distribution during pregnancy from Actigraph's GT1M recording (Hendelman's, Swartz's and Freedson's cut points).*

All participants (n=48)

	All participants (n=48)			First trimester (n=17)		Second trimester (n=16)		Third trimester (n=15)	
	Mean ± SD or n (%)	Median	25 <sup>th</sup> -75 <sup>th</sup> percentile	Mean ± SD or n (%)	Mean ± SD or n (%)	Mean ± SD or n (%)	Mean ± SD or n (%)		
<b>Moderate intensity or above (min. 24h<sup>-1</sup>)</b>									
Hendelman's cut point	270 ± 76	269	228 – 300	264 ± 55	273 ± 75	273 ± 98			
Swartz's cut point	119 ± 44	107	89 – 149	121 ± 30	115 ± 45	122 ± 58			
Freedson's cut point	14 ± 10	12	5 – 22	20 ± 10	10 ± 7	11 ± 8			
<b>Cumulating 150 min of moderate intensity activity by week</b>									
Hendelman's cut point	48 (100%)			17 (100%)	16 (100%)	15 (100%)			
Swartz's cut point	48 (100%)			17 (100%)	16 (100%)	15 (100%)			
Freedson's cut point	12 (25%)			9 (53%)	1 (6%)	2 (13%)			



## Annexe 5. Validation du PPAQ selon trois points-limites

### *Accuracy of the PPAQ (Hendelman's, Swartz's and Freedson's cut points).*

#### Methods

Relationships between activity and Actigraph GT1M (criterion) data (Spearman correlation coefficients [SCCs])

#### Summary Results

PPAQ measures	Hendelman's cut point	Swartz's cut point	Freedson's cut point
Total activity (light and above)	<b>0.67 (P&lt;0.01)</b>	<b>0.56 (P&lt;0.01)</b>	<b>0.29 (P&lt;0.05)</b>
Sedentary (<2.0 METs)	<b>-0.38 (P&lt;0.01)</b>	-0.23 (P=0.11)	0.01 (P=0.94)
Light (2.0 – <3.0 METs)	<b>0.68 (P&lt;0.01)</b>	<b>0.54 (P&lt;0.01)</b>	0.22 (P=0.13)
Moderate (3.0 – 6.0 METs)	<b>0.50 (P&lt;0.01)</b>	<b>0.44 (P&lt;0.01)</b>	0.22 (P=0.14)
Vigorous (>6.0 METs)	<b>0.32 (P=0.03)</b>	0.28 (P=0.06)	<b>0.29 (P&lt;0.05)</b>
Household/Caregiving	<b>0.68 (P&lt;0.01)</b>	<b>0.55 (P&lt;0.01)</b>	0.20 (P=0.18)
Occupational (n=19)*	<b>0.64 (P&lt;0.01)</b>	<b>0.61 (P&lt;0.01)</b>	0.20 (P=0.42)
Sports/Exercises	<b>0.36 (P=0.01)</b>	<b>0.32 (P=0.03)</b>	<b>0.30 (P=0.04)</b>
Transportation	<b>0.35 (P=0.02)</b>	0.28 (P>0.05)	<b>0.38 (P&lt;0.01)</b>

\* Including only women who were still working during the past 12 months



## Annexe 6. Validation du PPAQ en tertiles selon trois points-limites

*Mean (SD) GTIM values across tertiles of total energy expenditure based on the PPAQ (Hendelman's, Swartz's and Freedson's cut points).*

Actigraph measures	Lowest tertile (n=15)		Middle tertile (n=18)		Highest tertile (n=15)		Trend P*
	Mean ± SD		Mean ± SD		Mean ± SD		
Hendelman's cut point	238 ± 68		254 ± 70		320 ± 67		< <b>0.01</b>
Swartz's cut point	104 ± 39		113 ± 37		143 ± 49		<b>0.02</b>
Freedson's cut point	10 ± 8		14 ± 9		17 ± 11		0.09

\* Jonckheere-Terpstra



## Annexe 7. Mesures d'accélérométrie en période de 10 minutes

*Physical activity distribution during pregnancy from Actigraph's GT1M recording (bouts of at least 10 consecutive minutes over standard cut points).*

	All participants (n=48)					
	Mean $\pm$ SD or n (%)	Median	25 <sup>th</sup> -75 <sup>th</sup> percentile	First trimester (n=17) Mean $\pm$ SD or n (%)	Second trimester (n=16) Mean $\pm$ SD or n (%)	Third trimester (n=15) Mean $\pm$ SD or n (%)
Moderate intensity or above (min. 24h <sup>-1</sup> )						
Hendelman's cut point	124 $\pm$ 69	114	76 - 163	120 $\pm$ 40	123 $\pm$ 76	129 $\pm$ 89
Swartz's cut point	28 $\pm$ 25	18	8 - 45	33 $\pm$ 20	21 $\pm$ 23	30 $\pm$ 32
Matthews' cut point	17 $\pm$ 16	10	4 - 31	24 $\pm$ 15	11 $\pm$ 15	16 $\pm$ 16
Freedson's cut point	5 $\pm$ 7	0	0 - 8	10 $\pm$ 8	1 $\pm$ 2	2 $\pm$ 4
Cumulating 150 min of moderate intensity activity by week						
Hendelman's cut point	48 (100%)			17 (100%)	16 (100%)	15 (100%)
Swartz's cut point	23 (48%)			11 (65%)	6 (38%)	6 (40%)
Matthews' cut point	16 (33%)			9 (53%)	2 (13%)	5 (33%)
Freedson's cut point	12 (25%)			9 (53%)	1 (6%)	2 (13%)



## Annexe 8. Validation du PPAQ en période de 10 minutes

*Accuracy of the PPAQ (bouts of at least 10 consecutive minutes over standard cut points).*

### Methods

Relationships between activity and Actigraph GT1M (criterion) data (Spearman correlation coefficients [SCCs])

### Summary Results

PPAQ measures	Hendelman's cut point	Swartz's cut point	Matthews' cut point	Freedson's cut point
Total activity (light and above)	<b>0.53 (P&lt;0.01)</b>	<b>0.42 (P&lt;0.01)</b>	<b>0.35 (P=0.02)</b>	0.19 (P=0.20)
Sedentary (<2.0 METs)	-0.20 (P=0.17)	-0.07 (P=0.61)	-0.07 (P=0.65)	0.12 (P=0.43)
Light (2.0 – <3.0 METs)	<b>0.53 (P&lt;0.01)</b>	<b>0.37 (P&lt;0.01)</b>	<b>0.29 (P=0.04)</b>	0.14 (P=0.33)
Moderate (3.0 – 6.0 METs)	<b>0.37 (P=0.01)</b>	<b>0.33 (P=0.02)</b>	0.27 (P=0.07)	0.14 (P=0.33)
Vigorous (>6.0 METs)	0.27 (P=0.07)	<b>0.29 (P=0.04)</b>	<b>0.30 (P=0.04)</b>	0.23 (P=0.12)
Household/Caregiving	<b>0.52 (P&lt;0.01)</b>	<b>0.39 (P&lt;0.01)</b>	<b>0.31 (P=0.03)</b>	0.10 (P=0.51)
Occupational (n=19)*	<b>0.50 (P=0.03)</b>	0.27 (P=0.26)	0.19 (P=0.44)	0.11 (P=0.66)
Sports/Exercises	<b>0.29 (P&lt;0.05)</b>	0.26 (P=0.08)	0.24 (P=0.10)	0.20 (P=0.18)
Transportation	0.25 (P=0.09)	<b>0.32 (P=0.02)</b>	<b>0.38 (P&lt;0.01)</b>	<b>0.33 (P=0.02)</b>

\* Including only women who were still working during the past 12 months



## Annexe 9. Validation du PPAQ en tertiles en période de 10 minutes

*Mean (SD) GTTM values across tertiles of total energy expenditure based on the PPAQ (bouts of at least 10 consecutive minutes over standard cut points).*

Actigraph measures	Lowest tertile (n=15)		Middle tertile (n=18)		Highest tertile (n=15)		Trend P*
	Mean ± SD		Mean ± SD		Mean ± SD		
Hendelman's cut point	101 ± 61		110 ± 56		164 ± 78		<b>0.02</b>
Swartz's cut point	21 ± 20		23 ± 18		42 ± 32		<b>0.04</b>
Matthews' cut point	13 ± 13		15 ± 13		25 ± 20		0.10
Freedson's cut point	3 ± 5		5 ± 7		6 ± 7		0.18

\*Jonckheere-Terpstra



## Annexe 10. Validation du PPAQ par trimestre

### Accuracy of the PPAQ for the first trimester.

#### Methods

Relationships between activity and Actigraph GTIM (criterion) data (Spearman correlation coefficients [SCCs])

#### Summary Results

PPAQ measures	Hendelman's cut point	Swartz's cut point	Matthews' cut point	Freedson's cut point	Mean counts.d <sup>-1</sup>
Total activity ( $\geq$ light)	<b>0.61</b> ( $P<0.01$ )	<b>0.58</b> ( $P=0.02$ )	<b>0.50</b> ( $P=0.04$ )	0.06 ( $P=0.81$ )	<b>0.73</b> ( $P<0.01$ )
Sedentary (< 2.0 METs)	<b>-0.52</b> ( $P=0.03$ )	-0.16 ( $P=0.54$ )	0.00 ( $P=1.00$ )	0.09 ( $P=0.74$ )	-0.18 ( $P=0.48$ )
Light (2.0 – < 3.0 METs)	<b>0.69</b> ( $P<0.01$ )	<b>0.54</b> ( $P=0.03$ )	0.38 ( $P=0.13$ )	-0.03 ( $P=0.91$ )	<b>0.61</b> ( $P<0.01$ )
Moderate (3.0-6.0 METs)	0.40 ( $P=0.11$ )	<b>0.53</b> ( $P=0.03$ )	<b>0.53</b> ( $P=0.03$ )	0.12 ( $P=0.65$ )	<b>0.70</b> ( $P<0.01$ )
Vigorous (> 6.0 METs)	0.31 ( $P=0.23$ )	0.17 ( $P=0.51$ )	0.13 ( $P=0.61$ )	0.03 ( $P=0.90$ )	0.43 ( $P=0.08$ )
Household/Caregiving	<b>0.66</b> ( $P<0.01$ )	<b>0.51</b> ( $P=0.03$ )	0.41 ( $P=0.10$ )	0.02 ( $P=0.93$ )	<b>0.66</b> ( $P<0.01$ )
Occupational ( $n=11$ )*	<b>0.66</b> ( $P=0.03$ )	<b>0.68</b> ( $P=0.02$ )	0.58 ( $P=0.06$ )	-0.28 ( $P=0.40$ )	0.60 ( $P>0.05$ )
Sports/Exercises	0.31 ( $P=0.19$ )	0.33 ( $P=0.20$ )	0.29 ( $P=0.26$ )	0.18 ( $P=0.49$ )	<b>0.55</b> ( $P=0.02$ )
Transportation	0.34 ( $P=0.18$ )	0.26 ( $P=0.32$ )	0.14 ( $P=0.59$ )	-0.14 ( $P=0.59$ )	0.27 ( $P=0.29$ )

\*Including only women who were still working during the past trimester

*Accuracy of the PPAQ for the second trimester.*

Methods

Relationships between activity and Actigraph GTIM (criterion) data (Spearman correlation coefficients [SCCs])

Summary Results

PPAQ measures	Hendelman's cut point	Swartz's cut point	Matthews' cut point	Freedson's cut point	Mean counts.d <sup>-1</sup>
Total activity (≥ light)	<b>0.68 (P=0.01)</b>	0.44 (P=0.09)	0.31 (P=0.24)	0.14 (P=0.60)	<b>0.54 (P=0.03)</b>
Sedentary (< 2.0 METs)	-0.00 (P=0.99)	0.12 (P=0.66)	0.13 (P=0.63)	0.17 (P=0.52)	0.08 (P=0.77)
Light (2.0 – < 3.0 METs)	<b>0.68 (P&lt;0.01)</b>	<b>0.52 (P=0.04)</b>	0.41 (P=0.11)	0.05 (P=0.86)	<b>0.53 (P=0.04)</b>
Moderate (3.0-6.0 METs)	0.45 (P=0.08)	0.26 (P=0.33)	0.16 (P=0.56)	0.13 (P=0.62)	0.41 (P=0.11)
Vigorous (> 6.0 METs)	0.11 (P=0.68)	0.20 (P=0.45)	0.23 (P=0.40)	0.47 (P=0.06)	0.30 (P=0.26)
Household/Caregiving	<b>0.61 (P=0.01)</b>	0.44 (P=0.09)	0.33 (P=0.21)	-0.04 (P=0.89)	0.44 (P=0.09)
Occupational (n=11)*	0.70 (P=0.19)	<b>1.00 (P&lt;0.01)</b>	<b>0.90 (P=0.04)</b>	0.36 (P=0.55)	<b>0.90 (P=0.04)</b>
Sports/Exercises	0.34 (P=0.20)	0.39 (P=0.13)	0.33 (P=0.21)	0.41 (P=0.11)	0.49 (P>0.05)
Transportation	0.20 (P=0.47)	0.10 (P=0.72)	0.08 (P=0.76)	<b>0.50 (P&lt;0.05)</b>	0.37 (P=0.15)

\*Including only women who were still working during the past trimester

*Accuracy of the PPAQ for the third trimester.*

Methods

Relationships between activity and Actigraph GT1M (criterion) data (Spearman correlation coefficients [SCCs])

Summary Results

PPAQ measures	Hendelman's cut point	Swartz's cut point	Matthews' cut point	Freedson's cut point	Mean counts.d <sup>-1</sup>
Total activity ( $\geq$ light)	<b>0.61</b> ( $P=0.01$ )	0.47 ( $P=0.08$ )	0.50 ( $P=0.06$ )	0.18 ( $P=0.52$ )	0.47 ( $P=0.08$ )
Sedentary (< 2.0 METs)	<b>-0.66</b> ( $P<0.01$ )	<b>-0.65</b> ( $P<0.01$ )	<b>-0.65</b> ( $P=0.01$ )	<b>-0.63</b> ( $P=0.01$ )	<b>-0.58</b> ( $P=0.02$ )
Light (2.0 – < 3.0 METs)	<b>0.54</b> ( $P=0.04$ )	0.39 ( $P=0.15$ )	0.41 ( $P=0.13$ )	0.03 ( $P=0.91$ )	0.38 ( $P=0.17$ )
Moderate (3.0-6.0 METs)	<b>0.55</b> ( $P=0.03$ )	0.46 ( $P=0.09$ )	0.49 ( $P=0.07$ )	0.14 ( $P=0.62$ )	0.45 ( $P=0.10$ )
Vigorous (> 6.0 METs)	0.44 ( $P=0.10$ )	0.33 ( $P=0.23$ )	0.32 ( $P=0.24$ )	0.22 ( $P=0.42$ )	0.35 ( $P=0.20$ )
Household/Caregiving	<b>0.74</b> ( $P<0.01$ )	<b>0.60</b> ( $P=0.02$ )	<b>0.60</b> ( $P=0.02$ )	0.19 ( $P=0.49$ )	<b>0.61</b> ( $P=0.02$ )
Occupational ( $n=11$ )*	0.50 ( $P=0.67$ )				
Sports/Exercises	0.33 ( $P=0.23$ )	0.25 ( $P=0.36$ )	0.26 ( $P=0.35$ )	0.14 ( $P=0.63$ )	0.21 ( $P=0.45$ )
Transportation	<b>0.62</b> ( $P=0.01$ )	0.44 ( $P=0.10$ )	0.44 ( $P=0.10$ )	0.22 ( $P=0.44$ )	0.46 ( $P=0.09$ )

\* Including only women who were still working during the post-trim ester

