

Université de Montréal

Le phénomène des gros et petits mangeurs : existe-t-il vraiment des individus dotés  
d'un métabolisme énergétique plus efficace ?

Par

Jean-François Henry

Unité Métabolique, département de nutrition  
Faculté de médecine

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures  
en vue de l'obtention du grade de maîtrise  
en nutrition

décembre, 2004

© Jean-François Henry, 2004



QU

145

U58

2005

v. 004

## AVIS

L'auteur a autorisé l'Université de Montréal à reproduire et diffuser, en totalité ou en partie, par quelque moyen que ce soit et sur quelque support que ce soit, et exclusivement à des fins non lucratives d'enseignement et de recherche, des copies de ce mémoire ou de cette thèse.

L'auteur et les coauteurs le cas échéant conservent la propriété du droit d'auteur et des droits moraux qui protègent ce document. Ni la thèse ou le mémoire, ni des extraits substantiels de ce document, ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans l'autorisation de l'auteur.

Afin de se conformer à la Loi canadienne sur la protection des renseignements personnels, quelques formulaires secondaires, coordonnées ou signatures intégrées au texte ont pu être enlevés de ce document. Bien que cela ait pu affecter la pagination, il n'y a aucun contenu manquant.

## NOTICE

The author of this thesis or dissertation has granted a nonexclusive license allowing Université de Montréal to reproduce and publish the document, in part or in whole, and in any format, solely for noncommercial educational and research purposes.

The author and co-authors if applicable retain copyright ownership and moral rights in this document. Neither the whole thesis or dissertation, nor substantial extracts from it, may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

In compliance with the Canadian Privacy Act some supporting forms, contact information or signatures may have been removed from the document. While this may affect the document page count, it does not represent any loss of content from the document.

Université de Montréal  
Faculté des études supérieures

Ce mémoire intitulé :

Le phénomène des gros et petits mangeurs : existe-t-il vraiment des individus dotés  
d'un métabolisme énergétique plus efficace ?

présenté par :

Jean-François Henry

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Dre Marie Marquis, Ph.D.  
présidente-rapporteuse

Dr Rémi Rabasa-Lhorêt, M.D., Ph.D.  
directeur de recherche

Dr Olivier Receveur, Ph.D.  
membre du jury

## Résumé

Le présent mémoire revisitera le concept des gros et petits mangeurs de même poids et de même dépense énergétique, tout en y apportant une contribution nouvelle à l'aide d'un article original intitulé : *Metabolic and Behavioural Characteristics of Large and Small Eaters*. Ce concept intéressa les chercheurs à partir du début des années 1960 mais fut abandonné au milieu des années 1990, sans réponse bien définie.

L'objectif de ce mémoire est d'identifier certains facteurs métaboliques, hormonaux et comportementaux qui pourraient caractériser des individus gros et petits mangeurs de même poids. L'hypothèse de base était de retrouver une plus grande dépense énergétique, au repos et liée à l'activité physique, chez les gros mangeurs. En second lieu, à cause de leur implication dans le contrôle du poids et de l'homéostasie énergétique, nous anticipions des niveaux sériques d'hormones gastrointestinales et du tissu adipeux plus bas chez les gros mangeurs. Troisièmement, des facteurs comportementaux furent mesurés afin de voir leur implication potentielle dans les différences observables au niveau de l'apport alimentaire des gros et petits mangeurs.

Ce travail permettra de plus de constater à quel point certains aspects de la recherche en nutrition sont cruciaux et déterminants. C'est le cas entre autres des méthodes utilisées dans la mesure de la consommation alimentaire qui, avec raison, sont constamment questionnées par les chercheurs du domaine.

Enfin, une discussion et une conclusion clôtureront ce mémoire, discutant entre autres des possibilités de recherches futures.

**Mots clés :** gros mangeurs, petits mangeurs, apport énergétique, métabolisme, hormones, comportement, dépense énergétique, composition corporelle.

## Abstract

This master's thesis is interested in large eating and small eating individuals of similar body weight and energy expenditure. This concept interested researchers as early as 1961 as there seemed to be anecdotal evidence for the existence of such individuals although the literature has provided little explanation. An original article entitled *Metabolic and Behavioural Characteristics of Large and Small Eaters* is included in this work to try further understand this phenomenon.

The objective of this thesis is to identify metabolic, hormonal and dietary behavior factors that distinguish small and large eaters of similar body weight. We initially hypothesized that large eaters would have higher levels of resting and physical activity energy expenditure than small eaters. Second, because adipose tissue hormones have been shown to be closely linked to energy balance and long-term body weight regulation, we hypothesized that large eaters would have lower serum levels of gastrointestinal and adipose tissue hormones. Third, we also explored potential dietary behavioral variables as potential mechanisms underlying the energetic differences between large and small eaters.

This work will also point out to some crucial aspects of nutrition research as the methodology used to classify individuals on the basis of their energy intake is constantly questioned by scientists.

Finally, emphasis on future perspectives will be treated in the discussion and conclusion at the end of the thesis.

**Key words:** large eaters, small eaters, physical activity, body composition, dietary behaviour, adipose tissue hormones, metabolism.

## Table des matières

Résumé.....	iii
Abstract.....	iv
Table des matières.....	v
Liste des tableaux.....	vi
Liste des figures.....	vii
Liste des sigles et des abréviations.....	viii
Introduction.....	1
Recension de la littérature.....	5
TABLEAU SYNTHÈSE.....	36
Méthodologie.....	37
Méthodes de mesure de la consommation alimentaire.....	37
Le problème de la sous-estimation.....	38
Article original.....	41
Contributions of authors.....	44
Abstract.....	45
INTRODUCTION.....	46
SUBJECTS AND METHODS.....	46
STATISTICAL ANALYSIS.....	51
RESULTS.....	52
DISCUSSION.....	53
CONCLUSION.....	57
Acknowledgments.....	59
Discussion.....	67
Conclusion.....	69
Bibliographies.....	71
Annexe I.....	x
DÉCLARATION DES COAUTEURS D'UN ARTICLE.....	x

## Liste des tableaux

Tableau I	Sommaire des valeurs de la dépense énergétique (Rose et Williams, 1961).....	7
Tableau II	Caractéristiques des gros et petits mangeurs selon l'âge et le sexe (George et al., 1989).....	15
Tableau III	Fréquence des repas chez les gros et petits mangeurs de sexe féminin (George et al., 1991).....	20
Tableau IV	Bilans énergétiques de gros et petits mangeurs de poids différents (Clark et al., 1992).....	24
Tableau V	Caractéristiques physiques et bilans énergétiques des gros et petits et non-appariés (Clark, 1993).....	30
Tableau VI	Bilans énergétiques de gros et petits mangeurs de sexe féminin (Clark, 1994).....	34
Tableau VII	Tableau synthèse des résultats des études faisant parti de la recension de la littérature, en plus de celle de Henry et al., 2004.....	36

**Liste des figures**

Figure 1 Prévalence de l'obésité aux E.-U. (1960-2000).....	1
Figure 2 Prévalence de l'obésité et du diabète diagnostiqué chez les adultes (1991-2001).....	2
Figure 3 Les composantes de la dépense énergétique totale sur 24 h.....	3
Figure 4 Calorimétrie indirecte.....	10

**Liste des sigles et des abréviations**

AE.....	Apport énergétique
AMPK .....	Protéine kinase activé par adénosine monophosphate
BMI.....	Indice de masse corporelle
CV.....	Coefficient de variation
DE.....	Dépense énergétique
DLW.....	Eau doublement marquée
DXA.....	Densitométrie axiale
EDM.....	Eau doublement marquée
FFM.....	Masse maigre
FM.....	Masse grasse
GM.....	Gros mangeurs
HD.....	Histoire diététique
HOMA.....	Homeostasis model assessment
ICC.....	Corrélation intra-classe
IMC.....	Indice de masse corporelle
IRSC.....	Instituts de recherche en santé du Canada
JA.....	Journal alimentaire
JAP.....	Journal d'activité physique
kJ.....	Kilojoules
LE.....	Gros mangeurs
LTA.....	Activité physique récréative
MB.....	Métabolisme de base
MG.....	Masse grasse
MM.....	Masse maigre
PAL.....	Niveau d'activité physique
PM.....	Petits mangeurs
QF.....	Questionnaire de fréquence
QR.....	Quotient respiratoire

R24.....	Rappel alimentaire de 24h
RMR.....	Métabolisme de base
RQ.....	Quotient respiratoire
RT3.....	Accéléromètre tri-axial
SD.....	Déviatiion standard
SE.....	Petits mangeurs
TEF.....	Thermogenèse alimentaire
TFEQ.....	Three-factor eating questionnaire
VO2 peak.....	Capacité aérobieue maximale

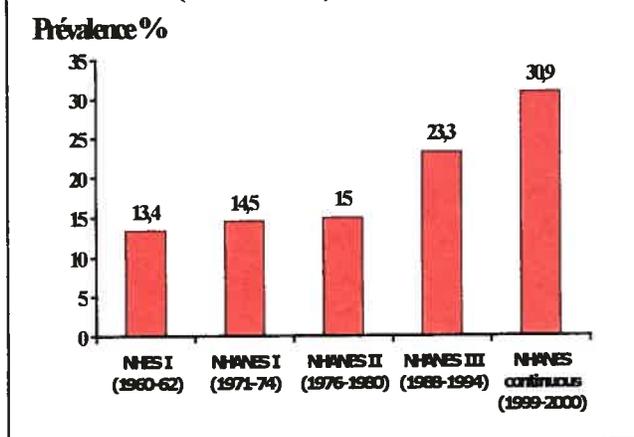
## Introduction

Aujourd'hui, tant dans les pays développés que ceux en développement, l'obésité est un problème majeur de santé publique avec une augmentation impressionnante de la prévalence. Au Canada, près de 15% de la population est obèse plus de 50% est en excès de poids, une situation plus particulièrement marquée chez les enfants [1]. Aux États-Unis, c'est 30% de la population qui est obèse et plus de 64% qui est en surpoids (voir figure 1, p. 1) [2]. Les complications qui y sont associées, telles les maladies cardiovasculaires, le diabète de type 2, l'insuffisance rénale et certaines formes de cancer, occasionnent des dépenses faramineuses en termes de coûts directs et indirects. Toujours aux États-Unis, la prévalence de diabète de type 2 dépasse 7% dans la quasi-totalité des états et augmente parallèlement à celle de l'obésité (voir figure 2, p. 2) [3].

Malgré une prise de conscience de l'importance du problème que représente l'obésité et des investissements publics et privés dans la recherche sur les causes et les traitements de l'obésité, celle-ci semble vouloir s'installer irrémédiablement dans nos sociétés. S'il est certain qu'une prise énergétique excessive

associée à l'inactivité physique contribue de façon significative à la genèse de l'obésité, les causes pathophysiologiques, métaboliques et génétiques impliquées dans les mécanismes complexes de l'obésité sont mal connues et restent à élucider. D'importants facteurs sociaux et économiques influencent aussi les habitudes du consommateur obèse ou à risque de le devenir.

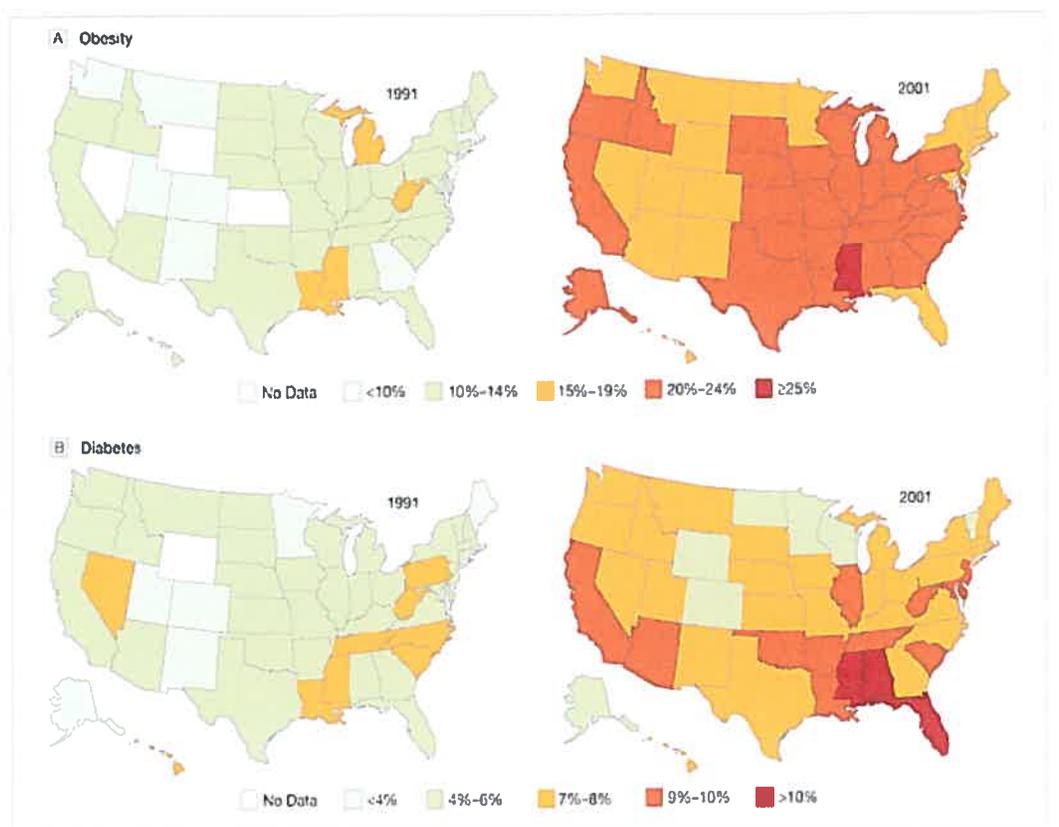
**Figure 1 Prévalence de l'obésité aux É.-U. (1960-2000)**



Parmi les principes de base de la nutrition, il existe une théorie de l'équilibre énergétique qui stipule que l'apport énergétique d'une personne de poids stable équivaut à sa dépense énergétique. En conséquence, une personne maintenant le même niveau de dépense énergétique et augmentant son apport énergétique verra son poids augmenter, alors que celle qui maintient son apport alimentaire au même niveau et augmente sa dépense énergétique perdra du poids. Il s'agit d'une simple et logique équation. Les grandes composantes déterminant la dépense énergétique d'un individu sont la dépense calorique au repos, la thermogénèse alimentaire et bien entendu l'activité physique (voir figure 3, p. 3).

Cependant, tout n'est pas si simple. Le principe de l'équilibre énergétique est régi par une interaction complexe entre d'une part, les facteurs environnementaux et le

**Figure 2** Prévalence de l'obésité et du diabète diagnostiqué chez les adultes (1991-2001)

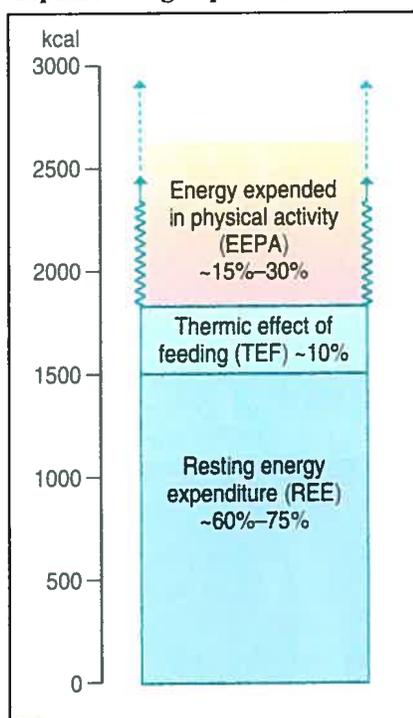


Mokdad AH & al. JAMA 2003. 289: n. 78.

mode de vie (habitudes alimentaires et exercice physique) et d'autre part, les facteurs nerveux, hormonaux et génétiques. Sur une longue période un déséquilibre modeste peut engendrer une perte ou un gain de poids.

Le présent mémoire de maîtrise revisitera le concept des gros et petits mangeurs de même poids; un concept qui intéressa les chercheurs à partir du début des années 1960 mais qui fut abandonné au milieu des années 1990, sans réponse bien définie à une question pourtant simple : existe-t-il dans nos sociétés des individus aux apports énergétiques très distincts capables de maintenir un poids stable, et ce, à des niveaux de dépense énergétique similaire?

**Figure 3 Les composantes de la dépense énergétique totale sur 24 h**



Tiré de Poehlman ET & Horton ES : *Energy Needs : assessment and requirements in humans* dans *Krause's Food, Nutrition, & Diet Therapy*, Philadelphie, 2004, Saunders

Pourtant, si vraiment ces catégories d'individus existent, ils pourraient s'avérer d'excellents modèles à étudier dans le cadre de recherches dans les domaines de la nutrition, du métabolisme et de l'obésité. Si, en dehors des états pathologiques, certains individus semblent être dotés d'un métabolisme plus efficace, il est important de les caractériser et de comprendre les mécanismes. Quels sont les facteurs qui permettent une adaptation métabolique chez les individus gros mangeurs? Qu'est-ce qui dicte le fonctionnement métabolique de ces individus? S'agit-il d'attitudes comportementales différentes, de facteurs génétiques, d'une composition corporelle ou d'un profil hormonal particuliers?

Ce sont là des questions auxquelles ce mémoire tentera de répondre tout en y apportant une contribution nouvelle, à l'aide d'un article original intitulé : *Metabolic and Behavioural Characteristics of Large and Small Eaters*. L'objectif y est

d'identifier certains facteurs métaboliques et comportementaux qui pourraient expliquer pourquoi des individus de même corpulence ayant des apports énergétiques très différents sont néanmoins capables de maintenir un poids constant. L'hypothèse de base laisse supposer qu'une différence attribuable à l'un ou l'autre de ces facteurs pourrait expliquer, du moins en partie, le grand écart de l'apport énergétique entre les deux groupes.

Rose et Williams furent donc parmi les premiers chercheurs, en 1961, à s'intéresser aux individus qui semblaient pouvoir défier le principe de l'équilibre énergétique. Selon leurs observations, des individus semblaient en effet pouvoir se nourrir davantage sans pour autant devenir obèses alors que d'autres s'alimentant peu pouvait facilement prendre du poids [4]. Ils les nommèrent les *gros* et *petits* mangeurs respectivement. Il est bien documenté qu'à l'intérieur d'une population donnée, les apports alimentaires varient considérablement d'une personne à l'autre et d'autres chercheurs sont aussi parvenus à identifier ces catégories d'individus [5-11].

La littérature pertinente à ce sujet demeure toutefois limitée à ce jour et aucune étude n'est parvenue à expliquer scientifiquement ces observations anecdotiques. Ce mémoire fera donc une revue de la littérature, de même qu'il soulèvera des considérations méthodologiques cruciales et déterminantes face aux résultats à interpréter dans le cadre de tels types d'études. C'est le cas entre autres des méthodes utilisées pour évaluer l'apport énergétique des individus qui sont souvent, et avec raison, questionnées par les chercheurs du domaine [12]. La classification des gros et petits mangeurs relève exclusivement de ces méthodes.

Enfin, une discussion élaborée, traitant entre autres des possibilités de recherches futures, une conclusion, de même qu'une bibliographie agrémenteront ce mémoire de maîtrise.

## Recension de la littérature

Les articles de journaux scientifiques qui seront revus dans ce mémoire sont au nombre de sept et ont été écrits sur une période de plus de trente ans, soit de 1961 à 1994 et seront analysés de façon chronologique, ce qui permettra de constater l'évolution de la recherche dans ce domaine. L'emphase portera sur les objectifs, les sujets et méthodes utilisées, de même que sur les résultats obtenus, qui seront par ailleurs représentés dans un tableau synthèse à la fin de la présente section. Aussi, un court résumé conclura chaque article de revue.

### ARTICLE 1

**Titre:** *Metabolic Studies on Large and Small Eaters*  
**Auteurs:** G. A. Rose et R. T. Williams  
**Journal:** *British Journal of Nutrition*  
**Volume:** 15  
**Année:** 1961

#### Objectif

Dans cette étude, Rose et Williams voulurent déterminer de quelle façon les gros mangeurs utilisent leur surplus énergétique lorsque comparés avec des témoins de même poids qui ingèrent beaucoup moins de kilojoules (kJ).

#### Sujets et Méthodes

À partir d'un échantillon de 40 jeunes hommes étudiants en médecine, les chercheurs apparièrent douze sujets âgés en moyenne de 24 ans, chaque paire consistant en un gros et un petit mangeur de même poids. Ceux-ci remplirent un journal alimentaire de sept jours préalablement développé et validé par Keen et Rose en 1958 [13]. Les sujets furent pesés au début et à la fin de la semaine, ainsi que quelques semaines plus tard, au moment où leurs métabolismes furent étudiés. Peu de variation fut observée quant au poids des sujets durant ladite période. La nourriture ingérée par les participants ne fut pas pesée quoique l'analyse de leur apport alimentaire fut

suffisamment précise pour séparer la cohorte en deux groupes à haute et faible teneur en kJ.

Pendant la même semaine, les sujets portèrent un podomètre qui servit à estimer la dépense énergétique associée à la marche. De plus, toujours pendant cette période, les chercheurs notèrent la durée et le type d'activités de loisir ou sportives pratiquées par les participants.

À jeun le matin, les sujets subirent au laboratoire du *Paddington General Hospital* de Londres une série de mesures incluant celle de la température orale, du pouls et de la pression artérielle. Dans cette étude, Rose et Williams utilisèrent la consommation d'oxygène des participants comme marqueur de la dépense énergétique. Ainsi, suite à une courte course sur tapis roulant, la consommation d'oxygène des sujets fut mesurée pendant 8 min à l'aide d'un kymographe (appareil généralement muni d'un tambour et servant à enregistrer des données physiologiques sur papier à l'aide d'un procédé d'impression à l'encre) et d'un spiromètre de type Benedict-Roth (Benedict, 1918). Cette valeur fut utilisée dans la détermination du métabolisme de base (MB) et, bien que les auteurs de l'étude soient conscients que ces conditions ne permettent pas une mesure réelle de celui-ci, ils considèrent que le fait que les sujets soient tous traités de la même façon minimise la variabilité entre cette mesure et la réalité.

Les mesures de la consommation d'oxygène furent répétées durant 8 min avec chaque sujet debout et assis, ainsi que pendant 6 min pour une toute autre série d'exercices physiques, notamment la levée de poids (afin de mesurer l'efficacité musculaire), l'ascension d'escaliers et la marche à pied (voir tableau I, p. 7). Ces mesures représentaient cette fois les marqueurs de la dépense énergétique liée à l'activité physique.

Enfin, un déjeuner standard de quelques 3389 kJ, à raison de 103 g de glucides, 26 g de protéines et 33 g de matières grasses, fut donné aux participants après quoi leur consommation d'oxygène fut enregistrée pendant 8 min à chaque demi-heure et ce,

sur une période de quatre heures. Cette mesure servit à estimer la dépense énergétique liée à la thermogénèse alimentaire qui fut mesurée en *l*.

### Résultats

Malgré un apport énergétique rapporté de près du double chez les gros mangeurs (19351 kJ/jour versus 9958 kJ/jour), les auteurs de la présente étude ne parvinrent pas à trouver de différence significative entre les groupes dans leurs observations. Une partie des résultats est rapportée dans le tableau 1 ci-dessous. Les unités utilisées pour exprimer ces types de résultats étaient habituellement les kcal/m<sup>2</sup>·h ou les kcal/kg·km. Toutefois, lors de la conversion dans certains cas, ces unités démontraient une incohérence [14] et c'est afin d'éviter ce type de problématique que les auteurs choisirent d'exprimer les valeurs de la consommation d'oxygène simplement en ml par min.

La dépense énergétique moyenne journalière des sujets reliée à l'activité physique fut estimée en additionnant deux composantes : d'abord le coût journalier de la marche telle qu'enregistrée par le podomètre, ensuite le coût estimé d'autres activités physiques effectuées par les sujets, selon les valeurs de Passmore et Durnin [15]. Les auteurs ne trouvèrent pas de différence significative entre les deux groupes à ce niveau pour un total de 2469 kJ/jour pour les petits mangeurs et 2887 kJ/jour pour les gros mangeurs.

**Tableau I Sommaire des valeurs de la dépense énergétique (Rose et Williams, 1961)**

	Consommation d'oxygène (O <sub>2</sub> ) (ml/min)						Coût total d'O <sub>2</sub> (l)
	Basal	Activité Physique					
		Debout	Assis	Poids	Marche	Escaliers	
Petits Mangeurs	304	332	313	454	1238	2003	7.4
Gros Mangeurs	304	329	322	443	1307	2102	7.6

De façon intéressante cependant, le groupe des petits mangeurs pesait davantage en moyenne que celui des gros mangeurs (81.3 kg contre 75.7 kg), principalement dû au

grand écart de poids dans le jumelage des paires un et quatre. Il n'existe donc pas de biais qui pourrait associer une plus grande consommation d'oxygène à un poids plus élevé chez les gros mangeurs. Par ailleurs, les auteurs trouvèrent une corrélation négative significative entre le poids des sujets et la vitesse de marche ( $r = -0.637, p < 0.02$ ). Toutefois, lorsque celle-ci est comparée à la consommation d'oxygène par mètre, il n'y a pas d'évidence de corrélation, supportant ainsi les résultats de l'étude de Passmore et al [15].

### Résumé

Dans cette étude, Rose et Williams ne furent pas en mesure de déterminer, parmi un groupe de 40 jeunes hommes, de quelle façon les gros mangeurs ( $n = 6$ ) dépensent l'énergie additionnelle ingérée lorsque jumelés à des petits mangeurs ( $n = 6$ ) de même poids. Les différentes composantes de la dépense énergétique totale (voir figure 3, p. 3) furent estimées à l'aide de mesures de la consommation d'oxygène de base, durant une séquence d'exercices physiques de même qu'après un repas standard. Il en fut conclu que la grande différence au niveau de l'apport énergétique entre les deux groupes n'était pas dictée par une plus grande demande liée à l'une ou l'autre des trois composantes de la dépense énergétique totale. Les auteurs considèrent de plus que la vitesse de marche, plus rapide chez les gros mangeurs, n'avait pas d'effet sur leur demande énergétique.

### ARTICLE 2

Titre: *Energy Expenditure in Large and Small Eaters*  
Auteurs: G. McNeill, A. McBride, J.S. Smith et W.P.T. James  
Journal : *Nutrition Research*  
Volume: 9  
Année: 1989

### Objectif

Les objectifs de cette étude, de design similaire à celle de Rose et Williams, étaient de déterminer l'étendue de la contribution de la dépense énergétique dans

l'explication des grandes variations observées au niveau de l'apport alimentaire d'individus de même sexe, âge, taille, poids et masse grasse estimée.

### **Sujets et Méthodes**

Parmi un groupe de 36 jeunes hommes en santé, âgés d'en moyenne 22 ans et étudiant les sciences biologiques à l'Université d'Aberdeen en Écosse, les chercheurs identifièrent deux groupes de cinq sujets chacun ayant rapporté de grandes différences au niveau de leur apport énergétique à partir d'un journal alimentaire de sept jours où les aliments furent pesés. Les sujets, qui affirmèrent être de poids stable avant l'étude, furent pesés et reçurent une formation pour remplir les journaux alimentaires; ceux-ci furent analysés à l'aide d'un programme informatique et de tables de composition des aliments de la Grande-Bretagne. En plus du journal alimentaire, les participants durent rapporter dans un journal d'activités physiques toutes activités volontaires de plus de 15 minutes effectuées pendant cette période. Par la suite, les sujets furent hospitalisés pour trois jours.

Au jour 1, la calorimétrie indirecte à l'aide d'un casque ventilé (voir figure 4, p. 10) servit à mesurer pendant 20 minutes le MB des dix sujets, à jeun depuis 13 heures. Dès la fin de cette mesure et pour la durée restante des trois jours au laboratoire, les sujets reçurent un approvisionnement alimentaire quotidien ajusté à  $1.55 \times$  la mesure de leur MB, ce qui équivaut aux estimations faites par l'Organisation des Nations Unis pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) en 1985 pour rencontrer les besoins énergétiques d'un homme affecté à de légères activités. On leur administra trois repas par jour, avec en moyenne 54.4% de l'énergie provenant des glucides, 30.8% des matières grasses et 14.8% des protéines. Quatre plis cutanés furent mesurés et desquels fut dérivée l'estimation du pourcentage de masse grasse et la quantité de masse maigre des individus [16].

**Figure 4 Calorimétrie indirecte**

Tiré de *Krause's Food, Nutrition, & Diet Therapy*,  
Philadelphie, 2004, Saunders

Le second jour servit à déterminer le profil métabolique des individus en condition de jeun: on y analysa la concentration de glucose dans le plasma et la triiodotyronine (T3) libre (hormone thyroïdienne active). Un échantillon d'urine fut recueilli afin d'en estimer l'excrétion des catécholamines. Ces évaluations servirent principalement à détecter les

variations métaboliques possibles entre les sujets, et qui pourraient potentiellement expliquer, du moins en partie, l'écart observable dans les apports énergétiques.

La troisième journée servit à mesurer la dépense énergétique des individus à l'aide de deux chambres de calorimétrie indirecte contenant chacune lit, table, chaise, salle de bain, télévision, téléphone de même qu'un vélo stationnaire. Un appareil à ultrasons fut utilisé pour détecter les mouvements des sujets dans la chambre. La formule utilisée afin de calculer la dépense énergétique en kJ est la suivante :  $16.302 \times$  l'oxygène ( $O_2$ ) consommée en litres +  $4.598 \times$  le dioxyde de carbone ( $CO_2$ ) libéré, en litres. De cette façon, McNeill et ses collaborateurs purent calculer la dépense énergétique pendant le sommeil, de même que celle associée à de brèves périodes d'activité physique puisque les sujets durent exécuter deux séquences de 15 min de marche, ainsi que deux autres séquences de vélo stationnaire à une vitesse de 20 km/h. Le reste du temps, les participants lisaient, écrivaient ou écoutaient la télévision. Le coefficient de variation de la mesure de la dépense énergétique dans les chambres de calorimétrie fut déterminé à 1.9%.

Des tests de T non-pairés à intervalles de confiance de 95% furent utilisés afin d'évaluer les différences métaboliques et physiologiques entre les gros et petits mangeurs.

### **Résultats**

Les résultats obtenus par McNeill et ses acolytes ne sont guères différents de ceux de Rose et Williams. En somme, même si l'écart de l'apport énergétique enregistré à partir des journaux alimentaires de 7 jours était significatif ( $p < 0.001$ ), aucune différence significative entre les groupes de gros et de petits mangeurs ne fut observée au niveau de leur dépense énergétique. Les données relatives aux métabolismes de base, du sommeil ou lorsque enregistrées sur une période de 24h dans la chambre calorimétrique, de même que celles de l'activité physique (vélo stationnaire, marche), ne démontrèrent aucune variation significative, qu'elles soient exprimées en valeurs absolues ou par unité de poids ou de masse maigre. Similairement, les valeurs sanguines (glucose, T3 libre) se trouvaient dans les limites de la normale sans aucune différence statistique observable entre les deux groupes.

Les données recueillies à partir du journal d'activité physique démontrèrent toutefois que les gros mangeurs étaient physiquement plus actifs, avec un niveau d'activité physique (PAL) moyen de 1.53 versus 1.38 pour les petits mangeurs ( $p < 0.05$ ), une différence pouvant expliquer approximativement 20% de la variation entre les apports et dépenses énergétiques entre les deux groupes. Le PAL représente ici l'estimation du ratio de la dépense énergétique totale sur le MB prédit à partir du poids et de l'âge des sujets. Le MB prédit s'est par ailleurs révélé près de celui mesuré par calorimétrie indirecte avec un pourcentage de variation moyen de 1.25%.

### **Résumé**

À l'instar de Rose et Williams, McNeill et ses collaborateurs ne parvinrent pas à expliquer l'origine de la grande variation de l'apport énergétique entre les deux groupes de petits ( $n = 5$ ) et gros mangeurs ( $n = 5$ ) à partir de leur dépense énergétique. Bien que le niveau d'activité physique fut différent entre les deux

groupes, celui-là ne peut expliquer qu'une mince part de cette variation. Les grandes différences enregistrées entre les apports et dépenses énergétiques des individus suggèrent que le journal alimentaire de sept jours ait pu contribuer à l'étendue de la variation des besoins énergétiques entre les sujets.

Dans leur discussion, les auteurs soulèvent un certain nombre de questions en ce qui a trait au journal alimentaire de sept jours comme méthode utilisée pour l'estimation de l'apport énergétique. D'abord, le journal alimentaire sous-estime ou surestime-t-il l'apport énergétique? Les auteurs conclurent par la négative en se basant sur une étude ayant comparé cette méthodologie à celle de l'eau doublement marquée (EDM) chez des femmes obèses et de poids normal [17]. Dans cette étude, les journaux alimentaires des sujets de poids normal concordèrent avec les résultats de leur dépense énergétique.

Le journal alimentaire de sept jours est-il représentatif de l'alimentation habituelle? Cette fois, les auteurs répondirent dans l'affirmative sur la base d'une revue de la littérature portant sur le sujet [18]. L'équipe de McNeill souligna toutefois qu'il existe une variation intra-individuelle de l'apport alimentaire entre deux journaux alimentaires de sept jours telle que démontrée par Edholm et al. qui trouvèrent une plus faible corrélation entre deux journaux alimentaires de sept jours, administrés de façon successive, lorsque comparée à la corrélation de leur dépense énergétique estimée à l'aide de la technique du journal respiromètre (*diary-respirometer technique*) ( $r = 0.69$  vs  $0.93$  respectivement) sur la même période de temps [19]. Ces chercheurs suggérèrent qu'une différence entre l'apport et la dépense énergétique pouvait se vérifier par la mesure du poids, ce que ne firent pas McNeill et ses collaborateurs, une limite admise par eux.

### ARTICLE 3

**Titre:** *Evidence for the Existence of Small Eaters and Large Eaters of Similar Fat-free Mass and Activity Level*  
**Auteurs:** V. George, A. Tremblay, J.P. Després, C. Leblanc, L. Pérusse et C. Bouchard  
**Journal:** *International Journal of Obesity*  
**Volume:** 13  
**Année:** 1989

#### **Objectif**

L'objectif de l'étude de George et de ses collaborateurs était double : d'abord de vérifier l'existence d'individus de même âge et sexe mais qui diffèrent au niveau de leur apport énergétique, puis de caractériser ces groupes d'individus selon leur quantité de masse grasse et de masse maigre, leur apport en macronutriments et leur niveau d'activité physique.

#### **Sujets et Méthodes**

George et son équipe étudièrent les journaux alimentaires de trois jours et les journaux d'activités physiques de 888 adultes en santé âgés de 17 à 54 ans, qu'ils classifièrent ultérieurement en gros et petits mangeurs, selon l'âge, le sexe et l'apport énergétique des sujets par kilogramme de poids. Ainsi, après l'application des critères d'exclusion (maladies cardiovasculaires, diabète, trouble de la glande thyroïde, etc.) et la sélection des gros et petits mangeurs à partir du premier et dernier quartile respectivement, ils obtinrent deux groupes chacun de gros mangeurs et de petits mangeurs (17-34 ans; 35-54 ans). Au total, 222 femmes (112 petits mangeurs; 110 gros mangeurs) et 208 hommes (106 petits mangeurs; 102 gros mangeurs) participèrent à l'étude.

Les sujets remplirent un journal alimentaire de trois jours incluant deux jours de semaine et une journée de fin de semaine et à partir duquel une nutritionniste analysa leur composition nutritionnelle à l'aide des tables de Brault-Dubuc et Caron-Lahaie [20]. Afin d'augmenter la précision du journal alimentaire et de faciliter la tâche des

participants, des accessoires (une balance, des tasses à mesurer, etc.) furent laissés à leur disposition.

Selon les recommandations du *International Biological Program* [21], les sujets subirent différentes mesures anthropométriques telles la prise de leur poids et la mesure de six plis cutanés. La densité corporelle fut déterminée en pesant les participants sous l'eau, selon les procédures décrites par Bouchard et al. [22]. À l'aide de la formule de Siri [23], George et ses collaborateurs purent subséquemment établir le pourcentage de matière grasse et de masse maigre des individus.

À l'instar du journal alimentaire, les participants durent compléter un journal d'activités physiques, déjà décrit en détails par Bouchard et al. [24]. Dans ce journal, incluant deux jours de semaine et une journée de fin de semaine, les sujets devaient enregistrer chaque séquence de 15 minutes d'activité puis catégoriser celle-ci sur une échelle de 1 à 9. Dormir ou se reposer sur le lit représentait une activité de catégorie 1 (1.1 kJ/kg/15 min) alors que le lavage de vitrines ou la marche de 4-6 km/h marquait une activité de catégorie 5. Enfin, une activité de catégorie 9 représentait un sport de haute intensité ou un travail manuel très physique et équivalait à une dépense énergétique de 8.4 kJ/kg/15 minutes. Dans la présente étude, le niveau d'activité physique des sujets était défini comme étant la moyenne des scores quotidiens obtenus par la somme de tous les scores divisés par 3 jours.

Des tests de T furent utilisés pour comparer les niveaux moyens d'activité physique, les variantes de la composition corporelle, de même que la composition nutritionnelle entre les groupes de gros et petits mangeurs, selon leur âge et sexe.

## **Résultats**

Afin de refléter leur méthodologie, George et ses collaborateurs séparèrent leurs résultats en quatre différents groupes : 1) femmes âgées de 17-34 ans, gros et petits mangeurs; 2) femmes âgées de 35-54 ans, gros et petits mangeurs; 3) hommes âgés

de 17-34 ans, gros et petits mangeurs et 4) hommes âgés de 35-54 ans, gros et petits mangeurs.

**Tableau II** Caractéristiques des gros et petits mangeurs selon l'âge et le sexe (George et al., 1989)

Sujets	n	Âge (années)	Poids (kg)	Apport en énergie (kJ/kg)	% matière grasse	Masse maigre (kg)	Score activité physique
PM (F)	32	23.3 ± 7.0	58.4 ± 8.7	105 ± 16	28.6 ± 4.9	41.9 ± 4.9	219 ± 33
17-34 ans		NS	‡	‡	‡ <sup>a</sup>	NS <sup>a</sup>	NS
GM (F)	29	21.2 ± 4.6	49.4 ± 5.6	194 ± 25	18.6 ± 5.7	40.2 ± 4.5	221 ± 38
PM (F)	80	43.0 ± 3.9	66.3 ± 10.2	89 ± 14	35.8 ± 5.9	41.5 ± 4.6	224 ± 28
35-54 ans		*	‡	‡	‡ <sup>b</sup>	‡ <sup>b</sup>	NS
GM (F)	81	41.0 ± 4.1	52.3 ± 5.4	181 ± 25	27.1 ± 6.5	38.1 ± 4.5	229 ± 25
PM (H)	23	21.5 ± 4.0	69.1 ± 10.8	122 ± 20	15.6 ± 9.9	59.1 ± 8.5	231 ± 39
17-34 ans		NS	NS	‡	* <sup>c</sup>	NS <sup>c</sup>	*
GM (H)	22	20.2 ± 3.8	63.4 ± 8.0	228 ± 17	7.0 ± 5.0	56.7 ± 5.6	261 ± 45
PM (H)	83	45.9 ± 4.3	81.7 ± 11.8	102 ± 12	28.1 ± 6.1	58.3 ± 6.6	232 ± 40
35-54 ans		‡	‡	‡	‡ <sup>d</sup>	NS <sup>d</sup>	*
GM (H)	80	43.3 ± 4.3	69.5 ± 9.2	195 ± 26	19.3 ± 5.7	56.2 ± 5.4	245 ± 37

PM : petits mangeurs; GM : gros mangeurs; (F) : femmes; (H) : hommes; NS : non-significatif; <sup>a</sup> n = 20 et 16 pour PM (F) et GM (F) respectivement; <sup>b</sup> n = 40 et 42 pour PM (F) et GM (F) respectivement; <sup>c</sup> n = 14 et 10 pour PM (H) et GM (H) respectivement; <sup>d</sup> n = 46 et 39 pour PM (H) et GM (H) respectivement.  
\* p < 0.05; ‡ p < 0.001.

Ci-haut, le tableau II fournit un aperçu de ces résultats. Une fois de plus donc, les gros mangeurs ont ingéré presque le double de kJ des petits mangeurs. En dépit de cette énorme différence, tous les gros mangeurs, hommes et femmes confondus, présentaient un poids et un pourcentage de matière grasse plus faibles que les petits mangeurs, mais une masse musculaire similaire, sauf dans le cas des femmes gros mangeurs âgées de 35-54 ans, qui présentaient une masse musculaire significativement inférieure aux petits mangeurs correspondants. Sur la base de leurs résultats et ceux d'études précédentes [4, 25, 26], George et ses collaborateurs signalent qu'une augmentation de l'apport énergétique ne se traduit pas nécessairement pas une plus grande adiposité.

Les scores reliés à l'activité physique ne furent pas différents chez les femmes alors que chez les hommes, les gros mangeurs obtinrent un score plus élevé dans les deux catégories d'âge, une différence ne pouvant excéder 13% selon les auteurs.

Il est important toutefois de mentionner ici que ces résultats sont regroupés sous un seul groupe dans le tableau synthèse de la page 36 pour en faciliter la lecture.

Au niveau des macronutriments, il est intéressant de noter que les hommes petits mangeurs âgés de 35 à 54 ans consommèrent un pourcentage plus élevé de protéines et moins de matières grasses lorsque comparés au gros mangeurs du même âge ( $p < 0.01$ ). Du côté des femmes, les petits mangeurs, jeunes et moins jeunes, consommèrent davantage de protéines dans leur diète que les grandes consommatrices de kJ.

### **Résumé**

L'objectif de cette étude qui était de démontrer l'existence de gros et de petits mangeurs fut accompli par George et ses collaborateurs. La caractérisation de ces individus selon leur niveau de masse grasse et maigre, et selon leurs niveaux d'activité physique permit aux chercheurs de spéculer sur l'origine de la grande variation observée quant à leur apport énergétique. Comme déjà soulevé précédemment, trois composantes majeures de dépense énergétiques peuvent logiquement influencer sur l'approvisionnement alimentaire : la dépense calorique liée au métabolisme de base, celle liée à la thermogenèse alimentaire et celle liée à l'activité physique et autres mouvements corporels (voir figure 3, p. 3).

Bien que George et son équipe n'aient pas mesuré les composantes de la dépense énergétique, ils précisent que puisque 60-80% de la variation observée au niveau du métabolisme de base est attribuable à la quantité de masse maigre, à l'âge et au sexe des sujets [27, 28], et que ces variables sont similaires chez leurs sujets, il est fort probable que le MB soit similaire chez les gros et les petits mangeurs. Les auteurs affirment que même une différence de 5 à 10% du MB entre les deux groupes ne

serait pas suffisante pour expliquer la variation de l'apport énergétique entre ces groupes.

Même son de cloche du côté de la thermogénèse alimentaire. Comme celle-ci représente environ 10% de la dépense énergétique journalière, la différence de kJ ingérées entre les gros et petits mangeurs représente dans les faits une dépense énergétique additionnelle d'environ 400 kJ pour les gros mangeurs, ce qui est nettement insuffisant pour expliquer la différence au niveau de l'apport énergétique entre ces groupes. Certains chercheurs ont par ailleurs proposé une plus grande et plus longue thermogénèse alimentaire après un repas riche en protéines [29]; une hypothèse réfutée par d'autres [30]. Or, dans la présente étude, ce sont les petits mangeurs qui ont ingéré une plus grande quantité de protéines, ce qui signifie que dans le cas actuel, cette explication n'est pas concordante.

Parmi les autres hypothèses soulevées par les auteurs afin d'expliquer leurs observations, ils suggérèrent une différence possible au niveau de l'absorption des nutriments, telle que proposée par MacNair [31]; la présence de cycles « futiles » et énergivores au niveau musculaire convertissant l'énergie des aliments en chaleur [32, 33]; la fréquence des repas [34]; ainsi que certaines particularités et fonctions des cellules du tissu adipeux qui pourraient jouer un rôle dans le contrôle de la balance énergétique, tels qu'indiqué par certains résultats du laboratoire de George et al. [35].

#### ARTICLE 4

Titre: *Further Evidence for the Presence of "Small Eaters" and "Large Eaters" among Women*  
Auteurs: V. George, A. Tremblay, J.P. Després, M. Landry, L. Allard, C. Leblanc, et C. Bouchard  
Journal: *American Journal of Clinical Nutrition*  
Volume: 53  
Année: 1991

### **Objectif**

Afin d'avoir une meilleure compréhension du phénomène des gros et petits mangeurs, George et al., dans cette deuxième étude sur la matière, décidèrent de voir à la composition et aux habitudes alimentaires, de même qu'à la composition corporelle d'individus de même âge, sexe et niveau d'activité physique, et se percevant comme gros ou petits mangeurs.

### **Sujets et Méthodes**

À partir d'une cohorte de 134 femmes, 80 femmes furent sélectionnées selon qu'elles se percevaient comme de grandes consommatrices (gros mangeurs,  $n = 40$ ) ou comme de petites consommatrices (petits mangeurs,  $n = 40$ ) de nourriture. Les femmes, tous de poids normal, non-fumeuses et en santé, considéraient manger soit beaucoup plus ou beaucoup moins que leur famille, amis ou collègues de travail. Chaque sujet devait par surcroît ne pas avoir d'histoire de trouble de l'alimentation, ne pas avoir été enceinte ou avoir eu de fluctuation de poids de plus de quatre kg au cours des deux dernières années.

L'apport énergétique des participants fut déterminé par l'administration de deux journaux alimentaires (avec aliments pesés) de sept jours, espacés d'une période de trois mois. De là furent aussi tirées les analyses de la composition en macronutriments et en alcool, thé et café de la diète des sujets, et ce, à l'aide du fichier canadiens des aliments (Santé Canada, 1984). Afin d'augmenter la précision des journaux alimentaires et de faciliter la tâche des sujets, des accessoires (une balance, des tasses à mesurer, etc.) furent laissés à leur disposition.

Deux autres journaux de sept jours, servant cette fois à déterminer la dépense énergétique liée à l'activité physique, fut remis aux sujets de recherche. Il s'agit du même format de journal que ceux ayant déjà été présentés et utilisés par Bouchard et al. [24] et George et al. [10], à l'exception qu'il s'étire sur davantage de jours et qu'il est répété au bout d'une période minimale de trois mois. Ainsi, comme décrit lors de l'article précédent, les sujets devaient enregistrer chaque séquence de 15 minutes

d'activité puis catégoriser celle-ci sur une échelle de 1 à 9. Les scores rapportés par les auteurs sont la moyenne des scores quotidiens obtenus par la somme de tous les scores divisés par 14 jours.

Les participantes subirent également une série de mesures anthropométriques et de la composition corporelle. Elles furent pesées sur balance et sous l'eau, afin de pouvoir déterminer leur densité corporelle et ainsi calculer leur pourcentage de matière grasse et leur quantité de masse maigre en kg à l'aide de la formule de Siri [22, 23]. Dix plis cutanés furent mesurés à l'aide d'un *caliper* Harpenden et suivant les recommandations de Harrisson et al. à tirées du manuel de référence de mesures anthropométriques de Lohman et al. [36].

### **Résultats**

Les petits mangeurs consommèrent cette fois environ 60% de l'apport énergétique des gros mangeurs (voir tableau VII, p. 36). Aucune différence notable ne fut enregistrée au niveau de la consommation d'alcool, de thé ou de café. Même chose du côté des macronutriments, sauf pour les protéines, où les petits mangeurs, à l'instar de l'étude précédente, mangèrent davantage de protéines que les gros mangeurs ( $p < 0.03$ ). Par ailleurs, le coefficient de corrélation entre les deux journaux alimentaires de sept jours, aliments pesés, s'établit à 0.88 pour ce qui est de l'apport énergétique.

Parmi les habitudes alimentaires observées par les chercheurs, ceux-ci notèrent une différence en ce qui a trait à la fréquence des repas ou collations (voir tableau III, p. 20). Ainsi, les petits mangeurs consommèrent donc moins de repas par jour, à  $4.2 \pm 0.85$  contre  $5.0 \pm 1.2$  ( $p < 0.05$ ), alors que la courbe de distribution de la fréquence des repas était aussi différente entre les groupes ( $p < 0.05$ ).

**Tableau III** Fréquence des repas chez les gros et petits mangeurs de sexe féminin (George et al., 1991)

	Nombre de repas ou collations par jour					
	3	4	5	6	7	8
GM	3	12	13	8	3	1
PM	7	21	10	1	1	0

PM : Petits mangeurs (n = 40); GM : Gros mangeurs (n = 40).

Pour ce qui est de l'activité physique, aucune différence observable entre les groupes fut-elle effectuée légèrement, modérément ou intensément. Les auteurs de l'étude ne rapportèrent pas cette fois le coefficient de corrélation entre les deux journaux d'activité physique.

Sur le plan de la composition corporelle, George et al. relevèrent plusieurs différences : les petits mangeurs, plus vieux et plus lourds, avaient un indice de masse corporel (IMC) supérieur et une quantité ainsi qu'un pourcentage de masse grasse plus élevés, en concordance avec la moyenne des dix plis cutanés, aussi plus élevée chez ces petits mangeurs ( $p < 0.01$ ).

### Résumé

Cette étude s'ajoute aux précédentes ayant déjà démontré l'existence de gros et de petits mangeurs. L'obtention de certaines différences entre les deux groupes, particulièrement au niveau de la fréquence des repas, laissent présager que cette variable pourrait jouer un rôle dans la balance expliquant les larges écarts d'approvisionnement alimentaire de ces individus. Des études sur les rats ont démontré que ceux nourris durant une période de temps restreinte gagnaient davantage de poids que ceux qui grignotaient toute la journée et qui mangeaient plus de calories [37-39]. Une étude de Hejda et al. effectuée chez les humains a démontré que ceux mangeant cinq à six repas ou collation par jour étaient moins gras que ceux rapportant trois à quatre périodes de consommation [40]. Metzner et al. ont obtenu

des résultats similaires, en y ajoutant même une corrélation inverse entre le nombre de repas ou collation et l'adiposité [41].

La validité des journaux alimentaires de 7 jours a été questionnée par les auteurs. Une exhaustive revue de la littérature effectuée par Nelson et al. rapporte que les journaux de 4 à 8 jours estiment avec suffisamment de précision ( $r \leq 0.9$ ) l'apport énergétique total et celui des principaux macronutriments chez l'adulte [42]. Quant à la fiabilité de l'outil utilisé par George et ses collaborateurs, il semble que le coefficient de corrélation de 0.88 obtenu entre les deux journaux alimentaires soit bien dans les chiffres obtenus par d'autres chercheurs, soit entre 0.7 et 0.9 [43-45].

L'évaluation des niveaux d'activité physique dans la présente étude ne permit pas d'approfondir l'explication des larges variations de l'apport alimentaire entre les gros et petits mangeurs. Bien que certains auteurs aient avancé qu'il pourrait y avoir un lien avec le coût énergétique d'une même activité physique, qui peut varier d'un individu à l'autre [14, 46-48], George et son équipe ne furent cependant pas en mesure de vérifier cette hypothèse.

Les auteurs concluent en mentionnant que le phénomène des gros et petits mangeurs n'est pas bien compris et qu'une partie de la réponse repose probablement au niveau des variations possibles dans les MB des sujets ou en raison de différences liées à la dépense énergétique durant diverses tâches, spécifiant que les recherches futures devraient inclure ces types de données.

#### ARTICLE 5

Titre: *Differences in Energy Metabolism Between Normal Weight "Large-Eating" and "Small-Eating" Women*  
Auteurs: D. Clark, F. Tomas, R.T. Withers, M. Brinkman, C. Chandler, J. Phillips, F.J. Ballard, M.N. Berry et P. Nestel  
Journal: *British Journal of Nutrition*  
Volume: 68  
Année: 1992

### **Objectif**

Dans le premier d'une série de trois articles successifs portant sur le phénomène des gros et petits mangeurs, Clark et ses collaborateurs exposèrent leurs résultats démontrant des différences substantielles de dépense énergétique de base chez deux groupes de femmes se percevant comme étant capables de manger librement sans prendre de poids (gros mangeurs) ou devant se restreindre à la table afin de maintenir son poids (petits mangeurs).

### **Sujets et Méthodologie**

187 femmes en santé et âgées entre 20 et 50 ans répondirent à l'appel d'une annonce dans le journal et reçurent un questionnaire de fréquence alimentaire [49] détaillé et codé afin d'établir l'apport alimentaire quotidien de chaque participante. Un journal alimentaire de cinq jours (avec exemplaire) accompagné d'une pesée digitale de 0-2 kg fut par la suite remis aux répondants ( $n = 120$ ) qui correspondaient aux critères d'inclusion du protocole. Un programme informatique servit à l'analyse des journaux alimentaires et l'apport alimentaire quotidien moyen fut déterminé pour chaque sujet [50].

Dans le même temps, un journal d'activité physique de cinq jours (avec exemplaire) fut aussi remis aux participantes ( $n = 120$ ) alors qu'elles devaient y enregistrer, pour chaque journée divisée en 24 périodes d'une heure et à cinq minute près, toute activité telle dormir, être assise détendue ou droite, être debout, marcher, faire du jogging ou courir. Les activités non-listées devaient être inscrites séparément, durée et l'intensité bien notées. La dépense énergétique moyenne quotidienne fut calculée en utilisant le poids des sujets lors de cette journée [51]. Afin de classifier les individus en gros et petits mangeurs, Clark et son équipe choisirent les extrêmes de la courbe de distribution du ratio de la dépense énergétique apparente sur l'apport énergétique apparent (DE/AE). Neuf gros mangeurs (petit ratio) et neuf petits mangeurs (grand ratio) furent retenus pour la suite des tests.

Chacun d'entre eux se présenta au laboratoire à quatre reprises et à un mois d'intervalle, à jeun depuis 12 heures et sans avoir fait d'activité physique intense depuis 24 heures pour subir une série de mesures par calorimétrie indirecte. Le métabolisme au repos, puis assis et debout, de même que le métabolisme à la marche furent enregistrés. Aussi, la calorimétrie indirecte servit à mesurer la thermogénèse alimentaire des sujets 45 minutes après le début de l'ingestion d'un repas liquide standard (Ensure Plus), à raison de 50 kJ/kg de masse maigre, et ce, à intervalles de 30 minutes pendant 4 heures. Les valeurs du quotient respiratoire furent obtenues en utilisant la transformation classique de Haldane [52]. La densité corporelle, le pourcentage de matière grasse et la quantité de masse maigre furent déterminés en pesant les sujets sous l'eau [53] et à l'aide de la formule de Siri [23].

Clark et ses collaborateurs s'intéressaient également à d'autres données. Ainsi, plusieurs échantillons furent collectés et étudiés : formules sanguines pour mesurer les niveaux plasmatiques d'électrolytes, d'urée, de créatinine, d'éléments rares (zinc et cuivre) et d'autres métabolites (glucose, lactate, pyruvate, acides gras libres, etc.). D'autres échantillons pour déterminer les niveaux plasmatiques de l'insuline, du glucagon et de l'hormone de croissance IGF-1, de même que les concentrations sériques de la testostérone, de l'oestradiol et des hormones thyroïdiennes. Et, après avoir consommé oralement une capsule de gélatine contenant de la glycine [<sup>15</sup>N] (100 mg, enrichi à 99% ; *MSA Isotopes*), des échantillons d'urine furent recueillis sur une période de 48 heures pour déterminer la vitesse de rotation et de dégradation des protéines musculaires (excrétion de N<sup>15</sup>-méthylhistidine et créatinine) alors que l'apport protéique alimentaire fut estimé à partir de l'excrétion urinaire d'azote et de la formule suivante :  $(N \text{ urinaire (g)} + 2) \times 6.25$  [54] et du journal alimentaire de cinq jours.

Les analyses statistiques utilisées pour effectuer les comparaisons de données descriptives entre les groupes furent des tests de T. Les mesures de calorimétrie indirecte furent traitées par des analyses de variance et des mesures répétées de type

ANOVA. Les relations entre l'azote alimentaire et urinaire dans l'estimation de l'apport en protéines alimentaires furent examinées par analyses de régression.

### Résultats

En dépit du fait que la dépense énergétique apparente des gros mangeurs était 25% moindre que celle des petits mangeurs ( $p < 0.001$ ), l'apport énergétique des gros mangeurs était en moyenne le double de celui des petits mangeurs qu'il provienne du questionnaire de fréquence ou du journal alimentaire de cinq jours. Cette situation crée une balance énergétique positive chez les gros mangeurs et négative chez les petits mangeurs (voir tableau IV, p. 24). Le ratio des deux estimateurs de l'apport protéique des sujets (excrétion d'azote urinaire et journal alimentaire de 5 jours) était de  $0.91 \pm 0.11$  chez les gros mangeurs et de  $1.93 \pm 0.36$  chez les petits mangeurs, une différence significative ( $p < 0.025$ ).

**Tableau IV Bilans énergétiques de gros et petits mangeurs de poids différents (Clark et al., 1992)**

Énergie (kJ/24 h $\pm$ déviation standard)					
	Apport Énergétique (AE)		Dépense Énergétique (DE)		Balance Énergétique
	QF	JA	JAP	DE / AE	
GM	11520 $\pm$ 1050	11960 $\pm$ 610	9170 $\pm$ 450	0.78	+
PM	‡ 5940 $\pm$ 810	‡ 5290 $\pm$ 250	‡ 12190 $\pm$ 480	‡ 2.33	-

GM : gros mangeurs (n = 9); PM : petits mangeurs (n = 9); QF : questionnaire de fréquence; JA : journal alimentaire (5 jours); JAP : journal d'activité physique (5 jours).  
‡ significativement différent des gros mangeurs :  $p < 0.001$ .

En raison du petit nombre de sujets dans l'étude, les neuf gros et neuf petits mangeurs ne purent être appariés. Les gros mangeurs étaient ainsi en moyenne plus grands ( $p < 0.05$ ) et avaient un IMC de 18% inférieur à celui des petits mangeurs ( $p < 0.001$ ). Quoique non-significatifs, les gros mangeurs étaient aussi plus légers et possédaient une quantité et un pourcentage de matières grasses inférieurs à celles des petits mangeurs (voir tableau VII, p. 36).

Le MB (consommation d'oxygène) des gros mangeurs s'est aussi révélé de 12 à 17% ( $p < 0.05$ ) supérieur à celui des petits mangeurs lors des quatre mesures; une différence augmentée à 19% en position assise ( $p < 0.01$ ) mais réduite à des valeurs non-significatives à la marche (2.4, 3.9 et 5.4 km/h). Ces différences sont préservées même après l'ajustement des résultats en fonction de la quantité de masse maigre des individus. Une différence au niveau de la température orale des sujets fut toutefois enregistrée lors de la marche (0.6 °C plus élevé chez les gros mangeurs,  $p < 0.05$ ). Les valeurs du quotient respiratoire (QR), plus basses chez les gros mangeurs lors de chacune des mesures du métabolisme de base ( $0.784 \pm 0.004$  vs  $0.829 \pm 0.048$ ,  $p < 0.05$ ), signifient un métabolisme orienté davantage vers les matières grasses que les glucides chez les gros mangeurs.

Contrairement aux attentes, les gros mangeurs ont démontré lors de la thermogénèse alimentaire une dépense énergétique moindre, mais non-significative, de 27.5% lorsque comparés aux petits mangeurs. Ces résultats, exprimés en % de l'apport énergétique du repas standard, sont en accord avec des résultats antérieurs obtenus par Clark et al. où ceux-ci ont trouvé une dépense énergétique associée à la thermogénèse alimentaire de 21% supérieur chez un groupe d'hommes petits mangeurs (résultats non-publiés), mais contradictoires avec ceux d'autres chercheurs [55-57].

En regard des valeurs sanguines, les seules différences significatives rapportées entre les groupes se situaient au niveau des concentrations plasmatiques de bicarbonate, d'acétoacétate et d'insuline ( $p < 0.05$ ). Parce que l'insuline favorise la rétention des acides gras dans le tissu adipeux, les auteurs croient probable que les concentrations plasmatiques d'insuline, plus basses chez les gros mangeurs, puissent expliquer chez eux les niveaux plasmatiques plus élevés d'acétoacétate et les indices d'adiposité inférieurs. Aucune différence au niveau des indicateurs de vitesse de rotation ou de dégradation des protéines musculaires ne fut observée entre les groupes.

## Résumé

Cet article de Clark et al. portant sur des sujets féminins à très grande variation d'apport énergétique démontre qu'ils existent certaines différences métaboliques entre deux groupes de gros et petits mangeurs. En effet, alors que les études précédentes ont démontré peu ou pas de différences dans les différentes composantes de la dépense énergétique chez des groupes de gros et de petits mangeurs, Clark et ses collaborateurs sont les premiers à démontrer la présence de métabolismes de base et lors de légères activités, plus élevés chez des gros mangeurs de poids stable.

Considérant que les sujets affirmaient avoir mangé et fait de l'activité physique « comme à l'usuel » pendant la période où ils remplirent les journaux (alimentaire et activité physique), il est évident que de tels écarts entre l'apport et la dépense énergétiques des gros et petits mangeurs ne sont pas possibles sans être accompagnés d'une variation de poids à moyen ou long terme. Ceci tend à démontrer, selon les auteurs, qu'il existe des différences intrinsèques pouvant affecter le métabolisme énergétique chez des femmes de poids normal et en santé.

Les mêmes propos que ceux soulevés par les auteurs précédents sont réitérés dans la discussion de la présente étude afin de tenter d'expliquer ces observations. Entre autres, une utilisation variable de l'énergie entre les individus lors de la pratique de certains exercices ou activités physiques, ou encore la présence de cycles « futiles » pouvant augmenter la consommation d'oxygène chez les gros mangeurs. À ce sujet, Clark et ses collaborateurs rapportent que plusieurs cycles énergivore ont déjà été reconnus dans la littérature scientifique comme étant capables de convertir l'énergie tirée de l'alimentation en chaleur [32, 33, 58]. Bien qu'ils observèrent dans leur étude une consommation d'oxygène supérieure chez les gros mangeurs, au repos ou lors de diverses activités physiques, les auteurs ne peuvent attribuer directement cette relative hausse à la présence de cycles futiles puisque la seule variable (excluant la thermogenèse alimentaire) examinée indicative d'une réaction anabolique, c'est-à-dire la dégradation des protéines, s'est révélée similaire dans les deux groupes.

Également, le fait qu'il y ait une telle disparité entre les résultats des deux estimateurs d'apport protéique entre les groupes (excrétion urinaire d'azote et journal alimentaire de 5 jours) signifie qu'il existe un problème substantiel au niveau de l'estimation de l'apport énergétique chez ces groupes d'individus. La validité des journaux alimentaires et d'activités physique relève en partie de la volonté et de la précision de chaque individu à s'y soumettre, croient les auteurs. Ils estiment que l'EDM devrait servir à déterminer la dépense énergétique des gros et petits mangeurs lors de futures recherches s'intéressant au phénomène.

## ARTICLE 6

**Titre:** *No Major Differences in Energy Metabolism Between Matched and Unmatched Groups of "Large-Eating" and "Small-Eating" Men*  
**Auteurs:** D. Clark, F. Tomas, R.T. Withers, S.D. Neville, S.R. Rolan, M. Brinkman, C. Chandler, C. Clark, F.J. Ballard, M.N. Berry et P. Nestel  
**Journal:** *British Journal of Nutrition*  
**Volume:** 70  
**Année:** 1993

### Objectif

Dans cette étude, Clark et al. comparèrent les métabolismes de base, assis, debout et à la marche d'hommes petits mangeurs, de poids normal, à la fois avec un groupe d'hommes gros mangeurs de poids normal (étude 1) et avec un second groupe d'hommes gros mangeurs, mais cette fois de poids insuffisant (étude 2), c'est-à-dire d'IMC inférieur 20, tel que décrit au début des années 1990. L'objectif : comparer les résultats de cette étude avec la précédente [8] afin de déterminer si le genre ou le degré de minceur était responsable des différences observées au niveau des différentes composantes de la dépense énergétique des gros et petits mangeurs [8].

### Sujets et Méthodologie

Clark et ses collaborateurs utilisèrent une méthodologie à peu près identique à celle de l'étude précédente (voir article 5, p. 21). Cette fois, 312 volontaires reçurent le questionnaire de fréquence [49] parce qu'ils répondirent à l'annonce parue dans le

journal, sollicitant des hommes âgés entre 20 et 50 ans, non-fumeur, de poids normal et se considérant comme de gros ou de petits mangeurs. 260 d'entre eux semblèrent rencontrer les critères d'inclusions et reçurent par conséquent les journaux alimentaire et d'activités physiques [8], à remplir vendredi au mardi inclusivement. L'apport énergétique fut estimé à partir du programme informatique de McCance et al. [50] et la dépense énergétique à partir des données de McArdle et al. [51], ainsi que du poids du sujet ce jour-là.

Les sujets positionnés aux extrêmes de la courbe de distribution du ratio de la dépense énergétique sur l'apport énergétique (DE/AE) furent sélectionnés pour former deux groupes de gros mangeurs ( $n = 8$ ;  $DE/AE < 1$ ) et petits mangeurs ( $n = 8$ ;  $DE/AE > 1$ ) de même poids (étude 1); et deux groupes de gros mangeurs ( $n = 5$ ;  $DE/AE < 1$ ) et petits mangeurs ( $n = 5$ ;  $DE/AE > 1$ ) de poids différents (étude 2). Les participants se présentèrent au laboratoire de physiologie à intervalles d'une semaine, en trois (étude 2) ou quatre (étude 1) occasions afin de subir les différents tests (métabolisme de base, thermogénèse alimentaire, analyses densitométriques), tels que décrits plus haut dans l'article précédent (voir article 5, p. 21) [8].

À nouveau, Clark et ses collaborateurs estimèrent chez leurs sujets l'apport en protéines alimentaires, de même que la vitesse de dégradation des protéines musculaires et la vitesse de rotation des protéines totales, à l'aide des procédures et des analyses statistiques exposées dans l'article 5 [8].

## Résultats

Dans un souci de simplification, les résultats des études 1 et 2 seront ici textuellement séparés mais partiellement regroupés dans le tableau V de la page 30 puis fusionnés dans le tableau VII (p. 36).

### Étude 1

Les caractéristiques physiques des huit gros et huit petits mangeurs de même poids étaient évidemment similaires en regard du poids et de l'IMC mais différentes au

niveau de la grandeur et du pourcentage de matière grasse ( $p < 0.05$ ) : les gros mangeurs étant plus grands et plus maigres. Aucune différence toutefois en termes de masse maigre ou grasse.

L'apport énergétique moyen des gros mangeurs étaient près du double ( $p < 0.001$ ) de celui des petits mangeurs alors que les journaux d'activités physiques révélaient qu'ils dépensaient 80% de énergie ( $p < 0.05$ ) que dépensaient les petits mangeurs (voir tableau V, p. 30). Bien qu'en moyenne un biais soit apparent dans l'estimation de l'apport protéique des sujets, comme en font foi les résultats de l'excrétion urinaire d'azote, ces estimations ne furent pas différentes entre les groupes, pas plus que les autres paramètres de mesures de la dégradation et de la vitesse de rotation des protéines.

Aucune différence observable entre les groupes en ce qui a trait aux MB (consommation d'oxygène), de même que lors de la thermogénèse alimentaire ou d'autres activités (assis, debout, à la marche). La température orale était constamment plus élevée chez les sujets gros mangeurs ( $p < 0.05$ ), et encore davantage lors d'exercices plus intenses ( $p < 0.001$ ). Le QR de ces individus était lui aussi plus élevé lors d'exercices intenses ( $p < 0.05$ ), indicatif chez eux d'une plus grande utilisation des glucides comparativement aux matières grasses.

## Étude 2

Cette composante de l'étude, visant essentiellement à déterminer si l'IMC pouvait jouer un rôle dans la dépense énergétique, regroupait nécessairement des sujets gros et petits mangeurs de poids et d'IMC différents. Les gros mangeurs étaient plus légers de plus de 20 kg ( $p < 0.001$ ) et, par conséquent, avaient un IMC 25% plus petit que les petits mangeurs ( $p < 0.05$ ). Les gros mangeurs démontraient par surcroît des quantités de masse maigre et de masse adipeuse inférieures de 20% ( $p < 0.001$ ) et plus de 50% ( $p < 0.05$ ) respectivement (voir tableau V, p. 30).

**Tableau V** Caractéristiques physiques et bilans énergétiques des gros et petits mangeurs appariés et non-appariés (Clark, 1993)

Sujets	Caractéristiques physiques					Énergie (kJ / 24 h)			
	Poids (kg)	IMC (kg/m <sup>2</sup> )	MG (%)	MG (kg)	MM (kg)	Apport énergétique (JA) (QF)		Dépense énergétique (JAP)	
Étude 1	GM (n=8)	76.6	22.6	*15.3	11.8	64.6	‡18740	*16710	*13230
	PM (n=8)	77.3	24.8	20.5	16.1	61.2	9740	8430	16480
Étude 2	GM (n=5)	‡61.8	‡19.9	12.8	*8.1	‡53.8	‡14860	13450	†11450
	PM (n=5)	82.6	24.8	20.3	17.1	65.4	10810	9910	16640

GM : gros mangeurs; PM : petits mangeurs; QF : questionnaire de fréquence; JA : journal alimentaire (5 jours); JAP : journal d'activité physique (5 jours).  
\*†‡ Significativement différent des PM : \*  $p < 0.05$ ; †  $p < 0.01$ ; ‡  $p < 0.001$ .

Dans cette sous-étude, les gros mangeurs ingèrent en moyenne 37.5% plus de kJ ( $p < 0.001$ ) alors qu'ils dépensèrent le tiers de l'énergie des petits mangeurs ( $p < 0.01$ ). Au niveau du MB, les gros mangeurs consommaient 10% plus d'énergie ( $p < 0.01$ ) que les petits mangeurs mais cette différence tombait lorsque les données sont ajustées en fonction de la masse maigre des individus. La température orale des gros mangeurs était en moyenne plus élevée de 0.7 à 0.9 ° C ( $p < 0.001$ ), et ce, tant au repos que durant diverses activités physiques. Aucune autre différence significative entre les deux groupes ne fut observée.

### Résumé

Bien qu'une petite différence au niveau de la dépense énergétique fut enregistrée à la hausse chez les gros mangeurs de l'étude 1 lors d'activités physiques légères à modérées, les résultats de Clark et de ses collaborateurs ne contribuent pas de façon évidente à l'identification de différences métaboliques majeures entre groupes

d'hommes petits mangeurs et gros mangeurs de poids normal ou insuffisant. La disparition des différences significatives observées au niveau des métabolismes de base des gros mangeurs de poids insuffisant (IMC < 20), comparés aux petits mangeurs de poids normal, lorsque les résultats sont ajustés en fonction de la quantité de masse maigre, laisse entrevoir que cette variable pourrait jouer un rôle plus déterminant chez les hommes que chez les femmes puisque chez ces dernières, les résultats demeuraient significativement différents après ajustement [8].

Ce qui semble toutefois évident aux yeux des auteurs est que l'origine des grandes variations en apports énergétiques entre les deux groupes de gros et petits mangeurs doit se situer principalement sur la base d'erreurs attribuables à la méthodologie utilisée dans les estimations des apports et/ou de la dépense énergétiques des individus.

Les auteurs concluent en disant que s'il existe des différences métaboliques et/ou thermogéniques (processus de dissipation de l'énergie, tels les cycles futiles) [32, 33], celles-ci ne sont pas apparentes chez les sujets à jeun confinés à l'environnement bien contrôlé d'un laboratoire de physiologie. Des mesures faites dans des conditions « normales » pourraient donner des résultats différents.

#### ARTICLE 7

Titre: *Energy Metabolism in Free-Living, "Large-Eating" and "Small-Eating" Women: studies using  $^2H_2^{18}O$*   
Auteurs: D. Clark, F. Tomas, R.T. Withers, C. Chandler, M. Brinkman, J. Phillips, M.N. Berry, F.J. Ballard, et P. Nestel  
Journal: *British Journal of Nutrition*  
Volume: 72  
Année: 1994

### **Objectif**

Déterminer, à l'aide de l'EDM, les dépenses et apports énergétiques à long terme de six gros et six petits mangeurs de sexe féminin et de poids stable, en tenant compte de tout changement de composition corporelle chez ces sujets.

### **Sujets et Méthodologie**

Les quatorze sujets recrutées pour faire partie de cette étude sont des femmes volontaires de poids normal ayant déjà participé à d'autres études de ce laboratoire, où leur MB fut déterminé [8]. Sur la base qu'il soit davantage probable que ces sujets fussent tirés de sous-groupes de la population ayant une efficacité énergétique différente, six d'entre elles ayant un MB relativement élevé et ayant déjà été identifiées comme individus gros mangeurs, furent accompagnées de six autres sujets petits mangeurs au MB relativement bas, afin de composer la première partie de cette étude.

En condition de jeun, 3 à 7 jours après leurs dernières menstruations, les participantes se rendirent au laboratoire pour être pesées et rendre des échantillons de salive et d'urine pour la détermination des valeurs basales. Ce même jour, les sujets burent les 100 ml approximatifs d'EDM contenant les isotopes stables oxyde deutérium ( $^2\text{H}_2$ ) et de oxygène-18 ( $^{18}\text{O}$ ), suivi de trois petites doses d'eau afin de bien rincer. Subséquemment, sur une période de 28 jours, plusieurs échantillons d'urine et de salive furent collectés par les chercheurs. Durant la dernière semaine de l'expérimentation (jours 21 à 28), les sujets remplirent un journal alimentaire et un journal d'activité physique de 5 jours, du vendredi au mardi [8] et furent pesés à nouveau au jour 28. L'apport énergétique quotidien des sujets fut aussi calculé à partir de la somme des mesures de la dépense énergétique quotidienne ( $^2\text{H}_2$   $^{18}\text{O}$ ) et des changements de composition corporelle durant la période de mesure.

Dans la deuxième partie de l'étude, deux sujets petits mangeurs additionnels répétèrent le protocole décrit ci-haut, à l'exception qu'ils furent alimentés selon les informations provenant de plusieurs journaux alimentaires de 5 jours (avec aliments

pesés) et d'un autre de 50 jours, auto-administré, aliments pesés également. C'est-à-dire que les deux sujets reçurent une diète similairement composée pour un apport énergétique quotidien d'environ 5000 kJ, tel qu'elles le rapportaient.

Les mesures de composition corporelle et de densitométrie furent déterminées par dilution d' $H^2$  [59, 60] et par pesée sous l'eau [23, 53] respectivement. Les solutions isotopiques ( $^2H$  et  $^{18}O$ ) et les échantillons d'urine furent analysés par spectrométrie de masse alors que les débits de production de gaz carbonique furent calculés à l'aide de l'équation de Schoeller et al [60]. Les mesures du quotient alimentaire, estimées à partir des journaux alimentaires de 5 jours, servirent dans les calculs de la dépense énergétique quotidienne [61] alors que statistiquement, les différences entre les groupes nécessitèrent l'usage de tests de T indépendants.

### Résultats

Dans cette étude où les gros mangeurs consommaient en apparence 44% plus d'énergie que les petits mangeurs ( $p < 0.001$ ) (voir tableau VI, p. 34), ceux-ci étaient en moyenne 17% plus lourds et arboraient une masse maigre significativement plus élevée de 21% (voir tableau VII, p. 36). Peu de variation de poids et de composition corporelle fut enregistrée au cours des quatre semaines expérimentales.

Les résultats des apports et dépenses énergétiques apparentes des participantes à partir des journaux de cinq jours sont présentés dans le tableau VI. Celui-ci rapporte également des différences intra-groupes significatives au sein des gros et petits mangeurs lorsque leurs apports apparents, tel que déterminés par le journal alimentaire de cinq jours, et leurs apports obtenus par la technique de l'EDM sont comparés. Ainsi, il est permis de constater que les gros mangeurs ont surestimé leur apport énergétique d'environ 24% ( $p < 0.05$ ) alors que les petits mangeurs ont sous-évalué leur apport énergétique de plus de 45% ( $p < 0.001$ ). Par surcroît, non seulement les petits mangeurs prétendent-ils manger beaucoup moins mais la réalité démontre qu'ils mangent 25% plus que les gros mangeurs.

**Tableau VI Bilans énergétiques de gros et petits mangeurs de sexe féminin (Clark, 1994)**

	Bilan énergétique (kJ/24h ± déviation standard)			
	Apport apparent (JA)	Dépense apparente (JAP)	Apport ( $^2\text{H}_2^{18}\text{O}$ )	Dépense ( $^2\text{H}_2^{18}\text{O}$ )
GM (n=6)	*10493 ± 1727	8738 ± 951	8478 ± 1295	8492 ± 1367
PM (n=6)	‡5887 ± 1518	12252 ± 1524	10823 ± 1730	11273 ± 2684

GM : gros mangeurs; PM : petits mangeurs; JA : journal alimentaire de 5 jours; JAP : journal d'activité physique de 5 jours;  $^2\text{H}_2^{18}\text{O}$ : eau doublement marquée.  
\*‡ Significativement différent des apports ( $^2\text{H}_2^{18}\text{O}$ ) respectifs: \*  $p < 0.05$ ; ‡  $p < 0.001$ .

Les variations entre les résultats de dépense énergétique provenant des journaux d'activité physique de cinq jours et ceux de l'EDM sont à moins de 5% et non-significatives chez les deux groupes. Aucune autres différences ne fut observées, les mesures du MB, des quotients alimentaires et des débits d'élimination des isotopes  $^2\text{H}$  et  $^{18}\text{O}$  étant similaires entre les groupes.

Dans la deuxième partie de cette étude, les deux sujets petits mangeurs qui reçurent un approvisionnement énergétique contrôlé (environ 5000 kJ/jour) subirent des pertes de poids appréciables, de l'ordre de 0.75 kg par semaine, indiquant une balance énergétique négative et une sous-estimation de leurs apports dans les journaux alimentaires.

### Résumé

Clark et ses collaborateurs réussirent à déterminer avec relativement de précision les apports et dépenses énergétiques de femmes de poids stable à l'aide de la technique de l'EDM. Leurs résultats ouvrent non seulement une fenêtre sur les problèmes potentiels d'estimation de l'apport énergétique d'un individu à partir d'un journal alimentaire mais contredisent également l'hypothèse selon laquelle il pourrait exister des individus de poids normal plus métaboliquement efficace (petits mangeurs). En revanche, les journaux d'activité physique de cinq jours se sont révélés comme étant des outils de prédiction de dépense énergétique relativement fiables.

## TABLEAU SYNTHÈSE

Le tableau synthèse de la page suivante recouvre les résultats partiels des sept articles faisant partie de la recension de la littérature, de même que ceux de l'article original par Henry et al., également retrouvé dans son intégralité plus loin dans ce mémoire.

Sont listés dans ce tableau le nombre de sujets, les résultats des apports et dépenses énergétiques, de même que les données relatives à la composition corporelle des participants pour chaque étude. Deux d'entre elles méritent une attention particulière: celle de George et al. de 1989 [10] et celle de Clark et al. de 1993 [7]. Parce que ces études vérifiaient différentes hypothèses, elles comportaient plus de deux groupes expérimentaux de gros et petits mangeurs alors que les résultats furent originalement rapportés dans des tableaux différents. Ces résultats sont ici regroupés sous une seule rubrique de gros et de petits mangeurs alors que des tests de T à variance inégale servirent à comparer les deux groupes. Ces opérations ne furent pas vérifiées par un biostatisticien, et, pour cette raison, les interprétations statistiques relatives à ces deux études ne sont pas recommandées.

Trois tendances générales se dégagent du tableau synthèse:

- 1) les gros mangeurs consomment toujours près du double de l'énergie des petits mangeurs;
- 2) dans toutes les études, les gros mangeurs sont plus légers que les petits mangeurs;
- 3) les gros mangeurs ont un pourcentage de matières grasses moindre que les petits mangeurs dans six études sur sept.

Tableau VII Tableau synthèse des résultats des études faisant parti de la recension de la littérature, en plus de celle de Henry et al., 2004.

Études	N		Apport Énergétique (kJ/kg de poids)		Poids (kg)		Composition Corporelle				Dépense Énergétique (kJ/24h)				Totale			
	GM	PM	GM	PM	GM	PM	Grasse (%)	Maigre (kg)	GM	PM	GM	PM	GM	PM	GM	PM		
Rose et al. (1961)	6	6	†262.1 <sup>a</sup>	125.6 <sup>a</sup>	75.7	81.3	-	-	-	-	304 <sup>b,e</sup>	304 <sup>b,e</sup>	2887 <sup>c</sup>	2469 <sup>c</sup>	7.6 <sup>d,e</sup>	7.4 <sup>d,e</sup>	-	-
McNeill et al. (1989)	5	5	†225.8 <sup>f</sup>	125.8 <sup>f</sup>	67.7	67.9	10.3 <sup>g</sup>	60.6	58.4	7348 <sup>h</sup>	7195 <sup>h</sup>	-	*1.53 <sup>i</sup>	1.38 <sup>i</sup>	-	-	10710 <sup>h</sup>	10586 <sup>h</sup>
¥ George et al. (1989)	212	218	†192.9 <sup>j</sup>	99.8 <sup>j</sup>	†59.5	71.3	†20.9 <sup>k,l</sup>	†47.1 <sup>k,l</sup>	49.8 <sup>k,l</sup>	-	-	-	*237 <sup>m</sup>	227 <sup>m</sup>	-	-	-	-
George et al. (1991)	40	40	†197 <sup>n</sup>	113 <sup>n</sup>	†50.6	55.1	*28.4 <sup>k,o</sup>	35.9 <sup>k,o</sup>	36.9 <sup>k,o</sup>	-	-	-	209 <sup>p</sup>	211 <sup>p</sup>	-	-	-	-
Clark et al. (1992)	9	9	£216.9 <sup>q</sup>	91.7 <sup>q</sup>	53.6	60.9	25.2 <sup>k</sup>	29.9 <sup>k</sup>	40.0 <sup>k</sup>	*5424 <sup>h</sup>	5067 <sup>h</sup>	-	†9170 <sup>r</sup>	12190 <sup>r</sup>	4.51 <sup>h,s</sup>	5.75 <sup>h,s</sup>	-	-
§ Clark et al. (1993)	13	13	†230.1 <sup>q</sup>	147.8 <sup>q</sup>	*70.9	79.3	†14.3	60.5	62.9	6989 <sup>h</sup>	7227 <sup>h</sup>	-	†12542 <sup>r</sup>	16544 <sup>r</sup>	5.42 <sup>h,s</sup>	6.68 <sup>h,s</sup>	-	-
Clark et al. (1994)	6	6	†209.1 <sup>t</sup>	97.5 <sup>t</sup>	51.0	59.8	28.7 <sup>u</sup>	*36.3 <sup>u</sup>	43.9 <sup>u</sup>	5415 <sup>h,v</sup>	5279 <sup>h,v</sup>	-	†8738 <sup>r</sup>	12252 <sup>r</sup>	-	-	*8492 <sup>w</sup>	11273 <sup>w</sup>
Henry et al. (2004)	24	24	229.6 <sup>x</sup>	113.7 <sup>x</sup>	61.0 <sup>y</sup>	57.7 <sup>y</sup>	24.9 <sup>y</sup>	43.1 <sup>y</sup>	40.3 <sup>y</sup>	5002 <sup>h</sup>	4901 <sup>h</sup>	-	2791 <sup>z</sup>	2514 <sup>z</sup>	*1178 <sup>h</sup>	958 <sup>h</sup>	-	-

GM : gros mangeurs; PM : petits mangeurs; <sup>a</sup> journal alimentaire de 7 jours (non-pesé); <sup>b</sup> ml/min d'O<sub>2</sub>; <sup>c</sup> estimé à l'aide d'un podomètre et d'un journal d'activité physique de 7 jours; <sup>d</sup> l'O<sub>2</sub>; <sup>e</sup> mesuré à l'aide d'un spiromètre et d'un kymographe; <sup>f</sup> journal alimentaire de 7 jours (pesé); <sup>g</sup> estimé à partir de 4 plis cutanés <sup>h</sup> mesuré par calorimétrie indirecte; <sup>i</sup> niveau d'activité physique (PAL), à partir d'un journal d'activité physique de 7 jours; <sup>j</sup> journal alimentaire de 3 jours (pesé); <sup>k</sup> obtenu par pesée sous l'eau et à l'aide de la formule de Siri; <sup>l</sup> n = 107 et 120 pour GM et PM respectivement; <sup>m</sup> moyenne des scores du journal d'activité physique de 3 jours; <sup>n</sup> moyenne de 2 journaux alimentaires de 7 jours (pesés); <sup>o</sup> n = 33 et 34 pour GM et PM respectivement; <sup>p</sup> moyenne des scores de 2 journaux d'activité physique de 7 jours; <sup>q</sup> moyenne d'un questionnaire de fréquence et d'un journal alimentaire de 5 jours (pesé); <sup>r</sup> journal d'activité physique de 5 jours; <sup>s</sup> % de l'énergie du repas standard; <sup>t</sup> journal alimentaire de 5 jours (pesé); <sup>u</sup> obtenu par dilution <sup>2</sup>H (salive); <sup>v</sup> ajusté en fonction de la masse maigre; <sup>w</sup> obtenu par la technique de l'eau doublement marquée (<sup>2</sup>H<sub>2</sub><sup>18</sup>O); <sup>x</sup> rappel de 24h; <sup>y</sup> obtenu par densitométrie axiale (DXA); <sup>z</sup> estimé à l'aide d'un accéléromètre tri-axial (RT3).

¥ Résultats fusionnés âges et sexes; peuvent apparaître différemment dans l'article original [10]; statistiquement non-interprétable.  
§ Résultats fusionnés des études 1 et 2; peuvent apparaître différemment dans l'article original [7]; statistiquement non-interprétable.  
\*†‡£ Significativement différent des PM : \* p < 0.05; † p < 0.01; ‡ p < 0.001; £ p (Levene) < 0.05.

## Méthodologie

### Méthodes de mesure de la consommation alimentaire

Les considérations méthodologiques sont au cœur de la validité d'études scientifiques telles que celles décrites dans la précédente section. En effet, l'aspect méthodologique d'une vaste gamme d'études en nutrition est plus souvent qu'autrement remis en question alors que les méthodes les plus souvent employées pour mesurer l'apport énergétique des individus et/ou des groupes d'individus sont les journaux alimentaires (estimés ou pesés), le rappel de 24 heures (R24), les questionnaires de fréquence (QF), l'histoire diététique (HD) ou même l'observation. La principale raison pour laquelle la méthodologie utilisée est capitale dans le cas des études sur les gros et petits mangeurs de même poids est que la classification même de ces gros et petits mangeurs relève exclusivement de ces outils. Pour ainsi dire, la validité de la classification des individus en gros et petits mangeurs, lorsque basée sur leur apport énergétique individuel, relève essentiellement de la fiabilité et de la validité de la méthode utilisée.

La problématique méthodologique particulière que posent les études sur les gros et petits mangeurs de même poids est que ces types d'analyses nécessitent des composantes des deux catégories de méthodes d'évaluation de la consommation alimentaire : 1) la consommation journalière quantitative (rétrospective ou prospective), et 2) la consommation alimentaire habituelle (rétrospective ou sur une période de temps précisée). En effet, les types d'études sur les gros et petits mangeurs visent autant à acquérir des données alimentaires quantitatives (R24, journaux alimentaires) qui permettront subséquemment de classer des individus sur la base du nombre de kJ ingérées, qu'à évaluer l'apport alimentaire des individus sur une période de temps précise (HD, QF) et au cours de laquelle les sujets de recherche sont en poids stable. Les quatre principales méthodes peuvent donc théoriquement subvenir aux besoins de ces types d'études, ce qui complique le choix.

Ainsi, afin de préciser l'outil à utiliser, il faut se rappeler que l'obtention de la consommation alimentaire habituelle n'est pas essentielle compte tenu que les chercheurs s'intéressent à ce qui se passe sur une courte période de temps (souvent une semaine) alors que le poids des sujets est idéalement stabilisé. De ce fait, l'utilisation d'un QF et/ou de l'histoire diététique semble moins appropriée que celle du R24 et des journaux alimentaires. L'avantage des journaux alimentaires et du R24 sur les deux autres méthodes est que les premiers offrent davantage de précision quantitative et qu'ils peuvent également s'effectuer sur une période précise de trois à sept jours, dans le cas des journaux alimentaires, et de façon répétée dans le cas du rappel de R24. Le journal alimentaire est toutefois considéré depuis longtemps comme la méthode *gold standard* [62, 63] et est plus robuste que le R24 puisque les sujets doivent généralement peser et mesurer (ou estimer et enregistrer) les aliments consommés alors que le R24 est administré rapidement par des interviewers formés et relève essentiellement de la mémoire de l'interviewé. Basiotis et ses collaborateurs ont par ailleurs démontré qu'un journal alimentaire de quatre à sept jours peut-être considéré représentatif de l'alimentation habituelle [64].

### **Le problème de la sous-estimation**

L'une des percées les plus significatives du monde de la recherche en nutrition a été l'application de la technique de l'eau doublement marquée comme marqueur biologique par excellence de la validité des méthodes d'évaluation de l'apport énergétique d'un individu. Basée sur le principe de l'équilibre énergétique, plusieurs auteurs ont déjà démontré l'efficacité de cette technique [65-68], qui aura permis de constater le degré de sous ou surestimation de la part des sujets remplissant eux-même leur questionnaire alimentaire. Il est d'ailleurs possible grâce à cette technique de déterminer la dépense énergétique avec une relativement faible marge d'erreur technique de  $\pm 4-6\%$  lorsque conduite dans un laboratoire d'expérience [69]. Prentice et al. furent les premiers à identifier des biais majeurs et des aberrations parmi un groupe de femmes obèses de l'Angleterre[17]. Celles-ci ont en effet sous-rapporté leur apport énergétique de 35% en moyenne lorsque comparé aux valeurs de

l'EDM, alors que le groupe de femmes de poids normal ont estimé avec justesse leur approvisionnement alimentaire.

Clark et al. ont démontré dans leurs travaux qu'il peut exister de sérieux problèmes d'estimation d'apports énergétiques par les sujets lorsque venu le temps de compléter les journaux alimentaires [6]. En effet, la technique de l'eau doublement marquée aura permis de constater dans cette étude que les gros mangeurs surestimaient généralement leur apport alimentaire (24%) alors que les petits mangeurs sous-estimaient largement (45%) (voir tableau VI, p. 34). Des estimations aberrantes ont aussi été signalées par d'autres chercheurs [66, 70-72]. Il a été démontré que le problème de la sous-estimation peut varier de 10% à 45% de l'apport énergétique réel et il est maintenant bien accepté que les personnes obèses sous-estiment davantage leur apport alimentaire que les gens plus minces [17, 73, 74]. D'autres facteurs jouent également un rôle comme la démographie, le niveau de scolarité et d'autres éléments psychologiques, telles l'image de soi et la désirabilité sociale [75-77]. De larges études nationales rapportent également une sous-estimation plus marquée chez la femme [78, 79] et lorsque les enfants vieillissent [68, 80]. Il est pertinent de mentionner que les problèmes d'estimation de l'apport énergétique sont présents, peu importe l'outil sélectionné [67, 68].

Dans l'attente de l'aboutissement d'une méthode plus valide qui permettra une meilleure appréciation des apports énergétiques des individus, des auteurs ont quant à eux développé, sur la base de principes physiologiques fondamentaux et de l'EDM, des outils permettant d'identifier les sous-rapporteurs [81]. Goldberg et al. ont en effet établi le seuil minimum de dépense énergétique d'un individu et l'ont exprimé comme un multiple du métabolisme de base ( $1.35 \times MB$ ). Ce résultat sert à tester si l'apport énergétique tel que rapporté par cet individu peut être représentatif de l'alimentation habituelle à long terme. Ainsi, lorsque le résultat tombe en deçà de la limite établie par Goldberg et al., il doit être reconnu comme étant incompatible avec la survie. Après avoir évalué un certain nombre d'études de nutrition déjà publiées, cette même équipe a pu constater que, lorsque classifiées par méthodologie utilisée,

64%, 88%, et 25% des résultats ne rencontrèrent pas les limites minimales fixées par Goldberg et son équipe pour ce qui est des journaux alimentaires, des rappels alimentaires et de l'histoire diététique respectivement [82].

D'autres techniques ont été utilisées par le passé afin de tenter de valider les outils d'acquisition d'informations alimentaires, comme par exemple l'utilisation de l'azote urinaire dans la prédiction de l'apport protéique [83] ou les acides gras sanguins dans la prédiction des acides gras alimentaires [84]; les niveaux sériques d'acide ascorbique et de caroténoïdes ont aussi déjà été utilisés comme marqueurs de la consommation de fruits et légumes [85]. La palme revient toutefois à la technique de l'EDM, qui demeure le bio-marqueur *gold standard* et permet aux chercheurs en nutrition de soulever des questions fondamentales par rapport à notre aptitude à mesurer adéquatement l'apport énergétique d'un individu. Elle fait ressortir l'urgence de développer une méthode fiable, valide et efficace afin de pouvoir soutenir et faire progresser la recherche servant une variété d'objectifs, allant de l'évaluation à la planification nutritionnelle, en passant par les questions hypothétiques comme celles soulevées par le présent mémoire.

Bien que l'article original qui suit se bute lui aussi aux différentes difficultés méthodologiques décrites dans cette section, il propose toutefois de nouvelles pistes exploratoires par l'inclusion de données comportementales et hormonales. D'un point de vue pratique, il était convenable d'aborder ces avenues puisque les participantes faisaient déjà parti d'une étude en cours utilisant les mêmes outils [86], alors que d'un point de vue théorique, il était tout aussi intéressant d'investiguer ces paramètres étant donné leur implication dans le contrôle du poids et de l'appétit [87-92].

### Article original

La prochaine section comprend un article original écrit grâce à la collaboration de plusieurs auteurs, des Instituts de Recherche en Santé du Canada (IRSC), et à partir des données d'une cohorte de jeunes femmes ayant déjà participé à une autre étude [86] dans les lieux de l'Unité Métabolique du département de nutrition de la faculté de médecine de l'Université de Montréal. Cette étude, de type transversale, avait comme objectif d'identifier non seulement les facteurs métaboliques tels que déjà étudiés par le passé, mais aussi certains paramètres hormonaux et comportementaux qui pourraient aider à distinguer les gros et petits mangeurs de poids similaires. Après un survol de la littérature, il est raisonnable de mentionner que l'implication des éléments hormonaux et comportementaux représente probablement une première dans ces d'études portant sur les gros et petits mangeurs.

L'hypothèse était qu'il puisse y exister, en plus des différences au niveau des composantes de la dépense énergétique, des distinctions hormonales et/ou comportementales entre ces types d'individus. Il a été démontré que les hormones gastro-intestinales ghreline, leptine et adiponectine pouvaient jouer un rôle au niveau de l'appétit, de l'homéostasie énergétique et du contrôle du poids entre autres [87-89, 93-95], et c'est dans cette optique qu'émergea l'idée d'investiguer ces hormones. Le questionnaire de Stunkard *Three-factor eating questionnaire* représente l'outil qui servit à déterminer si les gros et petits mangeurs pouvaient présenter une attitude comportementale différente face à l'alimentation [96]. Le premier facteur du questionnaire s'intéresse à la restriction alimentaire : à savoir si un individu se perçoit comme étant toujours en train de manger, ce qui pourrait l'inciter à restreindre son apport alimentaire; le deuxième mesure quant à lui la tendance à la désinhibition, c'est-à-dire l'incapacité à résister aux tentations de la table; et le troisième examine quant à lui des émotions subjectives de la faim en général.

Au moment du dépôt de ce mémoire, l'article de Henry et al. qui suit était en soumission et dans l'attente d'une décision; la bibliographie de l'article a donc été insérée à l'intérieur de celle du mémoire.

Le rôle de l'auteur de ces lignes dans cette étude fut l'analyse des données, la rédaction primaire et la conception scientifique.

Metabolic and Behavioural Characteristics of Large and Small Eaters

Jean-François Henry, D.C., Florence Conus, M.Sc., Antony Karelis, Ph.D.,  
David St-Pierre, M.Sc., Andréanne Tremblay-Lebeau, P.Dt.,  
and Rémi Rabasa-Lhoret, M.D.

Unité Métabolique, Département de Nutrition, Faculté de Médecine, Université de  
Montréal, Montréal, Québec.

Address correspondence and reprint requests to:

Jean-François Henry

Unité Métabolique, Département de Nutrition, Faculté de Médecine,

2405 Chemin de la Côte Ste-Catherine

Université de Montréal, Montréal, Québec H3T 1A8,

CANADA

[REDACTED]

Phone : 514.343.7546

Fax : 514.343.7848

Running head: Metabolic efficiency in large and small eaters

Supported by: Canadian Institute of Health Research, Chair in Nutrition and  
Metabolism

**Contributions of authors**

**Jean-François Henry:** data analysis, primary writing responsibility and scientific conception.

**Florence Conus:** data collection, scientific conception.

**Antony Karelis:** manuscript review, scientific conception.

**David St-Pierre:** hormonal analysis, scientific conception.

**Andréanne Tremblay-Lebeau:** data collection, scientific conception.

**Rémi Rabasa-Lhoret:** medical oversight, manuscript review, scientific conception.

**Abstract**

**Key words:** large eaters, small eaters, physical activity, body composition, dietary behaviour, adipose tissue hormones

**Objective:** To identify metabolic, hormonal and dietary behavior factors that distinguish small and large eaters of similar body weight.

**Design and Setting:** Cross-sectional; Metabolic Unit, University of Montréal.

**Subjects:** 94 healthy women aged 18-35, categorized as large and small eaters.

**Interventions:** Total-cholesterol, HDL-cholesterol, LDL-cholesterol, triglycerides, glucose insulin, leptin, adiponectin and ghrelin were assessed. Resting metabolic rate (RMR) and thermic effect of food (TEF) were measured using indirect calorimetry. Body composition was measured by dual energy x-ray absorptiometry and  $VO_{2\text{ peak}}$  using a cycle ergometer to volitional fatigue. Dietary, lifestyle and physical activity levels were also determined.

**Results:** Small eaters were older, shorter, had lower fat-free mass ( $p < 0.05$ ) and bone mass ( $p < 0.01$ ) than large eaters. Total cholesterol and serum adiponectin were higher in small eaters ( $p < 0.05$  and  $p < 0.001$ , respectively). We found no differences between groups in RMR, fasting and postprandial respiratory quotients or oral temperature. TEF was lower in small eaters ( $p < 0.05$ ). No significant differences between groups were observed for relative  $VO_{2\text{ peak}}$ , physical activity energy expenditure or dietary behavior.

**Conclusion:** The variation in energy intakes between small eaters and large eaters could not be explained solely on the basis of daily energy expenditure or behavioral factors. On the other hand, the higher adiponectin levels observed in small eaters may reflect a state of lower energy intake in these individuals and suggest a role for this adipose hormone in the regulation of body weight in young healthy females.

## INTRODUCTION

Investigators in the field of nutrition and energy balance continue to be perplexed by the observation that individuals can consume widely different levels of energy intake, but still appear to maintain energy balance and a stable body weight. Researchers have principally explored physiologic and biologic endpoints in an attempt to explain differences in energetic efficiency associated with large vs small consumption of kilojoules and its impact on body weight and composition [4, 6-8, 25]. Some authors have postulated that differences in the components of energy expenditure may explain, in part, the differences in energy efficiency between large and small eaters [10, 11] and there is some evidence for this phenomenon [8, 9], although not all studies are consistent [7, 97].

We would therefore suggest that the comprehension of the potential factors that contribute to similar body weight on widely varying levels of energy intake remains incomplete. To further our understanding of these issues, we identified potential metabolic, hormonal and dietary behavioral factors in a cohort of young healthy women of same body weight who reported large differences in daily energy intake. First, we assessed the traditional measures of energy expenditure and energy intake. We initially hypothesized that large eaters would have higher levels of resting and physical activity energy expenditure than small eaters. Second, because adipose tissue hormones have been shown to be closely linked to energy balance and long-term body weight regulation [87-89], we hypothesized that large eaters would have lower serum levels of gastrointestinal and adipose tissue hormones. Third, we also explored potential dietary behavioral variables as potential mechanisms underlying the energetic differences between large and small eaters.

## SUBJECTS AND METHODS

**Subjects.** One-hundred and four normal-weight young women were enrolled to participate in this study. A subset of these data has previously been examined (Conus et al., 2004). Subjects were recruited by announcements placed at the University of Montreal neighborhood. The inclusion criteria for participation were: 1) female and

2) age 18-35 years. Exclusion criteria for participation were: 1) pregnancy or intent to become pregnant, 2) acute illness, 3) diagnosis of eating disorders, 4) diabetes, hypertension or dyslipidemia. Eight participants had missing blood samples, whereas 2 other had not completed the 24h dietary recall questionnaire, so statistical analyses and categorization into quartiles for the determination of eater status were conducted on a sample of 94 subjects. The first and fourth energy quartiles categorized small eaters and large eaters. Thus, the final sample consisted of 48 subjects. Smokers (n=1) were instructed not to smoke 24h prior to testing. The ethnic make-up consisted of: 44 European-American, 2 Arabian, 1 Black and 1 Amerindian women. Twenty-one (43.8%) of the 48 women studied used oral contraceptives (11 small eaters vs 10 large eaters). Three women, all large eaters, were amenorrheic (6.25%).

**Overview of protocol.** The study was approved by the University of Montreal ethics committee. After reading and signing the consent form, women participated in an identical testing sequence. Each participant was invited to the Metabolic Unit of the department of nutrition of the University of Montreal for a comprehensive series of tests. Subjects arrived in the fasting state at 0800h for blood draws. Resting metabolic rate and the thermic effect of food were measured next using indirect calorimetry. Subjects were then served a light lunch of known energy and nutrient composition, after which body composition and anthropometric measurements were performed. A test for  $\text{VO}_2$  peak was completed in the afternoon, after which dietary, lifestyle and physical activity questionnaires were administered. Finally, an accelerometer to measure physical activity level was used and explained to the subjects and they left with the device.

**Blood Samples.** Blood samples were collected and measured after an overnight fast (12h) for serum concentrations of total-cholesterol, HDL-cholesterol, LDL-cholesterol, triglycerides, glucose and insulin, leptin, adiponectin and ghrelin. Venous fresh blood samples were collected from the elbow fold in vacuum tubes containing inert gel (Becton Dickinson, Fisher Scientific, Ontario, Canada). Serum was obtained by centrifugation at 4500 rpm for 10 minutes and analyzed on the day

of collection. Analyses were done with the COBAS INTEGRA 400 (Roche Diagnostic, Montreal, Canada) analyzer for total cholesterol, HDL-cholesterol, triglycerides and glucose combined with specific cassettes containing in vitro diagnostic reagent system. Total cholesterol, HDL-cholesterol and triglycerides were used in the Friedewald formula [98] to estimate LDL-cholesterol concentration: LDL-cholesterol [mmol/L] = Total cholesterol [mmol/L] - HDL-cholesterol [mmol/L] - (Triglycerides/2.181 [mmol/L]). Insulin level was determined by electrochemiluminescence "ECLIA" adapted for Elecsys 1010 analyzer, with the Insulin Elecsys (Ref. 12017547) kit. HOMA (homeostasis model assessment) was calculated according to the formula of Matthews and collaborators [99]: HOMA = [Fasting insulin ( $\mu$ U/ml) x Fasting glucose (mmol/l)] / 22.5. Serum immunoreactive total ghrelin (Phoenix Pharmaceuticals, Belmont, CA) adiponectin and leptin (Linco Research, St-Charles, MO) levels were measured in duplicate with a commercial radioimmunoassay (RIA) procedure using  $^{125}$ I-labeled bioactive human ghrelin as a tracer and a rabbit polyclonal antibody raised against full-length peptides.

**Resting Metabolic Rate (RMR).** RMR was measured by indirect calorimetry. Concentrations of CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> were measured using the ventilated hood technique with a SensorMedics Delta Track II (Datex-Ohmeda, Helsinki, Finland). Measurement of gas concentrations were then used to determine 24h RMR using the Weir equation (1949). Subjects were instructed to: 1) fast and drink only water for 12h before testing, 2) consume no alcohol and restrain from smoking for 24h before testing, 3) restrain from physical activity for 24h before testing, 4) keep physical activity to a minimum the morning of the test. Women were tested in the follicular phase of the menstrual cycle. Measurements were performed while subjects were lying in a supine position, without speaking or sleeping and with minimal movement. Measurements were performed during 40 minutes, the first 10 minutes were considered as an acclimatization period and the 30 last minutes were used for analyses. The temperature of the room was maintained at an average of 22°C. The gas analyzers were calibrated before every measurement for pressure and gas concentrations. The intraclass correlation (ICC) and coefficient of variation (CV) for

RMR determined in our laboratory using the test-retest condition in a different cohort of 20 volunteers reached 0.966 and 3.3%, respectively.

**Thermic Effect of Food (TEF).** TEF was measured over 135 minutes after ingestion of 41.86 kJ/kg of body weight of ENSURE PLUS (6.279 kJ/ml, 61% carbohydrates, 24% lipids, 15% proteins; Abbott, Abbott Park, Illinois, USA). Subjects were allowed to watch movies but were instructed to remain supine with minimal movement. The gas analyzers were calibrated every 45 min for pressure and gas concentrations. The thermic effect of food was calculated as the difference between the energy expenditure after a meal and resting metabolic rate and is expressed in kJ/24h. Oral temperature was taken before RMR and during the TEF measurements.

**Body Composition and Anthropometric Measurements.** Body weight (kg) was measured in the fasted state using an electronic scale (BIM, Balance Industrielles Montréal Inc., Canada), to the nearest 20 g and standing height was measured using a wall stadiometer (Perspective Enterprises, Portage, Michigan, USA) to the nearest 0.1 cm. Both measurements were performed following standard techniques with subjects without shoes. Body mass index (BMI) was calculated as body weight (kg) / height (m<sup>2</sup>). Fat-free mass, fat mass, percent total body fat mass, central and peripheral fat mass, bone mass and bone density were evaluated by Dual Energy X-ray absorptiometry (DXA) using a LUNAR, Prodigy system, version 6.10.019 (General Electric Lunar Corporation, Madison, Wisconsin, USA). The DXA was calibrated daily using a known calibration standard. The ICC and CV for test-retest analyses for fat mass in 20 subjects are 0.999 and 1.1% respectively. Three circumferences (waist, hip and thigh) were measured with a flexible steel metric tape at the nearest 0.5 cm. Anthropometric measurements were performed according to the standardized guidelines of Norton & Olds (Norton & Olds, 2000).

**Aerobic Capacity (VO<sub>2 peak</sub>).** Aerobic capacity was assessed on an ergocycle Ergoline 900 (Bitz, Germany), with an Ergocard (Medi Soft, Dinant, Belgium)

cardiopulmonary exercise test station. The system was calibrated before every measurement for barometric pressure, relative humidity and gas concentrations with primary standard gasses. Gas volumes were calibrated using a 2-liter syringe. Aerobic capacity was tested by a progressive test starting at 60W with an augmentation of 40W every three minutes. The level of resistance on the wheel was adjusted in order to preserve a constant power output as the subjects were asked to maintain a constant speed.  $VO_{2\text{ peak}}$  was achieved when the power output could no longer be maintained, and defined as the highest 30 seconds average of oxygen consumption. Oxygen ( $O_2$ ) and carbon dioxide ( $CO_2$ ) were measured by a direct system using a face mask. Heart rate was monitored during all tests using a POLAR heart rate monitor S610 (Polar Electro Oy, Kempele, Finland). A test-retest reliability trial ( $n=20$ ) for  $VO_{2\text{ peak}}$  was performed prior to data collection and yielded an intraclass correlation coefficient of 0.956.

**Energy intake and subject categorization.** A 24h dietary recall was used for evaluation of total daily energy intake. The 24h-recall was conducted by a trained dietitian using food models to evaluate portion sizes. Energy, protein, lipid and carbohydrate intakes were calculated based on the corrected 2001b Canadian Nutrient File (CNF) (Health Canada, 1997). Quartiles were established for the 94 subjects based on their reported energy intake. The first and fourth energy quartiles categorized small eaters ( $n=24$ ) and large eaters ( $n=24$ ).

**Eating behaviour.** Eating behaviour was assessed by the self administered Three-Factor Eating Questionnaire (TFEQ) [96]. This 51-item questionnaire measures three dimensions of human eating behavior. The first factor measures cognitively-restrained eating (dietary restraint), which is the perception that one regularly and intentionally eats less than one desires. The second factor represents the tendency toward disinhibition: an incidental inability to resist eating cues, on inhibition of dietary restraint and emotional eating. The third factor examines the subjective feelings of general hunger. Each dimension is represented by a score obtained from

the sum of points of each item (0 or 1). The TFEQ has been validated as an accurate measure of cognitive concomitants of eating behavior [96, 100].

**Leisure Time Physical Activity.** Energy expended in leisure time physical activity was evaluated by the Minnesota Leisure-Time Physical Activity Questionnaire [101]. The questionnaire has been shown highly reliable [102] and accurate as an assessment tool for energy expenditure estimations in a doubly-labelled water (DLW) validation study [103]. This questionnaire consists of 63 sporting, recreational, yard and household activities. The participants were asked to report whether or not they had performed the activity in the previous 12 months. The interviewer then asked the volunteer for the period, frequency and duration of each activity performed. Calculations of energy expenditure were based on The Compendium of Physical Activities Tracking Guide [104].

**Tri-axial accelerometer (RT3).** Subjects were asked to wear the RT3 (Stayhealthy, Monrovia, California, USA) to estimate daily energy expenditure. The RT3 was worn on the subject's right hip for two week days and one weekend day. The RT3 measures acceleration in the anterior-posterior (x), medio-lateral (y) and vertical (z) axis, and summarizes that information as a vector magnitude. The vector was calculated as the square-root of the sum of the squared accelerations for each direction. Activity counts are given for each direction. Thereafter, activity calories per minute were calculated using the following formula: (activity counts / 10) x (body weight x 1.692) / 10000. Calories were then converted into kJ. The frequency response for the measurement of acceleration is 1 Hz, and data are recorded each minute. The RT3 has been validated and reliability as a measure of physical activity in men and women [105, 106].

## STATISTICAL ANALYSIS

Data are presented as means  $\pm$  standard deviation (SD). Unpaired t-tests were performed to analyze mean differences between the two groups. Levene's test was used to test for equality of variances. Unequal variances were found for the energy

intake parameters, total kJ and kJ per kg of body weight. Adjusted differences in resting metabolic rate (after controlling for fat-free mass and fat mass) was examined using general linear regression analysis. A Pearson product moment correlation coefficient examined the relationship between variables.

## RESULTS

**Energy intake categorization.** Ninety-four young healthy women were classified into quartiles based on their reported energy intake using a 24-hour dietary recall questionnaire. The first and fourth energy quartiles were retained to categorized small eaters and large eaters. The lower quartile (small eaters,  $n=24$ ) reported a mean energy intake of  $6402 \pm 823$  kJ/day and the higher quartile (large eaters,  $n=24$ ),  $13833 \pm 1463$  kJ/day, as shown in **Table 1**. This table also presents energy intake per kg of body weight and by macronutrients as a percentage of total intake. The small eaters consumed more carbohydrates ( $p < 0.05$ ) as a percentage of their total energy intake than large eaters. By design, total kJ/24h ( $p < 0.05$ ) was lower in small eaters.

**Subject's characteristics.** **Table 2** shows subject's physical characteristics. Groups were similar with respect to birth weight, body weight, BMI, fat mass and supine blood pressure. Small eaters, however, were older, shorter, had lower fat-free mass ( $p < 0.05$ ) and bone mass ( $p < 0.01$ ) than large eaters. We found no differences between groups for the nine measured skinfolds, or for the waist, hip and thigh circumferences (results not shown).

**Blood lipid, insulin sensitivity and hormonal variables.** **Table 3** shows fasting lipids, glucose, insulin, GI and adipose tissue hormones, as well as HOMA values, a proxy measure of insulin sensitivity. Total cholesterol was significantly higher in small eaters ( $p < 0.05$ ). No significant differences between groups were found for HDL-cholesterol, LDL-cholesterol, total cholesterol/HDL-cholesterol ratio, triglycerides, glucose, insulin, HOMA, serum ghrelin or leptin levels. Serum

adiponectin values however, were significantly higher in small eaters than large eaters ( $p < 0.001$ ).

**Figure 1** shows the relationship between serum adiponectin and fat mass ( $r = -0.179$ ;  $p = 0.151$ ). Although the correlation coefficient is non-significant (perhaps due to the moderate sample size), the adiponectin values for large eaters cluster below the regression line, which is suggestive of a lower adiponectin level per kilogram of fat mass in this group.

**Energy expenditure.** **Table 4** shows the components of daily energy expenditure. We found no differences between groups with respect to resting metabolic rate (RMR, absolute or adjusted rates), fasting and postprandial respiratory quotients or oral temperature. The small eaters, however, expended fewer kJ for the thermic effect of food than large eaters ( $p < 0.05$ ). No significant differences between groups were observed for relative  $VO_{2peak}$ , physical activity energy expenditure as measured by the accelerometer (RT3), or for leisure time physical activity level as measured by questionnaire.

**Dietary behaviour.** **Table 5** contains results of the Three Factor Eating Questionnaire. No significant differences were observed between groups for the three dimensions of human eating behavior measured.

## DISCUSSION

The objective of this study was to identify potential metabolic, hormonal and dietary behavior factors that could help understand why young women who report large differences in daily energy intake have similar body weights. To accomplish this objective, we characterized a cohort of women ( $n=48$ ) for body composition, body fat distribution, resting and physical activity energy expenditure, adipose and gastrointestinal hormone profiles and dietary behaviour patterns.

**Metabolic Parameters:** We initially hypothesized that large eaters would have higher levels of resting and physical activity energy expenditure than small eaters. It seemed logical to suggest that the high energy intake could be counter-balanced by higher levels of energy expenditure to maintain energy balance. Our data do not support this hypothesis, as absolute and adjusted (for fat and fat-free mass) resting metabolic rates were not different between groups. These non-significant differences support those of other investigators [4, 6, 7, 97], but are discordant with Clark and colleagues who found a 10% higher resting metabolic rate (adjusted for fat-free mass) in large eaters [8].

We also measured the thermic effect of a meal in large and small eaters. We noted a higher thermic effect of a meal in large eaters than in small eaters, as logically expected. However, if this difference accounts for only 220 additional kJ of daily energy expenditure in large eaters which cannot explain the differences in daily energy intake. Some investigators noted a tendency for large eaters to have a smaller thermic effect [7, 8], whereas other studies showed no differences in thermic effect of a meal [9]. Thus, we suggest that although potential differences in the thermic effect of a meal may vary between large and small eaters, the clinical relevance of these differences in the regulation of body weight is questionable.

It is logical to determine whether differences in physical activity levels could partially account for the wide differences in energy intake between large and small eaters, as this component demonstrates wide variation among individuals. In the absence of the gold standard doubly-labelled water as a measure for energy expenditure, we considered leisure time physical activity (by questionnaire), daily physical activity energy expenditure (3-dimensional accelerometer) and a volitional maximal exercise test to exhaustion ( $VO_{2peak}$ ). None of these measures, however, revealed a systematic difference between groups (Table 4), which is consistent with other investigators' findings [4, 10, 11, 97] and discordant with Clark et al., who found higher levels of energy expenditure in small eaters as determined by the self-reported 5-day physical activity diaries [6-8]. Thus, collectively, the present study

was unable to identify systematic differences in resting or physical activity energy expenditure as potential explanations for wide differences in energy intake despite similar body weight in large and small eaters. In fact, if we added the components of energy expenditure measured in the study (RMR, TEF, and physical activity energy expenditure as measured by the RT3), the estimated energy expenditure would be 8373 kJ and 8971 kJ per day in small and large eaters respectively, a daily difference of expenditure of approximately 600 kJ.

Because low levels of respiratory quotient and high levels of insulin sensitivity have been implicated in the regulation of body weight [107, 108], we determined fasting and postprandial respiratory quotients in the large and small eaters. We found no differences in these parameters and thus, our findings do not support the notion that differences in substrate oxidation and/or differences in insulin sensitivity (i.e., HOMA) may explain the differential regulation of body weight in large and small eaters.

***Adipose and GI Hormones:*** To our knowledge, this is the first study to identify differences in adipocytokines between large and small eaters. This may provide an insight into some of potential intrinsic differences in metabolic efficiency. Our study showed significantly higher levels of serum adiponectin in small eaters, whereas serum leptin and serum ghrelin levels were not different between groups. These findings raise questions regarding the role that adiponectin may play in the maintenance of energy balance. We would suggest that the lower energy intake reported in small eaters could be interpreted by fuel-sensing and signaling mechanisms as a “lower energy flux state”, as these individuals consume fewer calories, but expend similar amounts of energy compared to the large eaters and that it is possible that higher levels of serum adiponectin found in small eaters may be a response to their lower energy state, although this is speculative. In support of this hypothesis however, serum adiponectin has been shown to increase during fasting or in periods of “lower energy flux” [109] and Brichard and collaborators have reported higher circulating adiponectin values in human models of prolonged negative energy

balance [110]. However, those results have been recently contradicted by Imbeault et al., who showed no change in adiponectin concentrations after a 4-day energy restriction in young healthy men (~3350 kJ/day) [111].

Although the signaling pathways that mediate the metabolic effects of adiponectin remain poorly understood, one suggested mechanism is that this lower energy state could activate the AMP-activated protein kinase (AMPK) cascade as a counter-regulatory mechanism in an attempt to preserve energy balance [112]. Recent studies have demonstrated that adiponectin, as well as the globular subunit of adiponectin (g-adiponectin), can affect energy homeostasis and food intake by activating the AMPK cascade in muscle and liver, and g-adiponectin in adipose tissue [113-115]. This could explain, at least in part, the higher levels of adiponectin noted in the small eaters.

***Dietary Behaviour:*** To our knowledge, this is the first study to examine dietary behaviours of small and large eaters. We specifically used the TFEQ to explore potential psychological information regarding levels of hunger, dietary restraint and disinhibition as this tool as demonstrated validity as a measure of cognitive concomitants of eating behavior [96, 100]. Although surprising, our results showed no significant differences in dietary behaviour between groups. We also noted no differences between groups with respect to periodicity of dieting behavior, as opposed to George et al., who found that large eaters consumed more meals or snacks per day than small eaters [11]. Our results do not support the notion that differences in dietary behaviour are involved in differences in energetic efficiency.

***Energy Intake Categorization:*** The use of self-recording of food intake to classify individuals into large and small eaters certainly represents the most significant methodological limitation in this study. In fact, it has generally been recognized by the scientific community that dietary intake assessment tools remain a major weakness for most nutrition studies. It is unclear whether the misreporting of energy intake could misclassify individuals and obscure attempts to understand metabolic

differences between groups. There is some evidence for this assertion as Clark et al. [6] noted a greater level of under-reporting in small eaters (n=6) vs large eaters (n=6), who themselves tended to over-report their habitual intake vs doubly-labelled water. Thus, we cannot exclude the possibility that errors inherent to the use of a 24h food recall in the present study may potentially misclassify large and small eating patterns. In an attempt to better address this issue, we tried to identify the number of under-reporters in our cohort using a tabulated cut-off point under which long-term maintenance of energy balance and survival appear improbable. This cut-off limit (1.35 X basal metabolic rate) [81] was derived from whole-body calorimeter and DLW studies in a wide range of healthy adults. By using this theoretical approach, we found that 45.8% of the small eaters could be characterized as potentially under-reporting whereas none of the large eaters under-reported (results not shown). Black and collaborators' critical evaluation of energy intake data have shown that all dietary assessment methods have a strong bias towards underestimation of habitual energy intake [82]. A possible solution to this problem is to characterize individuals, not on their level of reported intake, but rather based on their daily energy expenditure using DLW (i.e., to detect large and small energy expenditure patterns). If volunteers are weight stable (i.e., in a state of energy balance), the determination of daily energy expenditure then becomes a proxy and more accurate measure of energy intake, and individuals can be more appropriately classified. This type of approach (albeit more expensive and technically demanding) is the "next step" in the understanding of metabolic differences between large and small eaters.

## CONCLUSION

In summary, our results suggest that the variations observed in energy intake between small eaters and large eaters cannot be explained on the basis of individual energy expenditure components or behavioral factors. These results, however, should be interpreted prudently given the possibility of potential errors in energy intake classification. On the other hand, the higher adiponectin levels observed in small eaters may reflect a state of lower energy intake in these individuals and intrinsic differences in adiponectin could further show the importance of this adipose tissue

hormone in the regulation of body weight and energy balance in young healthy females.

**Acknowledgments**

We are thankful to Dr Eric Poehlman, Ph.D. for his outstanding intellectual contribution and appreciate the helpful suggestions of Dr Bryna Shatenstein, Ph.D., P.Dt.

**Table 1: Energy Intake in Female Small Eaters (SE) and Large Eaters (LE)**

Energy Intake	SE		LE		<i>p</i> value
	n = 24		n = 24		
	Mean	± SD	Mean	± SD	
Energy (Total kJ/24h)	6402	823	13833	1463	.023*
Energy (kJ/24h/kg body weight)	114	23	230	37	.072*
Proteins (% total kJ)	16.9	4.9	17.2	6.5	.864
Lipids (% total kJ)	24.8	11.3	30.5	8.4	.057
Carbohydrates (% total kJ)	58.3	10.0	52.3	9.0	.037

\* Levene's test used for equality of variances

**Table 2: Subject Characteristics of Female Small Eaters (SE) and Large Eaters (LE)**

Subject Characteristics	SE		LE		<i>p</i> value
	n = 24		n = 24		
	Mean	± SD	Mean	± SD	
Age (years)	25.9	4.4	22.6	3.2	.004
Height (m)	1.62	0.06	1.66	0.05	.014
Weight (kg) (DXA)	57.72	8.86	61.04	6.67	.150
Birth weight (kg) (n= 23 / 19)	3.06	0.52	3.16	0.50	.504
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	21.83	2.80	22.06	2.22	.754
FFM (kg)	40.25	4.35	43.09	4.27	.027
FM (kg)	15.15	5.54	15.39	5.36	.877
Bone mass (kg)	2.29	0.30	2.55	0.34	.008
% Bone mass	4.00	.35	4.18	0.41	.108
Systolic blood pressure (mmHg) (n= 22 / 23)	104	10	107	10	.297
Diastolic blood pressure (mmHg) (n= 22 / 23)	67	8	68	9	.812

BMI: Body Mass Index; FFM: Fat-Free Mass; FM: Fat-Mass as measured by dual energy x-ray absorptiometry

**Table 3: Blood Lipid, Insulin Sensitivity and Hormonal Parameters in Women Small Eaters (SE) and Large Eaters (LE)**

Blood Lipid, Insulin Sensitivity and Hormonal Parameters	SE		LE		p value
	n = 24		n = 24		
	Mean	± SD	Mean	± SD	
Total Cholesterol (mmol/l)	4.58	0.94	4.02	0.78	.028
HDL-Cholesterol (mmol/l)	1.70	0.38	1.57	0.37	.233
LDL-Cholesterol (mmol/l)	2.49	0.88	2.10	0.61	.078
Total chol. / HDL-cholesterol	2.81	0.80	2.63	0.52	.128*
Triglycerides	0.84	0.40	0.76	0.28	.419
Glucose (mmol/l)	4.74	0.42	4.63	0.34	.327
Insulin (μU/ml)	4.02	2.60	4.68	2.41	.365
HOMA	0.855	0.578	0.975	0.541	.462
Leptin (ng/ml) (n= 19 / 19)	7.43	3.59	7.34	3.03	.932
Ghrelin (pg/ml) (n= 19 / 20)	847.7	293.2	719.4	210.8	.124
Adiponectin (μg/ml) (n= 17 / 18)	12.36	4.22	7.93	2.79	<.001

HOMA: homeostasis model assessment \* Levene's test used for equality of variances

**Table 4: Energy Expenditure in Female Small Eaters (SE) and Large Eaters (LE)**

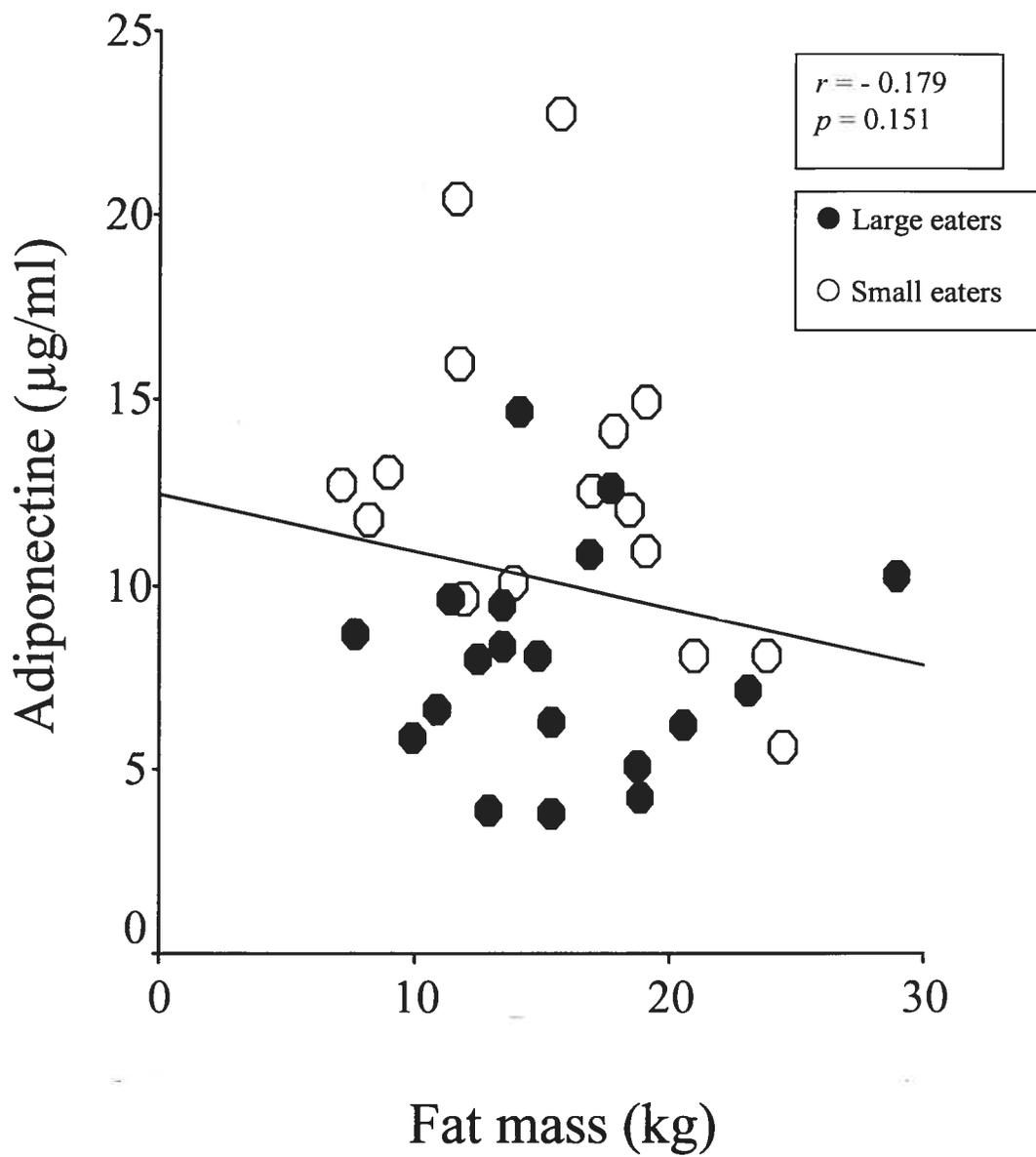
Energy expenditure and substrate oxidation	SE		LE		p value
	n = 24		n = 24		
	Mean	± SD	Mean	± SD	
RMR (kJ/24h)	4804	789	5100	673	.169
RMR adjusted for FFM and FM (kJ/24h)	4901	618	5002	618	.585
Oral temperature (°C)	36.4	0.4	36.4	0.4	.942
Fasting RQ	0.824	0.058	0.830	0.040	.686
TEF (kJ/24h)	958	250	1178	316	.010
Postprandial RQ	0.890	0.032	0.898	0.037	.410
LTA (kJ/24h)	1962	1257	1956	1433	.989
RT3 (kJ/24h) (n= 21 / 23)	2514	750	2791	1108	.343
VO <sub>2</sub> peak (ml O <sub>2</sub> /kg/min)	38.4	6.6	39.3	8.0	.681

RMR : Resting Metabolic Rate ; FFM : Fat-Free Mass ; FM : Fat Mass ; RQ : Respiratory Quotient ; TEF : Thermic Effect of Food ; LTA : Leisure Time physical Activity ; RT3 : tri axial accelerometer.

**Table 5: Dietary Behavior in Female Small Eaters (SE) and Large Eaters (LE) as measured by the Three Factor Eating Questionnaire**

	SE		LE		p value
	n = 24		n = 24		
	Mean	± SD	Mean	± SD	
Dietary restraint	10.5	4.0	8.6	4.6	.130
Disinhibition	5.3	2.9	5.8	3.3	.522
Hunger	4.7	2.7	5.3	3.0	.393

Figure 1



**Figure legend**

**Figure 1.** Relationship between serum adiponectin ( $\mu\text{g/ml}$ ) and fat mass (kg)

## Discussion

Il faut en convenir que l'une des failles principales du monde de la recherche en nutrition se situe au niveau des méthodes de mesure de la consommation alimentaire, et que celle-ci peut influencer les résultats de tout types d'études, allant de l'épidémiologie aux évaluations et interventions cliniques, compromettant ainsi l'accès à une meilleure compréhension des liens entre la nutrition et la santé. Le problème de la sous-estimation de la consommation alimentaire par les participants aux différents projets de recherche, et que l'on retrouve également dans l'article original de Henry et al. inclut dans ce mémoire, fait en sorte d'obscurcir les résultats et de rendre plus difficile l'atteinte d'une conclusion déterminante. Le problème de la sous-estimation a été mis en lumière par la technique de l'eau doublement marquée et peut toucher, selon certains auteurs, 10-50% des études [69].

Le phénomène des gros et petits mangeurs n'échappe pas à cette problématique. La classification de ces individus relève des méthodes de mesure de la consommation alimentaire et il peut en résulter une mauvaise catégorisation, invalidant le reste de l'enquête. Il faut cependant noter que parmi toutes les études s'étant intéressé au concept des gros et petits mangeurs, et parmi toute la gamme de méthodes utilisées afin de quantifier l'apport alimentaire des sujets, une observation est commune à toutes : les gros mangeurs rapportent toujours près du double de la consommation alimentaire des petits mangeurs.

Dans l'article de Henry et al. cependant, il pourrait être intéressant de soulever qu'en dépit des estimations selon lesquelles plus de 45% des petits mangeurs auraient sous-estimé leur apport alimentaire selon les critères de Goldberg et al. [81], le fait demeure que les niveaux sériques d'adiponectine sont significativement plus élevés chez les petits mangeurs à  $p < 0.001$ . Aucune autre des deux hormones mesurées (ghrelina et leptine) n'était différente entre les groupes. Est-ce là une simple coïncidence ou un indicateur d'une catégorisation potable? Autre mention : malgré que Clark et son équipe aient démontré une tendance générale à la sous-estimation

dans les différents types d'études de nutrition employant un questionnaire alimentaire [82], il faut dire que la cohorte de l'étude de Henry et al. comportait des sujets de poids normal et en santé, moins enclines donc que les femmes obèses à sous-estimer leur apport énergétique [74] alors qu'une autre étude démontrait une concordance entre les apports rapportés par des sujets de poids normal et leur dépense énergétique telle que déterminée par l'EDM [17].

Néanmoins, afin de pouvoir vérifier concrètement des hypothèses comme celle des gros et petits mangeurs et les liens entourant la nutrition et la santé, il faudra d'abord avoir en mains les outils adéquats permettant l'achèvement de ces objectifs. Il s'agit là d'une partie de la recherche en nutrition cruciale à l'avancement des connaissances, et qui pourraient être déterminante d'un point de vue de santé internationale; mais elle est aussi l'une des plus complexes étant donné les nombreux facteurs subjectifs entrant en ligne de compte. C'est pour cette raison que des études cognitives s'intéressent aujourd'hui de plus en plus aux facteurs psychologiques et sociologiques pouvant influencer la perception des questionnaires alimentaires par les sujets [75]. Les résultats de ces études permettront d'intégrer des modifications aux structures et aux modes d'administration des méthodes de mesure de la consommation alimentaire [116].

En tant que marqueur biologique de l'apport énergétique, la technique de l'eau doublement marquée s'avère actuellement un outil de recherche indispensable en nutrition, particulièrement dû à sa grande précision, mais également en raison des services qu'elle rend aux chercheurs et penseurs des méthodes de mesure de la consommation alimentaire.

La prochaine étape logique dans la poursuite de l'investigation sur les gros et petits mangeurs serait de catégoriser ces individus, non pas sur la base de leur apport énergétique rapporté, mais plutôt sur la base de leur dépense énergétique quotidienne moyenne, calculée sur une longue période de temps (par exemple 28 jours) à partir de la technologie de l'EDM.

## Conclusion

La question de ce mémoire portant sur le concept des gros et petits mangeurs était de savoir si, comme les nombreuses anecdotes le laissent présager, il existe vraiment dans nos sociétés des individus dotés d'un métabolisme énergétique plus efficace. Il s'agit d'un phénomène relativement vieux et simpliste en apparence, mais auquel il est bien difficile de répondre.

Une recension de la littérature aura permis de constater à quel point les résultats des articles scientifiques publiés sur le sujet sont pour la plupart insignifiants et mitigés. La clé ne semble pas résider pas au niveau des différentes composantes de la dépense énergétique totale (voir figure 3, p. 3). En effet, les résultats relatifs aux métabolismes de base, à la thermogénèse alimentaire et aux niveaux d'activité physique des études sur les gros et petits mangeurs se contredisent et sont incohérents. Certains auteurs ont évoqué comme explication possible une différence dans la dépense énergétique entre les individus lors de la pratique d'activités similaires; ou encore la présence accrue de cycles futiles et énergivores. D'autres parlent de la fréquence des repas ou de différences potentielles au niveau de l'absorption ou de la composition des nutriments; des chercheurs ont quant à eux soulevé certaines particularités et fonctions des cellules du tissu adipeux pouvant jouer un rôle dans le contrôle de la balance énergétique. Tous ont cependant relevé la problématique de la méthodologie de la mesure de l'apport énergétique dans leur étude respective.

Clark et al. ont su bien mettre à profit cette technologie dans leur étude sur les gros et petits mangeurs [6]; ils ont non seulement clairement démontré l'invalidité relative de l'outil employé comme méthode de mesure de la consommation alimentaire, mais également nié l'existence de femmes de poids normal plus efficaces métaboliquement. L'affaire semblait close.

Il est possible que ce soit face aux conclusions tirées de cet article que les chercheurs aient perdu de l'intérêt envers le phénomène des gros et petits mangeurs pendant les dix années qui suivirent. Il serait souhaitable que l'article récent de Henry et al., puisse relancer la question puisqu'il s'agit de la toute première étude ayant démontré la présence d'une hormone sécrétée par le tissu adipeux, l'adiponectine, en concentrations sériques significativement plus élevées chez les petits mangeurs. Il est reconnu que cette hormone est impliquée dans l'homéostasie énergétique et dans le contrôle du poids chez l'humain, même si les mécanismes restent à élucider.

Si effectivement des individus sont métaboliquement plus efficaces, il importe de savoir ce qui les caractérise. Une meilleure compréhension du phénomène des gros et petits mangeurs, s'il existe vraiment, pourrait élargir la voie de la recherche dans le monde de la nutrition, du métabolisme et de l'obésité, et aider la population et les gouvernements à vaincre les fléaux de l'obésité et du diabète.

Enfin, il est primordial pour la recherche future en nutrition de justifier adéquatement auprès des bailleurs de fonds et des gouvernements les besoins d'améliorer les méthodes de mesure de la consommation alimentaire. Ce n'est que lorsque ces outils seront mieux adaptés qu'une meilleure compréhension des tous les aspects de la nutrition sera possible.

## Bibliographies

1. Tremblay, M.S., P.T. Katzmarzyk, and J.D. Willms, *Temporal trends in overweight and obesity in Canada, 1981-1996*. Int J Obes Relat Metab Disord, 2002. **26**(4): p. 538-43.
2. Flegal, K.M., et al., *Prevalence and trends in obesity among US adults, 1999-2000*. Jama, 2002. **288**(14): p. 1723-7.
3. Mokdad, A.H., et al., *Prevalence of obesity, diabetes, and obesity-related health risk factors, 2001*. Jama, 2003. **289**(1): p. 76-9.
4. Rose, G.A. and R.T. Williams, *Metabolic studies on large and small eaters*. Br J Nutr, 1961. **15**: p. 1-9.
5. Miller, D.S. and S. Parsonage, *Resistance to slimming: adaptation or illusion?* Lancet, 1975. **1**(7910): p. 773-5.
6. Clark, D., et al., *Energy metabolism in free-living, 'large-eating' and 'small-eating' women: studies using 2H2(18)O*. Br J Nutr, 1994. **72**(1): p. 21-31.
7. Clark, D., et al., *No major differences in energy metabolism between matched and unmatched groups of 'large-eating' and 'small-eating' men*. Br J Nutr, 1993. **70**(2): p. 393-406.
8. Clark, D., et al., *Differences in energy metabolism between normal weight 'large-eating' and 'small-eating' women*. Br J Nutr, 1992. **68**(1): p. 31-44.
9. Clark, D.G., et al., *Differences in substrate metabolism between self-perceived 'large-eating' and 'small-eating' women*. Int J Obes Relat Metab Disord, 1995. **19**(4): p. 245-52.
10. George, V., et al., *Evidence for the existence of small eaters and large eaters of similar fat-free mass and activity level*. Int J Obes, 1989. **13**(1): p. 43-53.
11. George, V., et al., *Further evidence for the presence of "small eaters" and "large eaters" among women*. Am J Clin Nutr, 1991. **53**(2): p. 425-9.
12. Byers, T., *Food frequency dietary assessment: how bad is good enough?* Am J Epidemiol, 2001. **154**(12): p. 1087-8.
13. Keen, H. and G.A. Rose, *Diet and arterial disease in a population sample*. Br Med J, 1958. **30**(5086): p. 1508-11.
14. Booyens, J. and R.A. McCance, *Individual variations in expenditure of energy*. Lancet, 1957. **272**(6962): p. 225-9.

15. Passmore, R. and J.V. Durnin, *Human energy expenditure*. *Physiol Rev*, 1955. **35**(4): p. 801-40.
16. Durnin, J.V. and J. Womersley, *Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years*. *Br J Nutr*, 1974. **32**(1): p. 77-97.
17. Prentice, A.M., et al., *High levels of energy expenditure in obese women*. *Br Med J (Clin Res Ed)*, 1986. **292**(6526): p. 983-7.
18. Marr, J.W. and J.A. Heady, *Within- and between-person variation in dietary surveys: number of days needed to classify individuals*. *Hum Nutr Appl Nutr*, 1986. **40**(5): p. 347-64.
19. Edholm, O.G., et al., *The energy expenditure and food intake of individual men*. *Br J Nutr*, 1955. **9**(3): p. 286-300.
20. Brault-Dubuc, M., et al., *Valeur Nutritive des Aliments*. Centre de recherche sur la croissance humaine, 1978.
21. Weiner, J.S., Lourie, J.A., *Human Biology: a Guide to Field Methods*. 1969: Oxford: Blacwell Scientific.
22. Bouchard, C., et al., *Body composition in adopted and biological siblings*. *Hum Biol*, 1985. **57**(1): p. 61-75.
23. Siri, W.E., *The gross composition of the body*. *Adv Biol Med Phys*, 1956. **4**: p. 239-80.
24. Bouchard, C., et al., *A method to assess energy expenditure in children and adults*. *Am J Clin Nutr*, 1983. **37**(3): p. 461-7.
25. Morgan, J.B., et al., *A study of the thermic responses to a meal and to a sympathomimetic drug (ephedrine) in relation to energy balance in man*. *Br J Nutr*, 1982. **47**(1): p. 21-32.
26. Rolland-Cachera, M.F. and F. Bellisle, *No correlation between adiposity and food intake: why are working class children fatter?* *Am J Clin Nutr*, 1986. **44**(6): p. 779-87.
27. Bogardus, C., et al., *Familial dependence of the resting metabolic rate*. *N Engl J Med*, 1986. **315**(2): p. 96-100.
28. Ravussin, E., et al., *Determinants of 24-hour energy expenditure in man. Methods and results using a respiratory chamber*. *J Clin Invest*, 1986. **78**(6): p. 1568-78.

29. Nair, K.S., D. Halliday, and J.S. Garrow, *Thermic response to isoenergetic protein, carbohydrate or fat meals in lean and obese subjects*. Clin Sci (Lond), 1983. **65**(3): p. 307-12.
30. Bradfield, R.B. and M.H. Jourdan, *Relative importance of specific dynamic action in weight-reduction diets*. Lancet, 1973. **2**(7830): p. 640-3.
31. Macnair, A.L., *Burning off unwanted energy*. Lancet, 1979. **2**(8155): p. 1300.
32. Newsholme, E.A., *Sounding Board. A possible metabolic basis for the control of body weight*. N Engl J Med, 1980. **302**(7): p. 400-5.
33. Katz, J. and R. Rognstad, *Futile cycles in the metabolism of glucose*. Curr Top Cell Regul, 1976. **10**: p. 237-89.
34. Bjorntorp, P., *Editorial: Renaissance of a new frontier in obesity research*. Acta Med Scand, 1974. **196**(3): p. 145-6.
35. Poehlman, E.T., et al., *Genotype dependency of the thermic effect of a meal and associated hormonal changes following short-term overfeeding*. Metabolism, 1986. **35**(1): p. 30-6.
36. Lohman TG, R.A., Martorell R, *Anthropometric standardization reference manual*. Human Kinetics ed. 1988, Champaign.
37. de Bont, A.J., et al., *Influence of alterations in meal frequency on lipogenesis and body fat content in the rat*. Proc Soc Exp Biol Med, 1975. **149**(4): p. 849-54.
38. Leveille, G.A. and E.K. O'Hea, *Influence of periodicity of eating on energy metabolism in the rat*. J Nutr, 1967. **93**(4): p. 541-5.
39. Leveille, G.A., *Influence of dietary fat and protein on metabolic and enzymatic activities in adipose tissue of meal-fed rats*. J Nutr, 1967. **91**(1): p. 25-34.
40. Hejda, S. and P. F'Abry, *Frequency of Food Intake in Relation to Some Parameters of the Nutritional Status*. Nutr Dieta Eur Rev Nutr Diet, 1964. **64**: p. 216-28.
41. Metzner, H.L., et al., *The relationship between frequency of eating and adiposity in adult men and women in the Tecumseh Community Health Study*. Am J Clin Nutr, 1977. **30**(5): p. 712-5.
42. Nelson, M., et al., *Between- and within-subject variation in nutrient intake from infancy to old age: estimating the number of days required to rank dietary intakes with desired precision*. Am J Clin Nutr, 1989. **50**(1): p. 155-67.

43. Hankin, J.H., H.B. Messinger, and R.A. Stallones, *A short dietary method for epidemiologic studies. IV. Evaluation of questionnaire*. Am J Epidemiol, 1970. **91**(6): p. 562-7.
44. St Jeor, S.T., H.A. Guthrie, and M.B. Jones, *Variability in nutrient intake in a 28-day period*. J Am Diet Assoc, 1983. **83**(2): p. 155-62.
45. Adelson, S.F., *Some problems in collecting dietary data from individuals*. J Am Diet Assoc, 1960. **36**: p. 453-61.
46. Edholm, O.G., et al., *Food intake and energy expenditure of army recruits*. Br J Nutr, 1970. **24**(4): p. 1091-107.
47. Garby, L., O. Lammert, and E. Nielsen, *Energy expenditure over 24 hours on low physical activity programmes in human subjects*. Hum Nutr Clin Nutr, 1986. **40**(2): p. 141-50.
48. Haisman, M.F., *Energy expenditure of soldiers in a warm humid climate*. Br J Nutr, 1972. **27**(2): p. 375-81.
49. Baghurst, K.I., Baghurst, P.A., *The Measurement of Usual dietary intake in individuals and groups*. Transactions of the Menzies Foundation, 1981. **3**: p. 139-160.
50. McCance, R.A., Widdowson, E.M., *The Composition of Foods*. 4th ed. 1978, London: H.M. Stationary Office.
51. McArdle, W.D., Katch, F.I., Katch, V.L., *Exercise Physiology: Energy, Nutrition and Human Performance*. 1986, Lea & Febiger: Philadelphia.
52. Haldane, J.S., *Methods of Air Analysis*. 1912, London: Charles Griffin.
53. Goldman, R.F., Buskirk, E.R., *Body Volume Measurement by Underwater Weighing: Description of a Method*, in *Techniques for Measuring Body Composition*, J. Brozek, Henschel, A., Editor. 1961, National Academy of Sciences National Research Council: Washington. p. 78-89.
54. Isaksson, B., *Urinary nitrogen output as a validity test in dietary surveys*. Am J Clin Nutr, 1980. **33**(1): p. 4-5.
55. Rothwell, N.J., M.E. Saville, and M.J. Stock, *Factors influencing the acute effect of food on oxygen consumption in the rat*. Int J Obes, 1982. **6**(1): p. 53-9.
56. Dore, C., et al., *Prediction of energy requirements of obese patients after massive weight loss*. Hum Nutr Clin Nutr, 1982. **36C**(1): p. 41-8.

57. Miller, D.S., P. Mumford, and M.J. Stock, *Gluttony. 2. Thermogenesis in overeating man*. Am J Clin Nutr, 1967. **20**(11): p. 1223-9.
58. Clark, M.G., et al., *Estimation of the fructose 1,6-diphosphatase-phosphofructokinase substrate cycle and its relationship to gluconeogenesis in rat liver in vivo*. J Biol Chem, 1974. **249**(1): p. 279-90.
59. Schoeller, D.A., et al., *Validation of saliva sampling for total body water determination by H<sub>2</sub> 18O dilution*. Am J Clin Nutr, 1982. **35**(3): p. 591-4.
60. Schoeller, D.A., et al., *Energy expenditure by doubly labeled water: validation in humans and proposed calculation*. Am J Physiol, 1986. **250**(5 Pt 2): p. R823-30.
61. Black, A.E., A.M. Prentice, and W.A. Coward, *Use of food quotients to predict respiratory quotients for the doubly-labelled water method of measuring energy expenditure*. Hum Nutr Clin Nutr, 1986. **40**(5): p. 381-91.
62. Shatenstein, B., *Notes de cours*. Enquête par sondage, Université de Montréal, 2003.
63. Drewnowski, A., *Diet image: a new perspective on the food-frequency questionnaire*. Nutr Rev, 2001. **59**(11): p. 370-2.
64. Basiotis, P.P., et al., *Number of days of food intake records required to estimate individual and group nutrient intakes with defined confidence*. J Nutr, 1987. **117**(9): p. 1638-41.
65. Schoeller, D.A., *How accurate is self-reported dietary energy intake?* Nutr Rev, 1990. **48**(10): p. 373-9.
66. Bandini, L.G., et al., *Validity of reported energy intake in obese and nonobese adolescents*. Am J Clin Nutr, 1990. **52**(3): p. 421-5.
67. Schoeller, D.A., *Limitations in the assessment of dietary energy intake by self-report*. Metabolism, 1995. **44**(2 Suppl 2): p. 18-22.
68. Black, A.E., et al., *Measurements of total energy expenditure provide insights into the validity of dietary measurements of energy intake*. J Am Diet Assoc, 1993. **93**(5): p. 572-9.
69. McCrory, M.A., C.L. Hajduk, and S.B. Roberts, *Procedures for screening out inaccurate reports of dietary energy intake*. Public Health Nutr, 2002. **5**(6A): p. 873-82.
70. Guthrie, H.A., *Selection and quantification of typical food portions by young adults*. J Am Diet Assoc, 1984. **84**(12): p. 1440-4.

71. Lansky, D. and K.D. Brownell, *Estimates of food quantity and calories: errors in self-report among obese patients*. Am J Clin Nutr, 1982. **35**(4): p. 727-32.
72. Mullen, B.J., et al., *Validity of a food frequency questionnaire for the determination of individual food intake*. Am J Clin Nutr, 1984. **39**(1): p. 136-43.
73. Johnson, R.K., *What are people really eating and why does it matter?* Nutrition Today, 2000. **35**(2): p. 40-46.
74. Lichtman, S.W., et al., *Discrepancy between self-reported and actual caloric intake and exercise in obese subjects*. N Engl J Med, 1992. **327**(27): p. 1893-8.
75. Taren, D.L., et al., *The association of energy intake bias with psychological scores of women*. Eur J Clin Nutr, 1999. **53**(7): p. 570-8.
76. Johnson, R.K., R.P. Soultanakis, and D.E. Matthews, *Literacy and body fatness are associated with underreporting of energy intake in US low-income women using the multiple-pass 24-hour recall: a doubly labeled water study*. J Am Diet Assoc, 1998. **98**(10): p. 1136-40.
77. Briefel, R.R., et al., *Dietary methods research in the third National Health and Nutrition Examination Survey: underreporting of energy intake*. Am J Clin Nutr, 1997. **65**(4 Suppl): p. 1203S-1209S.
78. Price, G.M., et al., *Characteristics of the low-energy reporters in a longitudinal national dietary survey*. Br J Nutr, 1997. **77**(6): p. 833-51.
79. Pryer, J.A., et al., *Who are the 'low energy reporters' in the dietary and nutritional survey of British adults?* Int J Epidemiol, 1997. **26**(1): p. 146-54.
80. Livingstone, M.B., et al., *Validation of estimates of energy intake by weighed dietary record and diet history in children and adolescents*. Am J Clin Nutr, 1992. **56**(1): p. 29-35.
81. Goldberg, G.R., et al., *Critical evaluation of energy intake data using fundamental principles of energy physiology: 1. Derivation of cut-off limits to identify under-recording*. Eur J Clin Nutr, 1991. **45**(12): p. 569-81.
82. Black, A.E., et al., *Critical evaluation of energy intake data using fundamental principles of energy physiology: 2. Evaluating the results of published surveys*. Eur J Clin Nutr, 1991. **45**(12): p. 583-99.
83. Bingham, S.A., et al., *Validation of weighed records and other methods of dietary assessment using the 24 h urine nitrogen technique and other biological markers*. Br J Nutr, 1995. **73**(4): p. 531-50.

84. Zock, P.L., et al., *Fatty acids in serum cholesteryl esters as quantitative biomarkers of dietary intake in humans*. Am J Epidemiol, 1997. **145**(12): p. 1114-22.
85. Pierce, J.P., et al., *Feasibility of a randomized trial of a high-vegetable diet to prevent breast cancer recurrence*. Nutr Cancer, 1997. **28**(3): p. 282-8.
86. Conus, F., et al., *Metabolic and behavioral characteristics of metabolically obese but normal-weight women*. J Clin Endocrinol Metab, 2004. **89**(10): p. 5013-20.
87. Havel, P.J., *Peripheral signals conveying metabolic information to the brain: short-term and long-term regulation of food intake and energy homeostasis*. Exp Biol Med (Maywood), 2001. **226**(11): p. 963-77.
88. Havel, P.J., *Control of energy homeostasis and insulin action by adipocyte hormones: leptin, acylation stimulating protein, and adiponectin*. Curr Opin Lipidol, 2002. **13**(1): p. 51-9.
89. Horvath, T.L., et al., *Minireview: ghrelin and the regulation of energy balance--a hypothalamic perspective*. Endocrinology, 2001. **142**(10): p. 4163-9.
90. Yeomans, M.R., *Effects of alcohol on food and energy intake in human subjects: evidence for passive and active over-consumption of energy*. Br J Nutr, 2004. **92 Suppl 1**: p. S31-4.
91. Bergmann, M.M. and H. Boeing, *Behavioral changes in observational and intervention studies*. J Nutr, 2002. **132**(11 Suppl): p. 3530S-3533S.
92. de Castro, J.M., *Eating behavior: lessons from the real world of humans*. Nutrition, 2000. **16**(10): p. 800-13.
93. Cowley, M.A., et al., *The distribution and mechanism of action of ghrelin in the CNS demonstrates a novel hypothalamic circuit regulating energy homeostasis*. Neuron, 2003. **37**(4): p. 649-61.
94. Horvath, T.L., S. Diano, and M. Tschop, *Ghrelin in hypothalamic regulation of energy balance*. Curr Top Med Chem, 2003. **3**(8): p. 921-7.
95. Klaus, S., *Adipose tissue as a regulator of energy balance*. Curr Drug Targets, 2004. **5**(3): p. 241-50.
96. Stunkard, A.J. and S. Messick, *The three-factor eating questionnaire to measure dietary restraint, disinhibition and hunger*. J Psychosom Res, 1985. **29**(1): p. 71-83.

97. McNeill, G., et al., *Energy expenditure in large and small eaters*. Nutrition Research, 1989. **9**: p. 363-372.
98. Friedewald, W.T., R.I. Levy, and D.S. Fredrickson, *Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge*. Clin Chem, 1972. **18**(6): p. 499-502.
99. Matthews, D.R., et al., *Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man*. Diabetologia, 1985. **28**(7): p. 412-9.
100. Laessle, R.G., et al., *A comparison of the validity of three scales for the assessment of dietary restraint*. J Abnorm Psychol, 1989. **98**(4): p. 504-7.
101. Taylor, H.L., et al., *A questionnaire for the assessment of leisure time physical activities*. J Chronic Dis, 1978. **31**(12): p. 741-55.
102. Folsom, A.R., et al., *Test-retest reliability of the Minnesota Leisure Time Physical Activity Questionnaire*. J Chronic Dis, 1986. **39**(7): p. 505-11.
103. Conway, J.M., M.L. Irwin, and B.E. Ainsworth, *Estimating energy expenditure from the Minnesota Leisure Time Physical Activity and Tecumseh Occupational Activity questionnaires - a doubly labeled water validation*. J Clin Epidemiol, 2002. **55**(4): p. 392-9.
104. Ainsworth, B.E., et al., *Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities*. Med Sci Sports Exerc, 2000. **32**(9 Suppl): p. S498-504.
105. Rowlands, A.V., et al., *Validation of the RT3 triaxial accelerometer for the assessment of physical activity*. Med Sci Sports Exerc, 2004. **36**(3): p. 518-24.
106. Powell, S.M. and A.V. Rowlands, *Intermonitor variability of the RT3 accelerometer during typical physical activities*. Med Sci Sports Exerc, 2004. **36**(2): p. 324-30.
107. Zurlo, F., et al., *Low ratio of fat to carbohydrate oxidation as predictor of weight gain: study of 24-h RQ*. Am J Physiol, 1990. **259**(5 Pt 1): p. E650-7.
108. Swinburn, B.A., et al., *Insulin resistance associated with lower rates of weight gain in Pima Indians*. J Clin Invest, 1991. **88**(1): p. 168-73.
109. Hardie, D.G., *Minireview: the AMP-activated protein kinase cascade: the key sensor of cellular energy status*. Endocrinology, 2003. **144**(12): p. 5179-83.
110. Brichard, S.M., M.L. Delporte, and M. Lambert, *Adipocytokines in anorexia nervosa: a review focusing on leptin and adiponectin*. Horm Metab Res, 2003. **35**(6): p. 337-42.

111. Imbeault, P., et al., *Unchanged fasting and postprandial adiponectin levels following a 4-day caloric restriction in young healthy men*. Clin Endocrinol (Oxf), 2004. **60**(4): p. 429-33.
112. Mora, S. and J.E. Pessin, *An adipocentric view of signaling and intracellular trafficking*. Diabetes Metab Res Rev, 2002. **18**(5): p. 345-56.
113. Yamauchi, T., et al., *Adiponectin stimulates glucose utilization and fatty-acid oxidation by activating AMP-activated protein kinase*. Nat Med, 2002. **8**(11): p. 1288-95.
114. Tomas, E., et al., *Enhanced muscle fat oxidation and glucose transport by ACRP30 globular domain: acetyl-CoA carboxylase inhibition and AMP-activated protein kinase activation*. Proc Natl Acad Sci U S A, 2002. **99**(25): p. 16309-13.
115. Wu, X., et al., *Involvement of AMP-activated protein kinase in glucose uptake stimulated by the globular domain of adiponectin in primary rat adipocytes*. Diabetes, 2003. **52**(6): p. 1355-63.
116. Taren, D., et al., *Dietary assessment methods: where do we go from here?* Public Health Nutr, 2002. **5**(6A): p. 1001-3.

## Annexe I

### DÉCLARATION DES COAUTEURS D'UN ARTICLE

#### Identification de l'étudiant et du programme

Jean-François Henry,  
Maîtrise en nutrition (M.Sc.)

#### Description de l'article

Titre: *Metabolic and Behavioural Characteristics of Large and Small Eaters*

Coauteurs: Jean-François Henry, D.C., Florence Conus, M.Sc., Antony Karelis, Ph.D., David St-Pierre, M.Sc., Andréanne Tremblay-Lebeau, P.Dt. et Rémi Rabasa-Lhoret, M.D.

Soumis pour publication: Journal of the American College of Nutrition, en attente d'une décision.

#### Déclaration de tous les coauteurs autres que l'étudiant

À titre de coauteur de l'article identifié ci-dessus, je suis d'accord pour que Jean-François Henry inclue cet article dans son mémoire de maîtrise qui a pour titre : Le phénomène des gros et petits mangeurs : existe-t-il vraiment des individus dotés d'un métabolisme énergétique plus efficace ?

Florence Conus

Antony Karelis

David St-Pierre

Andréanne Tremblay-Lebeau

Rémi Rabasa-Lhorêt

Coauteurs

Signatures

Dates

7/1/05

7/01/05

Annexe I

DÉCLARATION DES COAUTEURS D'UN ARTICLE

Identification de l'étudiant et du programme

Jean-François Henry,
Maîtrise en nutrition (M.Sc.)

Description de l'article

Titre: Metabolic and Behavioural Characteristics of Large and Small Eaters

Coauteurs: Jean-François Henry, D.C., Florence Conus, M.Sc., Antony Karelis, Ph.D., David St-Pierre, M.Sc., Andréanne Tremblay-Lebeau, P.Dt. et Rémi Rabasa-Lhoret, M.D.

Soumis pour publication: Journal of the American College of Nutrition, en attente d'une decision.

Déclaration de tous les coauteurs autres que l'étudiant

À titre de coauteur de l'article identifié ci-dessus, je suis d'accord pour que Jean-François Henry inclue cet article dans son mémoire de maîtrise qui a pour titre : Le phénomène des gros et petits mangeurs : existe-t-il vraiment des individus dotés d'un métabolisme énergétique plus efficace ?

Florence Conus [signature line]

Antony Karelis [signature line] Jan 5, 2005

David St-Pierre [signature line]

Andréanne Tremblay-Lebeau [signature line]

Rémi Rabasa-Lhorêt [signature line] Jan 5 2005

Coauteurs [signature line] Dates

Je, soussigné Florence Conus, accepte que Jean-François Henry utilise l'article suivant pour son mémoire de maîtrise de recherche en nutrition :

*Metabolic and Behavioural Characteristics of Large and Small Eaters*

Jean-François Henry, D.C., Florence Conus, M.Sc., Antony Karelis, Ph.D., David St-Pierre, M.Sc., Andréanne Tremblay-Lebeau, P.Dt. and Rémi Rabasa-Lhoret, M.D.

Montréal, le 22 décembre 2004

Florence Conus

A large black rectangular redaction box covering the signature of Florence Conus.

22 décembre 2004

