

2m11. 3173.4

Université de Montréal

***Impact de l'âge et du sexe sur le quotient respiratoire à jeun***

Par

Maxime St-Onge

**Département de nutrition**

**Faculté de médecine**

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

En ce 5 janvier 2004



© Maxime St-Onge, 2004

QU

145

U58

2004

V.009

## 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.

# IDENTIFICATION DU JURY

Université de Montréal

Faculté des études supérieures

Ce mémoire intitulé:

*L'impact de l'âge et du sexe sur le quotient respiratoire à jeun*

Présenté par :

**Maxime St-Onge**

À été évalué(e) par un jury composé des personnes suivantes :

Dr Hélène Delisle  
Président-rapporteur

Dr Eric T. Poehlman  
Directeur de recherche

Dr Émile Lévy  
Membre du jury

## RÉSUMÉ

Titre : IMPACT DE L'ÂGE ET DU SEXE SUR LE QUOTIENT RESPIRATOIRE

Des études antérieures ont impliqué le quotient respiratoire comme étant un facteur métabolique variable influençant la composition corporelle. Nous avons examiné la relation entre l'âge, le sexe et le quotient respiratoire à jeun (QR).

Méthodes : 278 hommes (IMC :  $25,0 \pm 4$  kg/m<sup>2</sup>) et 420 femmes (IMC :  $24,3 \pm 4,7$  kg/m<sup>2</sup>) couvrant une étendue d'âge de 17 à 88 ans. Mesures : Le QR à jeun a été mesuré par calorimétrie indirecte; la composition corporelle par pesée hydrostatique (PH) et par DXA; et la capacité aérobie par un test maximal progressif direct. Les apports nutritionnels furent estimés par des rappels alimentaires de 3 jours. Résultats: Nous avons trouvé une faible relation entre l'âge et le QR ( $r = 0,07$  ;  $p=0,032$ ). Nous avons également remarqué que le QR était significativement plus élevé ( $p < 0,001$ ) chez les femmes ( $0,834 \pm 0,04$ ) que chez les hommes ( $0,811 \pm 0,04$ ). Nous avons remarqué de modestes relations entre le QR et la masse maigre ( $r = -0,278$ ;  $p < 0,001$ ), le pourcentage de masse grasse ( $r = 0,277$   $p < 0,001$ ), la capacité aérobie maximale ( $r = -0,243$ ;  $p < 0,001$ ) et la masse grasse ( $r = 0,153$ ;  $p < 0,001$ ). Après ajustement pour la masse maigre, il ne persistait aucune association entre le sexe et le QR. Aucune autre variable n'a pu diminuer de façon significative la différence associée au sexe. Conclusion : Nos résultats suggèrent une capacité d'oxydation des lipides moins importante chez les personnes plus âgées et chez les femmes, partiellement causée par une quantité inférieure de masse maigre.

Mots-clés : quotient respiratoire, composition corporelle, masse maigre, DXA, calorimétrie indirecte, sexe

## Summary

**Title :** Impact of sex and age on fasting respiratory quotient

**Objectives:** Previous studies have implicated the respiratory quotient as one metabolic variable involved in the regulation of body weight, although these results remain controversial. To address this issue, we examined the relation between age, sex and fasting respiratory quotient in a relatively large cohort of men and women spanning a wide age range.

**Methods:** Six hundred and seventy eight men (n=278) and women (n=420) with a BMI of  $25.0 \pm 4$  kg/m<sup>2</sup> and  $24.3 \pm 4.7$  and an age range of ( 17 to 88) were examined in this study.

**Measurements:** Fasting respiratory quotient was measured by indirect calorimetry; body composition by underwater weighing and dual energy x-ray absorptiometry; and peak VO<sub>2</sub> by a test to volitional exhaustion. An equation was used to standardize the results for body composition between the two methods. Energy and macronutrient intake were estimated from 3-day food diaries.

**Results:** We found a weak significant relation between age and respiratory quotient ( $r = 0.07$  ;  $p < 0.032$ ). On the other hand, fasting respiratory quotient was significantly higher ( $P < 0.001$ ) in women ( $0.834 \pm 0.04$ ) than men ( $0.811 \pm 0.04$ ). We noted significant but modest relations between respiratory quotient and fat-free mass ( $r = -0.278$ ;  $P < 0.001$ ); body fat percentage (  $r = 0.277$ ;  $p < 0.001$ ); peak VO<sub>2</sub> ( $r = -0.243$ ;  $P < 0.001$ ); and fat mass ( $r = 0.153$ ;  $P = 0.001$ ). After adjustment for fat-free mass, no significant sex effect was noted in fasting respiratory quotient

between men and women. No other variable tested significantly diminished the sex-related difference in respiratory quotient.

Conclusion: Our results suggest a sex dimorphism in fasting respiratory quotient with women showing a lower capacity for fasting fat oxidation than men. This may be partially due to their lower quantity of fat-free mass. On the other hand, no meaningful relation between age and respiratory quotient was noted in men or women when analyse separately. If fat intake is not reduced accordingly, a lower capacity for fat oxidation may predispose women to a greater tendency for fat accumulation than men.

Key words: respiratory quotient, body composition, fat-free mass, DXA, indirect calorimetry, sex

## Table des matières

RÉSUMÉ .....	I
Summary .....	II
Liste des tableaux.....	VI
Liste des figures.....	VII
Liste des sigles et abréviations.....	VIII
Remerciements.....	X
1. Chapitre I .....	1
1.1 Introduction .....	1
2. Chapitre II .....	2
2.1 Revue de littérature.....	2
2.1.1 Hypothèses, variables et justification.....	2
2.1.1.1 L'âge réduit la capacité d'oxydation des substrats .....	2
2.1.1.2 Les femmes présentent une capacité moins importante d'oxydation des lipides au repos.....	5
3. Chapitre III .....	9
3.1 Méthodes .....	9
3.1.1 Sujets et recrutement.....	9
3.1.2 Calorimétrie .....	10
3.1.3 Capacité aérobie.....	15
3.1.4 Composition corporelle.....	16
3.1.5 Questionnaire d'activité physique .....	21
3.1.6 Journal alimentaire de 3 jours.....	23
4. Chapitre IV.....	25
4.1 Article.....	25



Abstract .....	26
Introduction .....	28
Methods.....	29
Results.....	31
Discussion .....	33
Tables.....	37
5. Chapitre V.....	41
5.1 Résultats complémentaires .....	41
5.2 Discussion complémentaire .....	41
6. Chapitre VI.....	43
6.1 Conclusion .....	43
7. Références : .....	45

**Liste des tableaux**

Table 1: PHYSICAL CHARACTERISTICS .....	37
Table 2: Resting metabolic rate, fasting respiratory quotient and food quotient ...	38
Table 3: Stepwise regression with fasting respiratory quotient .....	39
Table 4: Adjusted values for fat-free mass .....	40
Tableau 1: Coefficient intra-classe pour la calorimétrie .....	53
Tableau 2 : Précision de mesure de calorimètres.....	53
Tableau 3 : Coefficient de corrélation intra-classe (DXA) .....	54
Tableau 4 : Correction de la masse maigre .....	55
Tableau 5 : Avantages et inconvénients journal alimentaire de 3 jours .....	56
Tableau 6: Apports nutritionnels .....	57
Tableau 7: Analyse multivariée : apports nutritionnels et QR .....	58
Tableau 8: Valeurs de QR ajustées pour l'apport en protéines.....	59

**Liste des figures**

Figure 1 : Composantes de la dépense énergétique journalière.....	51
Figure 2: Effet de la température sur le QR .....	52

## Liste des sigles et abréviations

24h QR / 24h RQ: quotient respiratoire 24 heures / respiratory quotient 24 hours

% gras / % fat : pourcentage de gras / fat percentage

$D_c$ : Densité corporelle

$D_{mg}$ : Densité masse grasse

$D_{mm}$ : Densité masse maigre

DXA : Dual energy absorptiometry

FFA: Free-fatty acids

FRQ : Fasting respiratory quotient

G: Gramme

Kcal: kilocalorie

Kcal/jour: kilocalorie par jour

Kj/d : kilojoule par jour

M : mètre

MB / RMR : métabolisme de repos / resting metabolic rate

MG / FM : masse grasse / fat mass

MM:/ FFM : masse maigre / fat-free mass

N: nombre

Peak  $VO_2$ : Puissance aérobie

QA / FQ: Quotient alimentaire / Food quotient

QR : Quotient respiratoire

$QR_p$ : Quotient respiratoire postprandial

R: coefficient de corrélation

REE : Resting energy expenditure

RER : quotient d'échange respiratoire / respiratory exchange ratio

$R_g$  : ratio d'atténuation du gras

$R_{mo}$  : ratio d'atténuation de la masse osseuse

$R_{mm}$  : ratio d'atténuation de la masse maigre

$RQ_{adj}$  : adjusted RQ

SD : Écart-type

SEE : Erreur estimée standard

UN : excrétion d'azote urinaire

MM / FFM: masse maigre / fat-free mass

MG / FM: masse grasse / fat mass

%gras / %fat: pourcentage de gras / body fat percentage

## Remerciements

Ce travail aura été rendu possible grâce à tous les obstacles, embûches, contretemps et autres événements fortuits sans lesquels toutes les joies de l'accomplissements sont vaines. Lorsque nous parcourons le chemin de la création et de la recherche, il y a de ces rencontres qui nous permettent de poursuivre notre chemin malgré l'adversité accaparante qui s'acharne trop souvent. Ces êtres nous permettent de poursuivre en relançant continuellement notre propre processus de création. Leurs encouragements, leurs critiques et leur support constant sont des éléments qui ne devraient jamais échapper à de chaleureux remerciements. Voilà donc pourquoi j'aimerais remercier les personnes suivantes qui ont su contribuer au moment opportun à la poursuite et réalisation de ce travail :

Pour son opportunisme et sa grande générosité intellectuelle : Le Dr Eric T Poehlman

Pour son support tant logistique que psychologique : Florence Conus

Pour sa contribution à mon développement académique : le Dr Marielle Ledoux

Pour leurs nombreux conseils d'orientation : mesdames Johanne Plante et Raymonde Lebreton

Pour les corrections : Marie-Claude Désilets

Pour son support moral : Ma famille

Et enfin, j'aimerais remercier toutes les sources d'inconvénients qui ont su surgir à tous moments pour me rendre la tâche encore plus difficile qu'elle ne l'était. Sans vous, j'y serais sûrement arrivé plus tôt mais ô combien plus sot !

## 1. Chapitre I

### 1.1 Introduction

Le contrôle de la composition corporelle est devenu une préoccupation de premier ordre depuis déjà quelques années. L'augmentation continue du taux de prévalence de l'obésité [2] force de nouvelles avenues de recherche en matière de dépistage, de prévention et de traitement. Le gain de poids est un phénomène progressif qui se manifeste par une accumulation de tissus adipeux sous-cutané et viscéral. Cette accumulation progressive est généralement associée à deux éléments : l'équilibre énergétique [3, 4] et l'équilibre oxydatif des lipides ou balance lipidique [4-8]. Lorsque ces deux systèmes quittent un état d'équilibre, une modification de la composition corporelle s'ensuit. Si le déséquilibre énergétique est un phénomène connu et amplement étudié, le déséquilibre oxydatif des lipides l'est un peu moins. Cette différence entre la consommation de lipides et la capacité de les oxyder favorise une accumulation de masse grasse. L'éventualité que la capacité à oxyder les lipides de chacun suive une évolution transitoire en fonction de certains facteurs comme l'âge, la composition corporelle et le sexe menant à une accumulation plus ou moins prononcée de masse grasse, nous pousse à observer ces éléments avec une attention toute particulière. Nous savons que le processus du vieillissement entraîne une accumulation, parfois considérable, de tissu adipeux [9]. Ce surplus de masse grasse entraîne à son tour des troubles pathologiques qui diminuent l'espérance de vie ainsi que la qualité de vie.

Afin d'observer l'impact de l'âge et du sexe sur le quotient respiratoire à jeun, nous avons exécuter une analyse secondaire de données provenant d'une cohorte de sujets recrutés sur une base volontaire à l'Université du Vermont.

#### Rôle de l'étudiant

Afin de pouvoir effectuer adéquatement une analyse approfondie de ces données recueillies antérieurement, il a fallu élaborer une structure précise et versatile permettant une gestion de données claire et concise. La conception d'une base de données relationnelle s'imposait. Le premier rôle de l'étudiant fut de construire cette base de données et d'importer les différents formats de fichier afin de centraliser les résultats et d'accélérer le processus d'analyse. Cette opération aura permis de nombreuses nouvelles analyses qui n'auraient pu être effectuées alors que les fichiers étaient séparés sous différents formats. Une fois la base de données relationnelle fonctionnelle, la longue et difficile tâche d'importation de données à du être réalisé et complété dans des délais raisonnables. Une fois toutes les données importées et vérifiées, les analyses statistiques ont pu débiter pour vérifier les hypothèses.

## **2. Chapitre II**

### **2.1 Revue de littérature**

#### ***2.1.1 Hypothèses, variables et justification***

##### **2.1.1.1 L'âge réduit la capacité d'oxydation des substrats**

#### Âge et quotient respiratoire

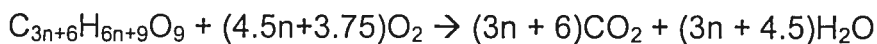
Étant donnée l'augmentation graduelle de l'importance de la masse grasse avec l'âge [10, 11], notre première hypothèse se fonde sur une éventuelle différence de capacité oxydative des lipides engendrée par le vieillissement. Le sujets plus



âgés présenteraient une capacité oxydative des lipides moins importante, ce qui pourrait partiellement expliquer l'augmentation progressive de la masse grasse avec l'âge. Chez une population d'Indiens Pima, Rising et al. [12] ont observé une augmentation du QR (24h) sur une période de 7 ans. Cette augmentation du QR était également associée à une diminution du métabolisme de base et une augmentation de la masse grasse. Les auteurs concluent qu'il existe un changement dans la capacité oxydative des substrats avec l'âge et que, jumelé avec une diminution du métabolisme de repos, ce phénomène pourrait causer l'obésité. Cependant, les données fournies par les auteurs ne nous permettent pas d'évaluer l'impact de la masse maigre ni son évolution sur cette période de 7 ans. Une diminution progressive de la masse maigre pourrait expliquer partiellement la diminution du métabolisme de repos [13-15] et potentiellement une différence de capacité oxydative des substrats. En plus de comporter un volet longitudinal, l'étude effectuée chez les Indiens Pima était aussi composée d'un volet transversal. À l'intérieur de ce dernier, les auteurs ont remarqué un métabolisme de base moins élevé chez les sujets plus âgés, même après ajustement pour la composition corporelle. Par contre, ils ne mentionnent pas retrouver cette même relation dans le groupe longitudinal. La variation de masse maigre pourrait également être associée à des changements de comportements face à l'activité physique spontanée quotidienne [16, 17]. Une diminution des niveaux d'activité physique pourrait également occasionner une diminution de la masse maigre ainsi que du métabolisme de repos et entraîner d'autres effets subséquents sur la capacité oxydative des substrats [18, 19]. D'autres auteurs [14] ont également établi une relation claire entre le métabolisme de repos, le vieillissement et la masse maigre allant dans le même sens que décrit

$$QR = \frac{[\text{Molécules CO}_2 \times 10^{19}]}{[\text{Molécules O}_2 \times 10^{19}]} = V\text{CO}_2/V\text{O}_2$$

Si nous prenons le glucose qui contient 6 molécules de O<sub>2</sub> et 6 molécules de CO<sub>2</sub> (les glucides ont généralement un rapport de 1/1), nous obtenons un quotient respiratoire de 1.0 ( 6 / 6). Le même raisonnement s'applique pour les lipides mais pour un ratio différent. Si nous prenons un acide gras saturé, le glycérol tristéarate, nous avons l'équation respiratoire suivante :



En appliquant les mêmes règles de calcul que pour les glucides, nous obtenons ce qui suit :

$$QR = (3n+6) / (4.5n + 3.75) \rightarrow 3n / 4.5n = 0.667$$

#### Précision

Comme mentionné précédemment, les conditions entourant les mesures de calorimétrie sont extrêmement importantes car elles influencent grandement les mesures et leur précision[1]. Par exemple, la figure 2 illustre bien l'impact de la température sur le QR, d'où l'importance de maintenir la pièce à température constante. Cependant, il existe aussi d'autres facteurs qui jouent un rôle important dans la précision des mesures [45, 46]. La ventilation produite par l'appareil génère le volume d'air à l'intérieur de l'environnement contrôlé du casque ; si la valeur mesurée de cette ventilation est fautive, tous les calculs des concentrations d'O<sub>2</sub> et de CO<sub>2</sub> en seront affectés. De plus, la calibration de la ventilation est une opération délicate car l'action de calibrer peut interférer avec l'obtention de résultats valides. De façon générale, les calorimètres de type Delta Trac ont une erreur de ventilation de l'ordre de 1-2 %. Les tableaux 1 et 2

présentent les différences répétées entre trois appareils de type Delta Trac pour les analyses de CO<sub>2</sub> et d'O<sub>2</sub> ainsi que les valeurs de précisions pour chaque appareil lors d'une seconde étude (coefficient de corrélation intra-classe) menée à l'Unité Métabolique du Département de nutrition de l'Université de Montréal.

### 3.1.3 Capacité aérobie

La mesure de la capacité maximale aérobie cherche à déterminer la quantité maximale d'oxygène consommée lors d'un effort. La consommation d'oxygène est le produit du débit cardiaque et de la différence artério-veineuse. À l'aide de l'équation de Fick, il est possible de calculer directement la capacité aérobie maximale [47] à partir de cette différence :

$$VO_2 = Q \times (CaO_2 - CvO_2), \text{ où } =$$

$$Q = \text{Fréquence Cardiaque} \times \text{Volume d'éjection systolique}$$

$$** VO_2 = (\text{Fréquence cardiaque} \times \text{Volume d'éjection systolique}) \times (CaO_2 - CvO_2)$$

Ca = Concentration artérielle

Cv = Concentration veineuse

Les mesures du débit cardiaque et de la différence artério-veineuse sont des interventions extrêmement invasives et relativement difficiles à exécuter lors d'un test à l'effort maximal [48]. Cependant, la mesure de la consommation d'oxygène et du volume inspiratoire / expiratoire peuvent être déterminées par la méthode de calorimétrie indirecte à circuit ouvert (voir description précédente) par l'analyse des concentration et volume des gaz expirés (CO<sub>2</sub> et O<sub>2</sub>). Lors de tests maximaux progressifs, l'augmentation de la consommation d'oxygène est proportionnelle à l'augmentation de la puissance de travail [49]. Afin de déterminer l'obtention d'un

résultat représentatif de la capacité aérobie, trois critères sur les quatre suivants doivent être présents [50, 51];

→ Atteinte d'un plateau de la courbe de consommation d'O<sub>2</sub> malgré une augmentation de la charge de travail

→ Valeur du quotient d'échange respiratoire (CO<sub>2</sub> / O<sub>2</sub>) RER > 1.10

→ Fréquences cardiaques maximales (220-âge) ±10 battements / minutes

→ Atteinte d'une perception d'effort maximal

Les valeurs sont exprimées de façon relatives ou absolues, en mlO<sub>2</sub> x kg<sup>-1</sup> x min<sup>-1</sup> ou en LO<sub>2</sub> x min<sup>-1</sup> respectivement.

Précision

Il existe plusieurs difficultés à obtenir une valeur précise et fiable de la capacité aérobie [52-54]. La calibration de l'analyseur de gaz, le protocole du test, la capacité physiologique et psychologique du sujet à soutenir un effort maximal sont tous des éléments qui rendent difficile la reproductibilité des tests. Certains auteurs ont rapporté que la variation biologique et l'erreur technique de mesure pouvait se chiffrer aux environs de 5-6% [55, 56]. De ce pourcentage, 90% était expliqué par les variations biologiques [52].

### 3.1.4 Composition corporelle

DXA (Dual energy X-ray Absorptiometry)

La mesure de composition corporelle par absorptiométrie repose sur l'utilisation de rayons X pour mesurer la densité des différentes composantes du corps humain [57]. Une émission de particules de photons à travers la matière permet de mesurer le temps de passage ainsi que la quantité de photons qui parcourent la matière. L'identification des composantes se fait à partir d'une constante d'atténuation de la matière [58]. Les valeurs d'atténuation pour le gras pur (R<sub>g</sub>)

sont relativement constantes chez l'humain ainsi que pour la masse maigre incluant la masse osseuse ( $R_{mo}$ ). À partir de ces deux constantes, il est possible d'identifier la quantité de tissus mous ( $R_m$ ) contenus dans la masse maigre incluant la masse osseuse selon l'équation suivante [59] :

$$R_m = \frac{(R_m - R_g)}{(R_{mo} - R_g)}$$

Ce calcul est effectué pour chaque pixel (pour Lunar DPX ; 5 X 10 mm) de matière mesuré et par la suite rapporté sur l'ensemble du corps soumis au balayage de photons. Donc, l'analyse de chaque pixel nous donne la proportion de la masse grasse et non du tissu adipeux ainsi qu'une mesure de masse maigre pour la surface de ce même pixel. La masse grasse est très constante d'un individu à l'autre (0.9g/cc)[60, 61]. Cependant, la densité de la masse maigre, principalement du muscle, soulève davantage de controverse [62, 63]. L'état d'hydratation du muscle pourrait influencer de façon significative la mesure de la valeur assumée de 0.73 ml / g surtout chez les personnes âgées ou hospitalisées [64]. Une perte de 5% du contenu en eau de la masse maigre (% du poids total) occasionnerait une diminution de 2% de la mesure de masse grasse chez un sujet ayant un pourcentage de gras de 35% [65].

Un autre facteur influençant la mesure du DXA est l'épaisseur antéro-postérieure du patient mesuré. Lorsque l'épaisseur de la surface mesurée dépasse 20 cm, le faisceau de photons tend à subir une distorsion diminuant la précision de mesure. La plupart des fabricants mentionnent avoir corrigé ce problème en utilisant un faisceau plus étroit de type « pencil beam » que le faisceau de type « fan beam » traditionnel [59] limitant ainsi l'effet de distorsion.

Précision

La précision de mesure du DXA pour la masse grasse et la masse maigre par région pour le modèle LUNAR DPX et présentée dans le tableau 3 sous forme de coefficient de corrélation intra-classe. Les mesures de la masse maigre présentent des résultats beaucoup plus fidèles que les mesures pour la masse grasse [66]. Il est important de noter qu'en plus de la précision de la mesure des quantités et temps de transport des photons, l'analyse du logiciel et les algorithmes utilisés influencent le résultat final de la mesure [67]. L'utilisation de mesures régionales de masse maigre et de masse grasse rend difficile la comparaison des résultats car les différents logiciels et fabricants ont recours à des subdivisions corporelles différentes. Ces variations de coupe ont pour effet de rendre pratiquement impossible toute comparaison entre les études réalisées par différents laboratoires.

#### Hydrodensitométrie

L'hydrodensitométrie ou pesée hydrostatique mesure la densité corporelle à partir de laquelle il est possible de déterminer la composition corporelle à l'aide de diverses équations (Lohman, Brozek, Siri, Selinger) [60]. La densité d'un corps est équivalente au rapport entre sa masse et son volume. Donc, pour obtenir une mesure précise de la densité, il suffit de mesurer le volume adéquatement. La densité totale d'un corps est égale à la densité de ses composantes. En ayant recours à la pesée hydrostatique, il est possible de déterminer la densité de plusieurs composantes :

2 Compartiments : Masse Maigre (MM) et Masse Grasse (MG) selon l'équation suivante :

$$1/D_c = MG/d_{mg} + MM/d_{mm}$$

À partir de cette équation, il devient possible de mesurer la proportion de chacun des composants et de déterminer le pourcentage de masse grasse en fonction du poids total selon les équations suivantes :

$$\% \text{ Gras} = [(4.95/D_c) - 4.5] * 100 \quad (\text{Siri, 1956})$$

Où  $D_c$  = Densité corporelle

La validité de ces mesures de proportion repose sur les postulats suivants [68] :

- 1- Les densités des composants sont cumulatives
- 2- La densité des composants est constante d'une personne à l'autre
- 3- Les proportions des composants (autre que la masse grasse) sont constantes d'une personne à l'autre
- 4- La différence entre la mesure obtenue et la mesure référence est seulement la masse grasse

#### Précision

Ces postulats diminuent légèrement la précision et la validité de cette méthode. En effet, le postulat 2 concernant la densité constante de la masse grasse d'un individu à l'autre semble peu probable [69, 70]. Il semble exister une étonnante uniformité inter-individuelle pour certains compartiments mais il demeure possible que cette hypothèse engendre une légère source d'erreur pour d'autres compartiments comme la masse maigre, principalement le muscle. L'hypothèse 3 pose également quelques problèmes, l'uniformité des proportions des constituants ne semble pas s'appliquer à la totalité de la masse maigre. La croissance, la maturation, le vieillissement, l'origine ethnique, le sexe et l'entraînement affectent ce compartiment et perturbent l'hypothétique constance des proportions [70].

Il est donc peu recommandé d'avoir recours à la pesée hydrostatique comme mesure étalon lorsqu'il est confronté à des échantillons très hétérogènes en termes

d'âge et de niveau d'activité à moins d'apporter des corrections pour les variations du contenu de la masse maigre en eau et en matière minérale. Il n'en demeure pas moins que la pesée hydrostatique présente des résultats très près de la réalité dans le cadre d'études réalisées sur des cadavres ou sur des composantes uniques et identifiées comme le lard ou l'huile [71].

#### Pesée hydrostatique et DXA ; combinaison des mesures

Dans cette étude, deux types de mesures ont été utilisées pour estimer la quantité de masse maigre de chaque sujet. Pour permettre une comparaison juste entre les sujets, des équations correctives ont été utilisées pour uniformiser les valeurs de masse maigre [64]. Ces équations servent à corriger pour les différences systématiques entre les méthodes de mesure de la composition corporelle. Elles sont issues de régressions linéaires obtenues en comparant les méthodes jumelées pour les mêmes sujets. Il existe deux équations différentes pour les hommes et les femmes :

Hommes → masse maigre DXA = 10.62 + (0.84 \* masse maigre hydrodensitométrie)

Femmes → masse maigre DXA = 7.68 + (0.79 \* masse maigre hydrodensitométrie)

Le tableau 4 présente les valeurs avant et après correction pour notre échantillon. Il est évident que l'objectif de cette opération n'est pas d'uniformiser à la perfection les valeurs obtenues mais plutôt d'atténuer l'impact d'une différence potentielle entre les résultats de masse maigre obtenus par la pesée hydrostatique et par le DXA [58]. Les valeurs de masse maigre pour les hommes demeurent pratiquement inchangées (+0.137 kg;  $p = 0.814$ ) tandis qu'on observe une légère diminution significative chez les femmes (-1.851 kg;  $p < 0.001$ ). Cependant, selon les auteurs de l'équation, un écart allant jusqu'à 1.9 kg est acceptable (SEE =



1.9). Il n'est pas étonnant de voir un écart plus important chez les femmes étant donné leur masse osseuse plus variable et généralement inférieure à celle des hommes alors que cette valeur est supposée constante pour la pesée hydrostatique.

### **3.1.5 Questionnaire d'activité physique**

La mesure du niveau d'activité physique quotidien demeure un aspect d'importance pour toute étude ayant comme intérêt le métabolisme et la composition corporelle. Tout en sachant que la composante activité physique de la dépense énergétique journalière peut s'élever jusqu'à 65% de la dépense totale d'énergie, il est normal de déduire de son influence sur le métabolisme énergétique. Cependant, peu de méthodes sont à la disposition des chercheurs pour obtenir une mesure précise de la dépense énergétique journalière. Même en utilisant la méthode de l'eau doublement marquée, reconnue pour sa précision dans la mesure de la dépense énergétique journalière, il faut se fier à des approximations en obtenant la dépense énergétique associée à l'activité physique par soustraction des autres composantes, l'eau doublement marquée ne pouvant fournir qu'un total énergétique non compartimenté. Il existe également des appareils capables de mesurer les accélérations de centre de masse. Ces accéléromètres permettent d'obtenir l'ampleur des vecteurs de déplacements selon trois axes : antéro-postérieur, bi-latéral, et vertical. Cependant, ces appareils ne différencieront pas les accélérations produites par le corps (demande énergétique) des accélérations subies par le corps (chute, accélération en voiture, saut en parachute, etc.). Une autre façon d'estimer la dépense énergétique associée à l'activité physique est par questionnaire. Il s'agit d'une autre méthode

comprenant sa part d'incertitude et d'estimation mais qui convient lorsque que des études ont recours à d'importants échantillons. Un des questionnaires qui est abondamment utilisé est celui du *Minnesota Leisure Time Physical Activity Questionnaire* [72] qui a été validé chez des populations nord américaines. L'objectif de ce questionnaire est de permettre un allègement des questionnaires actuels qui demandent beaucoup de temps à compléter ainsi que de pouvoir déterminer l'intensité des activités afin de pouvoir mesurer les effets sur la santé cardiovasculaire. Pour ce faire, les auteurs ont eu recours à l'Index d'Activité Métabolique (IAM) [72] pour déterminer l'intensité de différentes activités. Cet index représente l'activité en fonction du métabolisme. Par exemple, une activité d'une intensité deux fois supérieure au métabolisme de repos serait cotée 2. Pour obtenir l'IAM, il suffit de multiplier par la durée de cette même activité :

$$\text{IAM} = \text{Intensité de l'activité} * \text{durée de l'activité}$$

Pour faciliter l'entrevue avec les sujets, les auteurs ont fourni une liste d'activités communément pratiquées en Amérique du Nord. Les informations recueillies sont :

- L'activité
- La durée de l'activité
- La fréquence par mois de l'activité
- Le nombre de mois par année où l'activité est pratiquée

Avec ces différentes informations, il est possible d'établir la dépense énergétique et l'intensité relative des activités pour une période d'un an.

Précision

Il est évident que ces questionnaires présentent des lacunes importantes au niveau de la mesure précise de la dépense énergétique. En effet, la liste des

activités ne présentent généralement qu'un seul niveau d'intensité, ce qui est peu représentatif des différences inter-individuelles en matière d'activité physique. Les variations d'intensité propre à chaque individu pour une même activité ne sont pas considérées, tout comme certaines variantes d'activité (marche, marche avec un sac à dos) où la dépense énergétique sera accrue ou diminuée. De plus, le niveau initial des IAM se chiffre à 1 kcal/min. Cet estimé est valable pour une bonne partie de la population, mais demeure une approximation [73] pouvant grandement influencer la dépense énergétique d'une activité. De plus, l'utilisation d'une entrevue en mode rappel dépend grandement de la capacité du sujet à se remémorer les activités réalisées au courant de la dernière année. Cette dernière risque d'omettre les activités ayant moins marqué le sujet, ce qui pourrait tendre vers une sous estimation du niveau d'activité physique annuel. L'utilisation de plusieurs questionnaires pourraient permettre de limiter les omissions et d'augmenter la précision de l'estimation de la dépense énergétique journalière. Il existe également un biais important associé à la relation entre l'intervenant et l'interviewé, c'est-à-dire que ce dernier peut volontairement augmenter son niveau d'activité rapporté pour se valoriser, sans toutefois que cela ne soit représentatif de la réalité.

### **3.1.6 Journal alimentaire de 3 jours**

Un outils important pour estimer les apports nutritionnels demeure le journal alimentaire. En effet, l'historique alimentaire fait de façon prospective est considérée comme étant la méthode de référence [74] de la mesure des apports nutritionnels. Cette méthode consiste pour le participant à remplir un journal alimentaire représentatif de son alimentation habituelle. Cette capture de données

s'effectue généralement sur plusieurs jours et ceux-ci étant identifiés pour pouvoir séparer les jours de fin de semaine de ceux de la semaine[75]. Des instructions verbales et par écrit sont fournies avec le matériel de cueillette de données et l'emphase est mise sur l'importance de la précision et de l'honnêteté du participant à compléter le journal.

Une fois le rapport terminé, un membre du personnel de recherche révise les données pour s'assurer que tout est en bonne et due forme. Le tableau 5 résume les avantages et inconvénients associés à cette méthode.

#### Précision

Le journal alimentaire est un outil précieux pour estimer les apports énergétiques, en macronutriments et dans un second temps, en micronutriments. Cependant, la tendance générale à sous rapporter (~20%) [76] les apports limite la précision de cette méthode. Il est peu recommandé d'utiliser cette méthode afin de déterminer des seuils ou niveau de variation de par les risques de surestimation des valeurs trop basses. Les erreurs d'estimation dépendent du nombre de jours qui sont inclus dans le journal, les apports subissant d'importantes variations quotidiennes.

## 4. Chapitre IV

### 4.1 Article

#### Article en préparation

**Title:** Impact of sex and age on fasting respiratory quotient

**Authors:** Maxime St-Onge and Eric T. Poehlman

**From the:** Department of nutrition, Faculty of Medicine, University of Montreal,  
Montreal, Quebec, Canada

**Running title:** Age and sex difference in RQ

**Correspondence to:** Maxime St-Onge

Submitted to:

## Abstract

**Titre :** Impact of age and sex on fasting respiratory quotient

**Objectives:** Previous studies have implicated the respiratory quotient as one metabolic variable involved in the regulation of body weight, although these results remain controversial. To address this issue, we examined the relation between age, gender and fasting respiratory quotient in a relatively large cohort of men and women spanning a wide age range.

**Methods:** Six hundred and ninety eight men ( $n=278$ ) and women ( $n=420$ ) with a BMI of  $25.0 \pm 4$   $\text{kg/m}^2$  and  $24.3 \pm 4.7$  and an age range of 17 to 88 years were examined in this study.

**Design:** cross-sectional study.

**Measurements:** Fasting respiratory quotient was measured by indirect calorimetry; body composition by underwater weighing and Dual energy X-ray Absorptiometry and peak  $\text{VO}_2$  by a test to volitional exhaustion. An equation was used to standardize the results for body composition between the two methods. Energy intake was estimated from 3-day food diaries.

**Results:** We found a modest relation between age and respiratory quotient ( $r=0.07$   $p = 0.032$ ) whereas older individuals had a higher fasting respiratory quotient. Fasting respiratory quotient was significantly higher ( $P < 0.001$ ) in women

( $0.834 \pm 0.04$ ) then men ( $0.811 \pm 0.04$ ). We also noted significant but modest relations between respiratory quotient with fat-free mass ( $r = -0.278$ ;  $P < 0.001$ ); body fat percentage ( $r = -0.277$ ;  $P < 0.001$ ); peak  $\text{VO}_2$  ( $r = 0.243$ ;  $P < 0.001$ ) and fat mass ( $r = 0.153$ ;  $P < 0.001$ ). After adjustment for fat-free mass, no significant gender effect was noted in fasting respiratory quotient. No other variable tested significantly diminished gender-related difference in respiratory quotient.

**Conclusion:** Our results suggest a modest impact of age on fasting respiratory quotient with older individuals showing a lower capacity for fasting fat oxidation, possibly linked to a decrease in fat-free mass observed with aging. We also found that women had a fasting respiratory quotient significantly lower than their male counterpart. This may be partially due to their lower quantity of fat-free mass. If fat intake is not reduced accordingly, a lower capacity for fat oxidation may predispose women and elderly to a greater tendency for fat accumulation than younger men.

## Introduction

It is well known that excessive fat accumulation is related to a dysregulation in energy balance. More recently, however, dysregulation of fat balance has been ascribed an important role in body fat maintenance [4, 36, 77] that could be of some importance in the rising epidemic of obesity. A lower ability to oxidize fat has been shown to be one factor predisposing to obesity [36]. Fat balance plays a definite role in weight management and therefore should be considered an important factor in the onset and development of obesity [29, 78, 79]. The most common and non invasive method used to estimate substrate oxidation is indirect calorimetry [1] via the measurement of CO<sub>2</sub> production and O<sub>2</sub> consumption (ie.:RQ). It is possible that a potential difference in RQ in a fasted state (FRQ) may partially explain gender and age difference in body fatness. It is presently unclear as to whether gender and age influence fasting RQ (FRQ). It is logical to postulate that age and gender may influence RQ given the well-known difference in body fatness between men and women and the age-related increase in body fatness. The impact of age on fat oxidation is yet to be clearly established [12, 15, 80] as well as the impact of gender on fat oxidation[26] and energy expenditure [39]. To address these issues, we examined age and gender differences in FRQ. We also examined potential modifiers of FRQ (diets, activity level, body composition, maximal oxygen consumption, etc.) in an attempt to explain potential differences in fasting substrates utilization between men and women and between younger and older individuals.



## Methods

### Subject Characterization

Two hundred and seventy-eight healthy men ( $41 \pm 18.78$  yrs) and four hundred and twenty women ( $46 \pm 17.89$  yrs) were examined in this study. Some data from this cohort have been previously published [38-40] although gender difference and aging effect on FRQ were not explored. Exclusion criteria for this cohort were as follows: 1) clinical evidence of coronary heart disease (e.g., ST segment depression  $> 1$ mm at rest or exercise) or cardiomyopathy, 2) hypertension (resting blood pressure  $> 140/90$  mmHg), 3) medications that could affect cardiovascular function or metabolic rate, 4) medical history of diabetes, 5) instability of body weight during the preceding year (a change of  $>2$  kg), 6) exercise-limiting non cardiac disease (arthritis, peripheral vascular disease, cerebral vascular disease), or 7) history of oophorectomy. Menopausal status for each female volunteer was determined by questionnaire and was assigned a dummy value based on three levels (1= premenopausal, 2= perimenopausal, 3 = postmenopausal) as previously performed [81]. No women were presently taking oestrogen replacement therapy. All premenopausal women were tested between days 5-12 during the follicular phase to standardized measurements during the same phase of the menstrual cycle. Menstrual status was not determined by chemical analysis. The experimental procedures used in this study were approved by the Committee on Human Research for the Medical Sciences at the University of Vermont and Purdue University. Written informed consent was obtained from each subject before investigation.

Resting energy expenditure and fasting respiratory quotient

Resting energy expenditure was measured by indirect calorimetry using open-air circuit (Delta Trac II monitor, SensorMedic). Subjects were asked to restrain from eating 12 hours prior to testing and to submit to minimal levels of physical activity. Data were collected over a thirty minute period while subjects were lying still in a bed in a recumbent position. Indirect calorimetry measured the amount of oxygen and carbon dioxide expired during resting conditions. It is possible to establish the resting metabolic rate for each individual with the equation of Weir as well as the respiratory quotient (ratio of  $\text{CO}_2/\text{O}_2$ ). A standardized meal (1,000 kcal; 15 % protein, 30% fat, 55% carbohydrate) was given to the subjects the day before the morning measurements (12 hour overnight fast). The metabolic measurement was made the next morning before body composition assessment and maximal aerobic testing.

#### Body Composition

Body composition was measured using dual energy X-ray absorptiometry (DXA, Lunar corporation) and a three-compartment model: fat-free mass, fat mass and bone mass for 160 subjects. All measurements were made in the anteroposterior position. Underwater weighting (UWW) was used to assess body composition for 538 subjects relying on a two-compartment model. In order to compare adequately the mean of measurements, we adjusted the UWW measurement for fat-free mass according to the equation developed by Prior et al. [58] There was no significant difference between the DXA fat-free mass and the UWW fat-free mass compared by a paired T-test.

#### Aerobic capacity

Peak  $\text{VO}_2$  was measured by a progressive and continuous treadmill test to volitional fatigue in all 698 volunteers. The highest  $\text{VO}_2$  for 1 min during the test was recorded as the peak  $\text{VO}_2$ .

#### Leisure time physical activity

Physical activity was assessed by questionnaire. The Minnesota Leisure Time Physical Activity Questionnaire [82] was used to record the daily level of physical activity of each individual in this study.

#### Food intake

24-h food recalls were used to quantify and qualify food intake for every subject. The amount of each macronutrient was assessed as well as alcohol, total fiber and cholesterol with USDA classification.

#### Statistical analysis

All analyses were made with SPSS software (SPSS version 11.0). The influence of gender, age, fat-free mass, fat mass,  $\text{VO}_2$  and leisure time physical activity was determined with a stepwise multiple regression analysis at  $p < 0.01$ . Once the most important factors were isolated, a general linear model ANOVA analysis was used to adjust FRQ for those factors.

## **Results**

**Subject characteristics.** Differences in physical characteristics between men and women are shown in Table 1. The volunteers included in this study represented a wide range of individuals spread across an important range for physical characteristics. There was a significant difference for age between men and women as well as for weight, height, fat mass, fat-free mass,  $\text{VO}_2$  and leisure time activity. Women tended to be fatter (FM = 19.92 kg for women vs. FM =

13.41 kg for men) and have less FFM (FFM = 42.53 kg for women and FFM = 65.39 kg for men). Body Mass Index was significantly different for both groups although the difference between men and women was minimal (24.3 kg/m<sup>2</sup> for women and 25.1 kg/m<sup>2</sup> for men). There was a difference between men and women for peak VO<sub>2</sub> where men had an average value of 3.56 LO<sub>2</sub> and women an average of 1.99 LO<sub>2</sub>.

**Resting metabolic rate and adjusted resting metabolic rate.** There was a significant difference between both groups in resting metabolic rate where women had a lower resting energy expenditure (1358 ± 166 kcal/ 24H) than men (1751 ± 226 kcal/ 24H) as shown in Table 2. After adjustment for fat-free mass, resting energy expenditure was still lower for women ( Table 4: women: 1451 ± 13.87 [se] kcal 3 24H; men: 1610 ± 19.43 [se]; p < 0.01). The gender difference still persisted after adjustment for fat-free mass, fat mass and maximal aerobic capacity (women: 1474 ± 12.27 [se]; men: 1575 ± 17.38 [se] Those results and data were the main topic of a previous study already published [39] for resting energy metabolism of men and women.

**FRQ and adjusted FRQ.** We found a modest relation between age and FRQ. That is, advancing age was associated with a slightly higher FRQ (FRQ and age: r = 0.07; P<0.032) hence, a lower capacity for lipid oxidation. Men and women presented a different FRQ, where women showed a lower FRQ than their counterpart ( 0.811 ± 0.045 and 0.834 ± 0.044 respectively). A stepwise regression analysis showed that fat-free mass and body fat percentage were the best predictors for FRQ, as presented in Table 3 . The gender difference was

significant ( $p < 0.001$ ) and persisted after adjustment for age, macronutrients intake,  $VO_2$ , fat mass and body fat percentage. The only element that could abolish the sex difference was fat-free mass. Once the FRQ were adjusted for fat-free mass, there was no significant difference between men and women ( $0.826 \pm 0.005$  [se] for men and  $0.824 \pm 0.003$  for women,  $p = 0.840$ ).

## Discussion

We examined the hypothesis that age and sex was associated with a higher fasting respiratory quotient and thus reduced lipid oxidation. To accomplish this objective, we recruited a large cross-sectional sample of men and women and carefully characterized them for fasting respiratory quotient and potential factors (ie, body composition, cardiovascular fitness and dietary intake) that may help to explain intra-individual variation in fasting substrate oxidation. Our results partially supported our hypothesis. That is, we found a moderate relation between age and FRQ in the total group. This correlation was only present when men and women were pooled together. When men and women were considered as separate groups we did not find any significant relation between FRQ and age in either group. However, we did note a higher FRQ, suggesting a reduced reliance on lipid oxidation in women as compared to men. Collectively, these cross-sectional results suggest that sex may be an important predictor of fasting substrate oxidation than age.

### Age Effect on FRQ

We found a modest but significant relation between FRQ and age once the women and men subgroups were pooled together for analysis. But, our results do not

support any meaningful association between age and FRQ in separate analyses for men and women. This conclusion is based on a low order and non-significant correlation (women:  $r = 0.049$ ; NS, men:  $r = 0.028$ ; NS) between FRQ and age. Our results suggest that advancing age does not influence fasting macronutrient oxidation, at least in the separate groups. This observation might be attributed to a random result of a sampling event rather than a physiological fact. We were somewhat surprised at these findings as we initially hypothesized that older individuals may display a higher FRQ independent of age, suggesting a reduced reliance on lipid oxidation. Reduced lipid oxidation may explain, in part, the increase in body fatness with aging. Our results differ slightly from other investigators, Rising et al [12] found an increase in 24h RQ (both in cross-sectional and longitudinal analysis) with age when RQ values were adjusted for body composition (age from 30.2 to 47.4 years). It is possible that 24h RQ may be more sensitive to the effects of aging than FRQ. Seidell et al.[77] found that a higher RQ was a significant but weak predictor of weight change in prospectively analyses. They found that a FRQ greater than 0.85 predicted a weight gain of greater than 5 kg and up to 10kg within period of ten years. Given these findings, it is possible that longitudinal studies are needed to detect age-related changes in FRQ, whereas cross-sectional studies may be less robust to reveal these relationships.

#### Sex effect on FRQ

The examination of sex differences in FRQ is a more robust finding in the present study. Our results support a higher FRQ (lower reliance on lipid oxidation) in women compared to men. The magnitude of this difference approached  $\sim 0.17\text{g}$  per min, when FRQ is converted to its lipid equivalent. Given this sex difference in FRQ, we sought to examine potential physiological predictors of this sex

difference. We carefully measured several predictors that may influence FRQ, including dietary intake, cardiovascular fitness and body composition [14, 29, 83, 84] Interestingly, stepwise regression analysis revealed that fat-free mass was the most important predictor of FRQ in both groups, although the percent variance accounted for in FRQ was relatively minor (women: 3.8%; men: 1.1%). The notion that fat-free mass may be related to basal substrate oxidation is logical. One may expect a greater fat oxidation in those individuals with greater fat-free mass, given that this is the most metabolically active tissue mass [85].

The sex difference in FFM is well-known and our data support this physiological difference (women:  $42.53 \pm 4.89$  kg ; men:  $65.39 \pm 7.23$  kg;  $p < 0.001$ ). To examine the potential impact of FFM on FRQ, we used analysis of covariance to control for the sex related differences in FFM on FRQ. We noted that after statistical control for FFM, sex-related differences in FRQ was abolished. Thus, the potential sex difference in FFM, may partially account for sex differences in FRQ.

A relevant question is why sex-related differences in FFM would impact on FRQ. A logical explanation is that since FFM (and by extrapolation muscle mass) is one of the largest consumers of lipid in the fasting state, the greater amount of FFM noted in men would allow them to oxidize a greater amount of fat in a fasting state. This "mass effect" could justify the increased ratio of lipids to carbohydrates oxidized during the fasting period.

Other support for a FFM effect on FRQ is derived from exercise intervention studies. Hunter & al. [86] found that after a 26 week of resistance training, FRQ was significantly lower (pre-training FRQ: 0.86; post 26 weeks FRQ 0.83;  $p = 0.03$ ) in 15 older adults (age:  $66.8 \pm 3.7$ ) with a FFM gain averaging 2 kg. This

increased lipid oxidation following resistance training may be partially due to an increased muscle mass and an increased muscle sympathetic nerve activity [87] the latter affecting lipid mobilization in the adipose tissue [88]. These results, however, need to be balanced against other studies who found no meaningful changes in FFM with FRQ. Broeder et al [89] did not find any alteration in FRQ with resistance training nor an increase in FFM. Nielsen et al. [90] found an interesting relation between REE and lipolysis , where a higher REE was associated with high release rates of free-fatty acids (FFA) into the circulation in resting humans. A greater REE would require a more abundant source of fuel, hence the greater liberation of FFA into the circulation. Since FFM is the main contributor to REE, an increase in its amount would play a role in increasing the energy requirement to maintain its structure and in lipid oxidation.

In conclusion, our results suggest a sexual dimorphism in fasting respiratory quotient with women showing a lower capacity for fasting fat oxidation than men. This may be partially due to their lower fat-free mass. On the other hand, no meaningful relation between age and respiratory quotient was noted in the respective groups but a modest relation was observed once the data was pooled. If fat intake is not reduced accordingly, a lower capacity for fat oxidation may predispose women to a greater tendency for fat accumulation than men.



## Tables

Women n= 420		Men n = 278		P
	Mean $\pm$ sd	Range	Mean $\pm$ sd	
Age (years)	46 $\pm$ 17.89	18 – 88	41 $\pm$ 18.78	17.2 – 85
Height (m)	1.63 $\pm$ 0.06	1.44 – 1.82	1.77 $\pm$ 0.07	1.6 – 2.0
Weight (kg)	64.89 $\pm$ 12.76	38.4 – 122	78.62 $\pm$ 11.93	55.9 – 132
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	24.37 $\pm$ 4.74	16.1 – 45.8	25.01 $\pm$ 3.62	18.1 – 40
Fat-Free mass (kg)	42.53 $\pm$ 4.89	28.2 – 59.8	65.39 $\pm$ 7.23	47.1 – 85.2
Fat mass (kg)	19.92 $\pm$ 10.41	4.84 – 60.9	13.41 $\pm$ 8.21	1.70 – 47.2
% body fat	29.76 $\pm$ 9.36	12.4 – 54.6	17.81 $\pm$ 4.99	8.94 – 34.5
Peak VO <sub>2</sub> (l/min)	1.99 $\pm$ 0.62	0.55 – 4.01	3.56 $\pm$ 0.99	1.15 – 6.09
Leisure time physical activity (kcal/day)	345 $\pm$ 231.47	20 – 1565	448 $\pm$ 253.87	62.8 – 1606

**Table 2: Resting metabolic rate, fasting respiratory quotient and food quotient**

Women n = 420		Men n = 278			
	Mean ± sd	Range	p	Mean ± sd	Range
<i>Resting metabolic rate (kcal / 24h)</i>	1358 ± 166.3	864 – 2020	< 0.001	1751 ± 226.0	1238 – 2433
<i>Fasting respiratory quotient</i>	0.834 ± 0.4445	0.7 – 1.01	< 0.001	0.811 ± 0.04247	0.7 – 0.9
<i>Carbohydrates oxidation rate (g / min)*</i>	0.114 ± 0.043	0 – 0.384	< 0.005	0.124 ± 0.051	0 – 0.256
<i>Lipids oxidation rate (g / min)*</i>	0.601 ± 0.068	0.392 – 0.825	< 0.001	0.776 ± 0.104	0.507 – 1.067
<i>Food Quotient</i>	0.878 ± 0.022	0.814-0.95	= 0.415	0.872 ± 0.026	0.741 – 0.939

\* Calculated from the equation of Peronnet and Massicotte [91, 92]

<b>Table 3: Stepwise regression with fasting respiratory quotient</b>		
Men and women N = 698		
	r	p
<i>Fat-free mass (kg)</i>	-0.278	< 0.001
<i>Body fat percentage</i>	0.277	< 0.001
<i>Peak VO<sub>2</sub> (l/min)</i>	-0.243	< 0.001
<i>Fat mass (kg)</i>	0.153	< 0.001
<i>Age (yrs)</i>	0.07	= 0.032

<b>Table 4: Adjusted values for fat-free mass</b>			
<b>Women n = 420</b>		<b>Men n = 278</b>	<b>p</b>
<i>Unadjusted RQ</i>	0.834	0.811	< 0.001
<i>Adjusted RQ for FFM</i>	0.824	0.826	= 0.84

## **5. Chapitre V**

### **5.1 Résultats complémentaires**

Nous avons également observé différents paramètres nutritionnels dans le but de déterminer s'ils avaient un impact sur le QR à jeun. Les apports énergétiques, en protéines, en glucides et en lipides ont été analysés en fonction de leur impact potentiel sur le QR à jeun et sur le métabolisme énergétique. Nous avons pu remarquer un apport énergétique beaucoup plus important chez les hommes que chez les femmes ( $2791 \pm 804$  kcal vs  $1879 \pm 486$  kcal) ainsi que des apports en macronutriments beaucoup plus importants chez les hommes. Le tableau 6 présente les données de notre échantillon en matière d'apports nutritionnel et de quotient alimentaire (QA).

### **5.2 Discussion complémentaire**

Les apports nutritionnels entre les hommes et les femmes sont différents, tant au niveau de l'apport énergétique total que de l'apport en macronutriments. Cependant, la proportion de chacun des macronutriments ou leur contribution à l'apport alimentaire n'est pas différente. En effet, le QA n'est pas différent chez les hommes ou les femmes ( $0,872 \pm 0,026$  et  $0,878 \pm 0,022$ ). Ce QA représente un apport dominant en glucides suivi de près par les lipides, un régime mixte étant représenté par un QA de 0,85. En poursuivant notre recherche de facteurs pouvant influencer le QR, nous nous sommes donc orientés vers une potentielle influence de la quantité ingérée de macronutriments et non de leur apport respectif proportionnel. Une analyse de régression multivariée (stepwise) nous a permis de déterminer que seul l'apport en protéine avait un impact sur le QR (Tableau 7).

Cependant, l'influence directe des protéines sur le QR ou sur le métabolisme énergétique n'a pu être estimée lors des mesures de calorimétrie indirecte car aucun bilan azoté n'a été effectué pour permettre de précisément déterminer la contribution des protéines au métabolisme énergétique et oxydatif [92]. Malgré cela, il apparaît évident que la contribution des protéines au métabolisme énergétique ne peut être que minime [92]. En supposant une influence pertinente des protéines sur le métabolisme énergétique, leur impact demeure néanmoins négligeable pour justifier un impact d'importance sur le QR, comme le démontre le Tableau 8. En effet, l'ajustement du QR pour un apport différent en protéines ne permet pas d'abolir la différence de QR entre les hommes et les femmes. L'influence des macronutriments ne semble donc pas avoir un impact d'importance sur le QR et sur le dimorphisme sexuel présent. Cependant, le manque de précision des méthodes d'évaluation des apports en macronutriments pourrait potentiellement influencer l'orientation des résultats. En effet, la précision de mesure du QR et l'imprécision des méthodes de compilation et d'analyse des apports alimentaires offrent un écart de précision important et ce, malgré la taille de l'échantillon. L'importance de la mesure des apports alimentaires est étroitement associée à l'importance du FQ. Les QR étant grandement affectés par les apports en substrats, une imprécision dans la mesure des aliments consommés peut engendrer des différences de QR difficilement mesurables.

Un autre élément important demeure la fraction représentée par la mesure du QR avec la méthode de calorimétrie indirecte respiratoire. En effet, cette mesure est représentative d'une petite portion de la journée (~40min sur 1440 min pour une journée entière) ainsi que d'un état physiologique particulier, les sujets étant à

jeun lors de la mesure. Normalement, un individu devrait oxyder ce qu'il mange, le QR devrait éгалer le QA. Donc, un QR mesuré sur une période de 24h devrait éгалer le QA en état d'équilibre énergétique.

## 6. Chapitre VI

### 6.1 Conclusion

À la lumière des différentes analyses réalisées dans le cadre de ce projet de maîtrise, il appert qu'il existe une importante différence dans la capacité oxydative des lipides entre les hommes et les femmes. Cette différence est particulièrement présente en état de jeûne, tel que démontré par les résultats obtenus lors des mesures de calorimétrie indirecte. Cette différence de capacité oxydative peut s'expliquer par une différence quantitative de masse maigre et non par l'âge comme le démontre l'analyse séparée des deux groupes pour établir une relation entre le quotient respiratoire à jeun et l'âge. Il semblerait que la plus grande quantité de masse maigre présente chez les hommes leur procurerait une plus grande capacité oxydative des lipides. Cependant, il est impossible à l'aide des paramètres mesurés dans le cadre de cette étude de préciser davantage la nature de cette différence. En effet, il existe plusieurs possibilités quant à l'origine de ce dimorphisme sexuel tant au niveau hormonal, physiologique, neurophysiologique ou tout simplement comportemental.

Il existe également un questionnement quant à la nature même de la masse maigre, à savoir s'il existe une différence oxydative entre la masse musculaire et la masse viscérale. En effet, les mesures de composition corporelle employées dans cette étude ne permettent pas de dissocier ces deux composantes

présentant des caractéristiques différentes. La masse viscérale est métaboliquement plus active en état de repos que sa contrepartie la masse musculaire qui est pratiquement inactive lors d'une mesure de calorimétrie indirecte. De plus, il est connu que l'activation de la masse musculaire à l'effort engendre une mobilisation particulière et spécifique des substrats énergétiques en fonction de l'ampleur et de l'intensité du travail requis [93-97]. Plusieurs interrogations subsistent quant au potentiel oxydatif de la masse musculaire et des organes dans des conditions autres comme lors du sommeil ou d'états moins actifs que lors d'activités physiques. Des analyses plus poussées permettant de dissocier les composantes de la masse maigre sont requises pour pouvoir orienter les interventions potentielles pouvant influencer le QR. En effet, si la masse musculaire influence la capacité d'oxydation des lipides, l'augmentation de cette dernière pourrait drastiquement métamorphoser la nature des interventions pour prévenir ou traiter l'obésité. Une augmentation de la masse musculaire, en plus d'engendrer une augmentation du métabolisme de repos et de la capacité fonctionnelle, influencerait à la hausse la capacité oxydative des lipides, limitant ainsi leur accumulation.



## 7. Références :

1. Wells, J.C. and N.J. Fuller, *Precision and accuracy in a metabolic monitor for indirect calorimetry*. Eur J Clin Nutr, 1998. **52**(7): p. 536-40.
2. Maiese, D.R., *Healthy people 2010--leading health indicators for women*. Womens Health Issues, 2002. **12**(4): p. 155-64.
3. Ravussin, E., et al., *Reduced rate of energy expenditure as a risk factor for body-weight gain*. N Engl J Med, 1988. **318**(8): p. 467-72.
4. Ravussin, E. and B.A. Swinburn, *Metabolic predictors of obesity: cross-sectional versus longitudinal data*. Int J Obes Relat Metab Disord, 1993. **17 Suppl 3**: p. S28-31; discussion S41-2.
5. Marra, M., et al., *Fasting respiratory quotient as a predictor of weight changes in non-obese women*. Int J Obes Relat Metab Disord, 1998. **22**(6): p. 601-3.
6. Valtuena, S., J. Salas-Salvado, and P.G. Lorda, *The respiratory quotient as a prognostic factor in weight-loss rebound*. Int J Obes Relat Metab Disord, 1997. **21**(9): p. 811-7.
7. 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.
8. Swinburn, B. and E. Ravussin, *Energy balance or fat balance?* Am J Clin Nutr, 1993. **57**(5 Suppl): p. 766S-770S; discussion 770S-771S.
9. Bales, C.W. and C.S. Ritchie, *Sarcopenia, weight loss, and nutritional frailty in the elderly*. Annu Rev Nutr, 2002. **22**: p. 309-23.
10. Baumgartner, R.N., *Body composition in healthy aging*. Ann N Y Acad Sci, 2000. **904**: p. 437-48.
11. Borkan, G.A., et al., *Age changes in body composition revealed by computed tomography*. J Gerontol, 1983. **38**(6): p. 673-7.
12. Rising, R., et al., *Decreased ratio of fat to carbohydrate oxidation with increasing age in Pima Indians*. J Am Coll Nutr, 1996. **15**(3): p. 309-12.
13. Hunter, G.R., et al., *Age-related decrease in resting energy expenditure in sedentary white women: effects of regional differences in lean and fat mass*. Am J Clin Nutr, 2001. **73**(2): p. 333-7.
14. Soares, M.J., et al., *Plasma leptin concentrations, basal metabolic rates and respiratory quotients in young and older adults*. Int J Obes Relat Metab Disord, 2000. **24**(12): p. 1592-9.
15. Calles-Escandon, J., et al., *Basal fat oxidation decreases with aging in women*. J Appl Physiol, 1995. **78**(1): p. 266-71.
16. Westerterp, K.R., *Daily physical activity, aging and body composition*. J Nutr Health Aging, 2000. **4**(4): p. 239-42.
17. Newman, A.B., et al., *Strength and muscle quality in a well-functioning cohort of older adults: the Health, Aging and Body Composition Study*. J Am Geriatr Soc, 2003. **51**(3): p. 323-30.

18. Sial, S., et al., *Fat and carbohydrate metabolism during exercise in elderly and young subjects*. Am J Physiol, 1996. **271**(6 Pt 1): p. E983-9.
19. Treuth, M.S., G.R. Hunter, and M. Williams, *Effects of exercise intensity on 24-h energy expenditure and substrate oxidation*. Med Sci Sports Exerc, 1996. **28**(9): p. 1138-43.
20. Narici, M.V., et al., *Effect of Aging on Human Muscle Architecture*. J Appl Physiol, 2003.
21. Kamel, H.K., *Sarcopenia and aging*. Nutr Rev, 2003. **61**(5 Pt 1): p. 157-67.
22. de Rekeneire, N., et al., *Is a fall just a fall: correlates of falling in healthy older persons. The Health, Aging and Body Composition Study*. J Am Geriatr Soc, 2003. **51**(6): p. 841-6.
23. Westerterp, K.R. and E.P. Meijer, *Physical activity and parameters of aging: a physiological perspective*. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2001. **56 Spec No 2**: p. 7-12.
24. Tabbarah, M., E.M. Crimmins, and T.E. Seeman, *The relationship between cognitive and physical performance: MacArthur Studies of Successful Aging*. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2002. **57**(4): p. M228-35.
25. Toth, M.J., et al., *Gender differences in fat oxidation and sympathetic nervous system activity at rest and during submaximal exercise in older individuals*. Clin Sci (Lond), 1998. **95**(1): p. 59-66.
26. Blaak, E., *Gender differences in fat metabolism*. Curr Opin Clin Nutr Metab Care, 2001. **4**(6): p. 499-502.
27. Levadoux, E., et al., *Reduced whole-body fat oxidation in women and in the elderly*. Int J Obes Relat Metab Disord, 2001. **25**(1): p. 39-44.
28. Nagy, T.R., et al., *Determinants of basal fat oxidation in healthy Caucasians*. J Appl Physiol, 1996. **80**(5): p. 1743-8.
29. Toubro, S., et al., *Twenty-four-hour respiratory quotient: the role of diet and familial resemblance*. J Clin Endocrinol Metab, 1998. **83**(8): p. 2758-64.
30. Blundell, J., *Food Intake and Body Weight Regulation*, in *Regulation of Body Weight*, C. Bouchard, Editor. 1996, Wiley. p. 111-133.
31. Goris, A.H. and K.R. Westerterp, *Postabsorptive respiratory quotient and food quotient-an analysis in lean and obese men and women*. Eur J Clin Nutr, 2000. **54**(7): p. 546-50.
32. Cooling, J. and J. Blundell, *Differences in energy expenditure and substrate oxidation between habitual high fat and low fat consumers (phenotypes)*. Int J Obes Relat Metab Disord, 1998. **22**(7): p. 612-8.
33. Astrup, A., et al., *The effect of an increasing dietary fat content on fat balance and energy expenditure in formerly obese women*. American journal of physiology endocrinology and metabolism, 1994. **266**: p. E592-599.
34. Astrup, A. and J.P. Flatt, *Metabolic Determinants of Body Weight Regulation*, in *Regulation of Body Weight*, C. Bouchard, Editor. 1996, Wiley. p. 193-210.

35. Hainer, V., et al., *Respiratory quotient in obesity: its association with an ability to retain weight loss and with parental obesity*. *Sb Lek*, 2000. **101**(1): p. 99-104.
36. Schutz, Y., *Abnormalities of fuel utilization as predisposing to the development of obesity in humans*. *Obes Res*, 1995. **3**(Suppl 2): p. 173S-178S.
37. Flatt, J.P., *Dietary fat, carbohydrate balance and weight maintenance*. *Ann N Y Acad Sci*, 1993. **683**: p. 122-140.
38. Poehlman, E.T., et al., *Influence of aerobic capacity, body composition, and thyroid hormones on the age-related decline in resting metabolic rate*. *Metabolism*, 1992. **41**(8): p. 915-21.
39. Arciero, P.J., M.I. Goran, and E.T. Poehlman, *Resting metabolic rate is lower in women than in men*. *J Appl Physiol*, 1993. **75**(6): p. 2514-20.
40. Poehlman, E.T., et al., *Determinants of decline in resting metabolic rate in aging females*. *Am J Physiol*, 1993. **264**(3 Pt 1): p. E450-5.
41. Henry, C., *Basal metabolic rate studies in humans: measurement and application*. School of Biological and Molecular Sciences, 2001.
42. Weir, J.B., *New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism*. 1949. *Nutrition*, 1990. **6**(3): p. 213-21.
43. Boshouwers, F.M. and E. Nicaise, *The respiratory quotient in indirect calorimetric measurements*. *Br Poult Sci*, 1983. **24**(2): p. 273-9.
44. 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.
45. Sotherland, P.R., *The reliability of respiratory quotient measurements*. *Respir Physiol*, 1985. **60**(3): p. 387-91.
46. Walsberg, G. and B. Wolf, *Variation in the respiratory quotient of birds and implications for indirect calorimetry using measurements of carbon dioxide production*. *J Exp Biol*, 1995. **198**(Pt 1): p. 213-9.
47. Sun, X.G., et al., *Comparison of exercise cardiac output by the Fick principle using oxygen and carbon dioxide*. *Chest*, 2000. **118**(3): p. 631-40.
48. Gore, C., *Physiological tests for elite athletes*, ed. Australian\_Sport\_Commission. 2000: Human Kinetics. 465.
49. Buchfuhrer, M.J., et al., *Optimizing the exercise protocol for cardiopulmonary assessment*. *J Appl Physiol*, 1983. **55**(5): p. 1558-64.
50. Duncan, G.E., E.T. Howley, and B.N. Johnson, *Applicability of VO<sub>2</sub>max criteria: discontinuous versus continuous protocols*. *Med Sci Sports Exerc*, 1997. **29**(2): p. 273-8.
51. Howley, E.T., D.R. Bassett, Jr., and H.G. Welch, *Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary*. *Med Sci Sports Exerc*, 1995. **27**(9): p. 1292-301.
52. Katch, V.L., S.S. Sady, and P. Freedson, *Biological variability in maximum aerobic power*. *Med Sci Sports Exerc*, 1982. **14**(1): p. 21-5.

53. Wasserman, K., *Breathing during exercise*. N Engl J Med, 1978. **298**(14): p. 780-5.
54. Wasserman, K., *Exercise gas exchange, breath-by-breath*. Am J Respir Crit Care Med, 2002. **165**(3): p. 325-6.
55. Katch, V.L., *Use of the oxygen-body weight ratio in correlational analyses: spurious correlations and statistical considerations*. Med Sci Sports, 1973. **5**(4): p. 253-7.
56. Katch, V., *Correlational v ratio adjustments of body weight in exercise-oxygen studies*. Ergonomics, 1972. **15**(6): p. 671-80.
57. Roubenoff, R., et al., *Use of dual-energy x-ray absorptiometry in body-composition studies: not yet a "gold standard"*. Am J Clin Nutr, 1993. **58**(5): p. 589-91.
58. Prior, B.M., et al., *In vivo validation of whole body composition estimates from dual-energy X-ray absorptiometry*. J Appl Physiol, 1997. **83**(2): p. 623-30.
59. Nord, R.H., *Body composition stability in Lunar DPX*. Appl Radiat Isot, 1998. **49**(5-6): p. 519-20.
60. Brozek, J., *Body composition: models and estimation equations*. Am J Phys Anthropol, 1966. **24**(2): p. 239-46.
61. Nord, R.H., *DXA body composition properties: inherent in the physics or specific to scanner type?* Appl Radiat Isot, 1998. **49**(5-6): p. 517-8.
62. Tothill, P. and R.H. Nord, *Limitations of dual-energy x-ray absorptiometry*. Am J Clin Nutr, 1995. **61**(2): p. 398-400.
63. Milliken, L.A., S.B. Going, and T.G. Lohman, *Effects of variations in regional composition on soft tissue measurements by dual-energy X-ray absorptiometry*. Int J Obes Relat Metab Disord, 1996. **20**(7): p. 677-82.
64. Wellens, R., et al., *Body composition in white adults by dual-energy x-ray absorptiometry, densitometry, and total body water*. Am J Clin Nutr, 1994. **59**(3): p. 547-55.
65. Jebb, S.A., G.R. Goldberg, and M. Elia, *DXA measurements of fat and bone mineral density in relation to depth and adiposity*. Basic Life Sci, 1993. **60**: p. 115-9.
66. Haarbo, J., et al., *Validation of body composition by dual energy X-ray absorptiometry (DEXA)*. Clin Physiol, 1991. **11**(4): p. 331-41.
67. Johnson, J. and B. Dawson-Hughes, *Precision and stability of dual-energy X-ray absorptiometry measurements*. Calcif Tissue Int, 1991. **49**(3): p. 174-8.
68. Heymsfield, S.B. and T. Lohman, *Human Body Composition*. 1995: Human Kinetics.
69. Baumgartner, R.N., et al., *Adipose tissue distribution: the stability of principal components by sex, ethnicity and maturation stage*. Hum Biol, 1986. **58**(5): p. 719-35.
70. Lohman, T.G., *Applicability of body composition techniques and constants for children and youths*. Exerc Sport Sci Rev, 1986. **14**: p. 325-57.

71. Lohman, T., *Hydrodensitometry*, in *Human body composition*. 1996, Human Kinetics.
72. Taylor, H.L., et al., *A questionnaire for the assessment of leisure time physical activities*. *J Chronic Dis*, 1978. **31**(12): p. 741-55.
73. Dill, D., *The economy of muscular exercise*. *Physiological Review*, 1936. **16**: p. 263.
74. Ashley, J. and V. Bovee, *Dietary intake: Recording and analyzing*, in *Obesity; Etiology, assessment, treatment and prevention*, R. Anderson, Editor. 2003, Human Kinetics. p. 99-109.
75. Biro, G., et al., *Selection of methodology to assess food intake*. *Eur J Clin Nutr*, 2002. **56 Suppl 2**: p. S25-32.
76. Shils, M.E., et al., *Dietary and nutritional assessment of the individual*, in *Modern nutrition in health and disease*, A.C. Ross, Editor. 1999.
77. Seidell, J.C., et al., *Fasting respiratory exchange ratio and resting metabolic rate as predictors of weight gain : the Baltimore Longitudinal Study on Aging*. *International journal of obesity*, 1992. **16**: p. 667-674.
78. Schrauwen, P., et al., *Fat balance in obese subjects: role of glycogen stores*. *Am J Physiol*, 1998. **274**(6 Pt 1): p. E1027-33.
79. Kunz, I., et al., *Habitual fat intake and basal fat oxidation in obese and non-obese Caucasians*. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 2002. **26**(2): p. 150-6.
80. Roberts, S.B., et al., *Effects of age on energy expenditure and substrate oxidation during experimental overfeeding in healthy men*. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 1996. **51**(2): p. B148-57.
81. Arciero, P.J., et al., *A practical equation to predict resting metabolic rate in older females*. *J Am Geriatr Soc*, 1993. **41**(4): p. 389-95.
82. Taylor, H.L., et al., *A Questionnaire for the assessment of leisure time physical activities*. *Journal of Chronique Disease*, 1978. **31**: p. 741-755.
83. Weyer, C., et al., *Energy expenditure, fat oxidation, and body weight regulation : a study of metabolic adaptation to long-term weight change*. *Journal of clinical endocrinology and metabolism*, 2000. **85**: p. 1087-1094.
84. Weyer, C., et al., *Determinants of energy expenditure and fuel utilization in man: effects of body composition, age, sex, ethnicity and glucose tolerance in 916 subjects*. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 1999. **23**(7): p. 715-22.
85. Calles-Escandon, J. and P. Driscoll, *Diet and body composition as determinants of basal lipolysis in humans*. *Am J Clin Nutr*, 1995. **61**(3): p. 543-8.
86. Hunter, G.R., et al., *Resistance training increases total energy expenditure and free-living physical activity in older adults*. *J Appl Physiol*, 2000. **89**(3): p. 977-984.
87. Carrasco, D.I., M.D. Delp, and C.A. Ray, *Effect of concentric and eccentric muscle actions on muscle sympathetic nerve activity*. *J Appl Physiol*, 1999. **86**(2): p. 558-63.

88. Pratley, R., et al., *Strength training increases resting metabolic rate and norepinephrine levels in healthy 50- to 65-yr-old men*. J Appl Physiol, 1994. **76**(1): p. 133-7.
89. Broeder, C.E., et al., *The effects of either high-intensity resistance or endurance training on resting metabolic rate*. Am J Clin Nutr, 1992. **55**(4): p. 802-10.
90. Nielsen, S., et al., *Energy expenditure, sex, and endogenous fuel availability in humans*. J Clin Invest, 2003. **111**(7): p. 981-8.
91. Timmons, B.W., O. Bar-Or, and M.C. Riddell, *Oxidation rate of exogenous carbohydrate during exercise is higher in boys than in men*. J Appl Physiol, 2003. **94**(1): p. 278-84.
92. Peronnet, F. and D. Massicotte, *Table of nonprotein respiratory quotient: an update*. Can J Sport Sci, 1991. **16**(1): p. 23-9.
93. Bhagavathi, R. and S.A. Devi, *Interaction of exercise and age on substrates of carbohydrate metabolism*. Indian J Exp Biol, 1993. **31**(1): p. 72-5.
94. Bangsbo, J., et al., *Substrates for muscle glycogen synthesis in recovery from intense exercise in man*. J Physiol, 1991. **434**: p. 423-40.
95. Gollnick, P.D., *Metabolism of substrates: energy substrate metabolism during exercise and as modified by training*. Fed Proc, 1985. **44**(2): p. 353-7.
96. Wood, P.D., R.B. Terry, and W.L. Haskell, *Metabolism of substrates: diet, lipoprotein metabolism, and exercise*. Fed Proc, 1985. **44**(2): p. 358-63.
97. Stankiewicz-Choroszuca, B. and J. Gorski, *Effect of decreased availability of substrates on intramuscular triglyceride utilization during exercise*. Eur J Appl Physiol Occup Physiol, 1978. **40**(1): p. 27-35.
98. Shils, M.E., et al., *Modern nutrition in health and disease*. Ninth edition ed. 1999.

Figure 1: COMPOSANTES DE LA DÉPENSE ÉNERGÉTIQUE JOURNALIÈRE

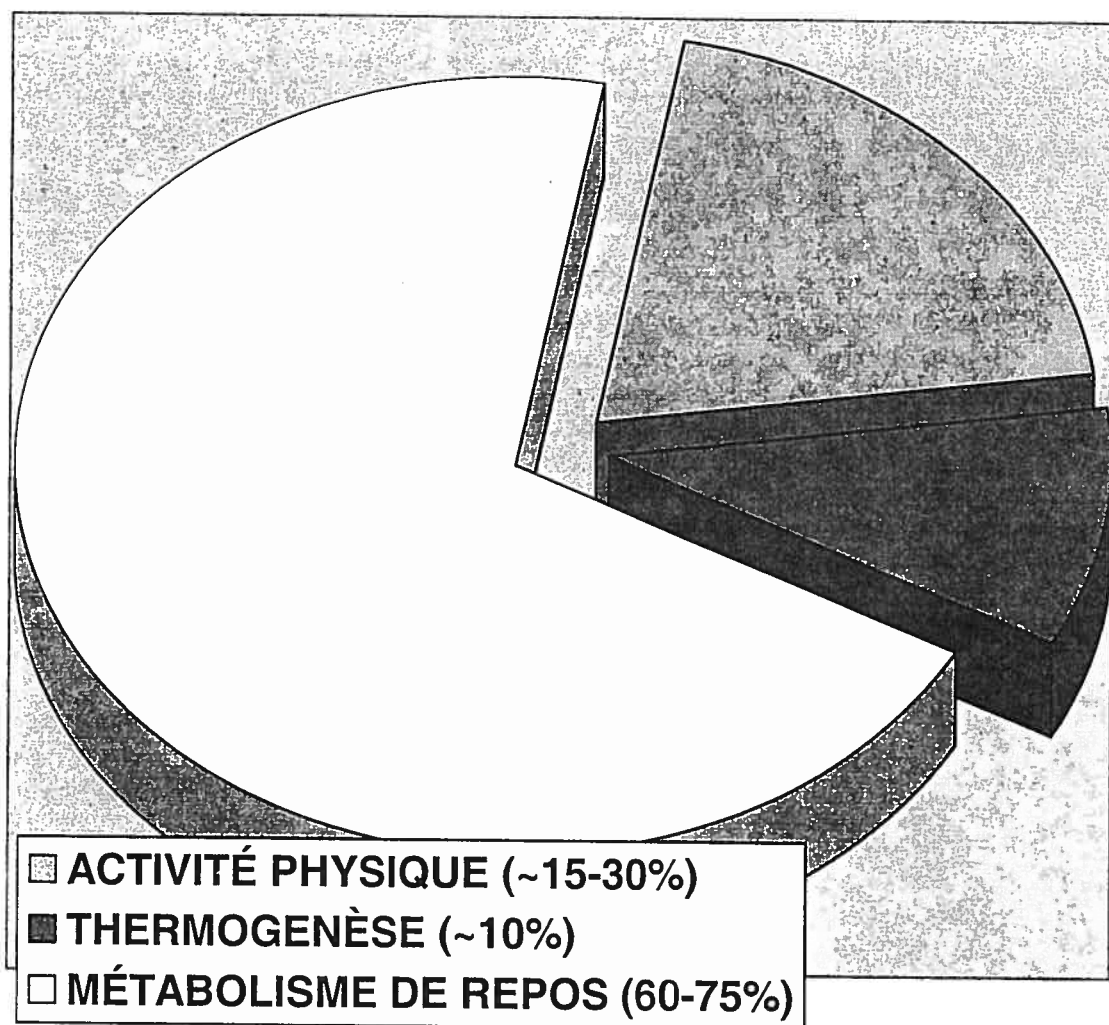


Figure 2: Effet de la température sur le QR

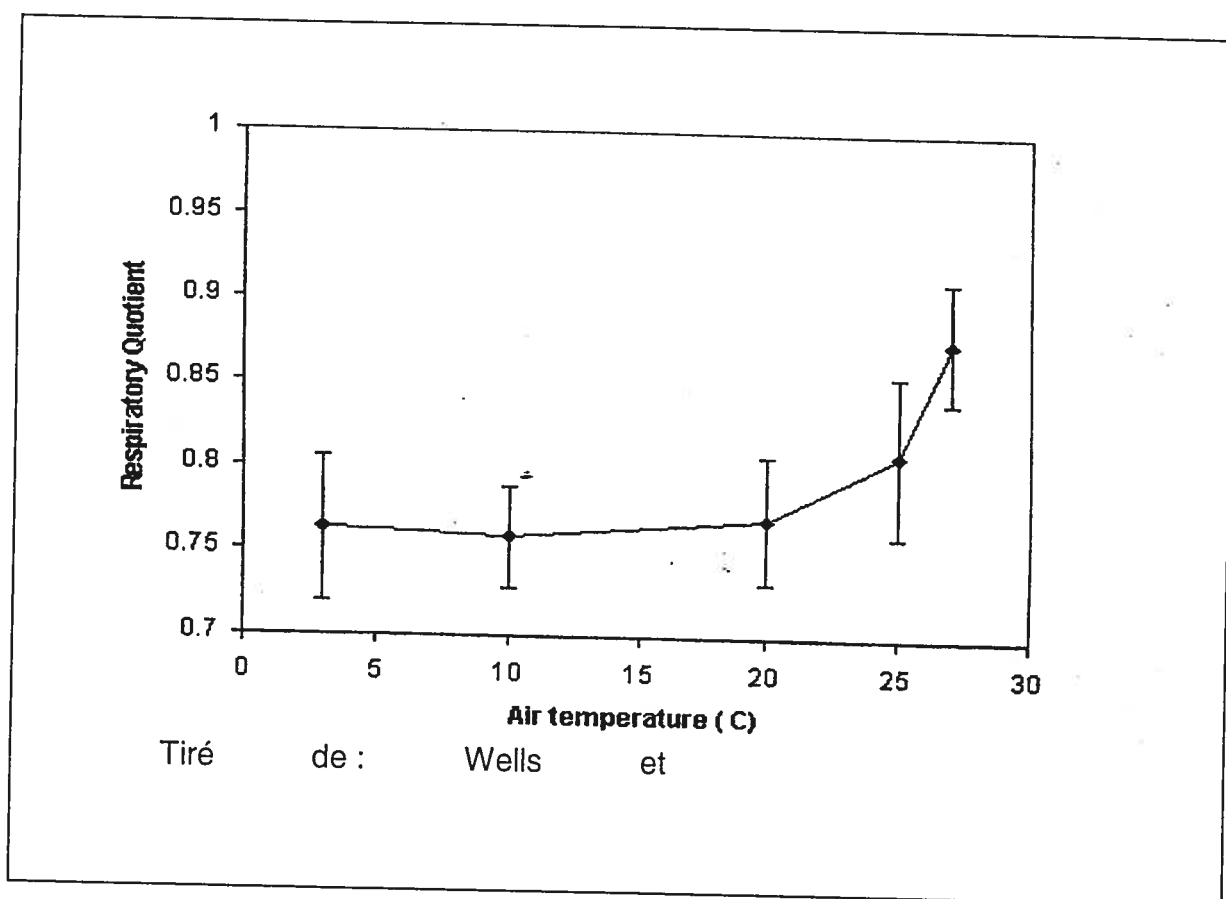




Tableau 1: Coefficient intra-classe pour la calorimétrie

Mesures	N	Moyenne	Variance	se	ICC
Quotient Respiratoire	21	0.811	0.0001	0.0099	0.9804
Métabolisme De repos (kcal/24h)	21	1475.5	129.96	22.753	0.966

Documents non publiés, Unité Métabolique, Université de Montréal, 2002

Tableau 2 : Précision de mesure de calorimètres

<i>Deltatrac</i>	$VO_2$ (ml/min)	$VCO_2$ (ml/min)	$RQ$	$EE$ (kcal/d)
A	2.04	0.86	< 0.01	4.48
B	1.94	0.92	< 0.01	4.36
C	2.10	0.94	< 0.01	4.72

Values are mean of five precision values, each calculated as s.d. of 10 consecutive measurements.

Accuracy and within-machine between-study precision

<i>Deltatrac</i>	$VO_2$	$VCO_2$	$RQ$	$EE$
A error (%)	-1.0	-1.7	0.0	-1.1
A precision (%)	1.5	0.4	0.1	1.2
B error (%)	-1.8	-2.4	-0.1	-1.9
B precision (%)	1.1	0.8	0.1	0.1
C error (%)	-2.8	-1.7	0.0	-2.6
C precision (%)	1.9	0.6	0.1	1.5

Precision values for each machine are s.d. of five tests, expressed as a percentage of the mean percentage recovery of  $VO_2$  and  $VCO_2$ , or s.d. of five tests expressed as a percentage of the observed mean for  $RQ$  and  $EE$ . Accuracy is given as error, that is  $100 \times [(\text{observed} - \text{expected})/\text{expected}]$ .

(Tiré de :Wells et al. [1])

Tableau 3 : Coefficient de corrélation intra-classe (DXA)			
Variable	Moyenne	Se	ICC
<b>Masse maigre (kg)</b>	50.15	±0.6321	0.999
<b>Masse grasse (kg)</b>	16.09	±0.7222	0.999

Données non publiées, Unité Métabolique, 2002

Tableau 4 : Correction de la masse maigre		Avant Corrections					Après Corrections			
Sexe	n	Méthode	Masse Maigre (kg)	sd	% gras	sd	Masse Maigre (kg)	sd	% gras	sd
Femme	260	PH	45.33	6.0	26.24	9.07	43.48	4.75	26.57	7.19
Homme	278	PH	65.22	8.6	16.47	8.03	65.39	7.23	17.81	4.99
PH = Pesée hydrostatique										

Tableau 5 : Avantages et inconvénients journal alimentaire de 3 jours

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facile à administrer</li> <li>• Peu coûteux à administrer</li> <li>• Utile en milieu clinique</li> <li>• Les données recueillies peuvent être répétées avec une précision acceptable</li> <li>• Ne dépend pas de la mémoire des participants, réduction des omissions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demande une implication plus importante de la part du participant</li> <li>• L'action de remplir le journal peut influencer le comportement et modifier les choix alimentaires</li> <li>• Les apports recueillis peuvent être ce que le sujet souhaite projeter</li> <li>• Pas de différence saisonnière ou mensuelle</li> <li>• Possibilité importante de sous-rapport ou sur-rapport selon les individus</li> <li>• Analyse nutritionnelle plus coûteuse et plus longue</li> </ul>
<p>Tiré de: Modern Nutrition in Health and Disease et Obesity; Etiology, assessment, treatment and prevention [74, 76, 98]3]</p>	

Tableau 6: Apports nutritionnels

Variables	Femmes, n= 339		Hommes, n= 278	
	Moy $\pm$ sd	Étendue	Moy $\pm$ sd	Étendue
Apport en kcal	1879 $\pm$ 486	926 – 3843	2791 $\pm$ 804*	1123 – 5877
Apport en protéines (g)	75 $\pm$ 30	26 - 466	111 $\pm$ 39*	42 – 295
Apport en glucides (g)	260 $\pm$ 81	103 - 784	368 $\pm$ 131*	75 – 840
Apports en lipides (g)	60 $\pm$ 23	11 - 136	93 $\pm$ 39*	13 – 311
Quotient alimentaire (Food Quotient)	0.877 $\pm$ 0.022	0.81 - 0.95	0.872 $\pm$ 0.026	0.74 – 0.94
	n= 260		+ n= 276	

• \*: p < 0.001 + : p = 0.415

Tableau 7: Analyse multivariée : apports nutritionnels et QR		
Hommes, n= 278	Femmes, n= 339	
Variables	r	p
Apport en kcal	- 0,055	0,156
Apport en protéines (g)	-0,129	0,009
Apport en glucides (g)	-0,048	0,188
Apports en lipides (g)	0.002	0.482
Quotient alimentaire	-0,010	0.426

Tableau 8: Valeurs de QR ajustées pour l'apport en protéines			
Women n = 339		Men n = 278	p
QR	0,828	0,811	< 0,001
QR ajusté pour l'apport en protéines	0,827	0,813	< 0,01

