

2m 11.3302.5

Université de Montréal

Comparaison de quatre méthodes d'évaluation de l'obésité

par  
Sophie Brisebois

Département d'anthropologie  
Faculté des arts et sciences

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

avril 2005

©, Sophie Brisebois



GN

4

U54

2005

v.029

**Direction des bibliothèques**

**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 :  
Critique de quatre méthodes d'évaluation de l'obésité

présenté par :  
Sophie Brisebois

A été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Michelle Drapeau  
président-rapporteur

Francis Forest  
directeur de recherche

Nils Chaillet  
Membre du Jury

## RÉSUMÉ EN FRANÇAIS ET LES MOTS CLÉS EN FRANÇAIS

L'obésité est le problème médical et social de l'heure. Les médias en parlent sans cesse, sans véritablement nous expliquer de quoi il s'agit. S'agit-il d'un poids trop important, d'une quantité de graisse trop importante? Comment évalue t-on le phénomène? La méthode la plus répandue et utilisée par les professionnels de la santé est l'IMC. Cette méthode comporte cependant de sérieuses lacunes. Cette recherche propose donc de comparer l'IMC avec la méthode des plis cutanés, la bioimpédance et la somatotypie de Sheldon. Une série d'analyses en composantes principales nous permettra de déterminer quelle méthode explique le mieux le phénomène de l'obésité en tant que surplus de tissus graisseux. Il sera démontré par le fait même que l'obésité n'est pas une question de poids, mais bien de quantité relative de tissus graisseux. Un nouvel indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse sera élaboré afin de mieux évaluer la composition tissulaire d'une personne. Le fonctionnement d'un analyseur d'adiposité par bioimpédance sera également évalué afin de déterminer si l'impédance est véritablement utilisée ou si le pourcentage de graisse obtenu résulte d'un calcul basé sur l'IMC.

### MOTS CLÉS :

IMC, somatotypie, bioimpédance, plis cutanés, pourcentage de graisse, indice, obésité, endomorphisme, mésomorphisme, Omron.

## RÉSUMÉ EN ANGLAIS ET LES MOTS CLÉS EN ANGLAIS

Obesity is the medical and social problem of the day. The media abundantly and incessantly shower us with articles on the subject but, without really explaining what obesity really is and what it exactly entails. Is obesity plain overweight? Or an excessive quantity of fat? How can we evaluate the phenomena. The most extended method used by the health professionals is the BMI. This method however entails some serious deficiencies. This research proposes to compare the BMI method with the other methods, namely skinfolds, bio-impedance and Sheldon's somatotypes. A series of analysis of the major components of each method will permit us to determine which method explains better the phenomena of obesity as a surplus of fatty tissues. It will thus be demonstrated that obesity is not a question of weight, but rather a question of the percentage or quantity of fatty tissues. A new indicator of obesity, through the determination of the percentage of fatty tissues, will be elaborated in order to better evaluate the tissue composition of a person. The functioning of an analyzer of adiposity by bio-impedance will also be evaluated in order to determine if the percentage of body fat is genuinely obtained by using impedance or if the results depend on a pure mathematical process using BMI.

### KEY WORDS :

BMI, somatotypes, bio-impedance, skinfolds, body fat pourcentage, indicator, obesity, endomorphism, mesomorphism, Omron.

## TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE 1 : INTRODUCTION .....	i
1.1. PROBLÉMATIQUE : .....	1
1.2. LA MESURE DE L'OBÉSITÉ : .....	3
1.2.1. L'INDICE DE MASSE CORPORELLE (IMC) : .....	3
1.2.2. LES PLIS CUTANÉS : .....	5
1.2.3. LA BIO-IMPÉDANCE : .....	6
1.2.4. LA SOMATOTYPIE SELON SHELDON : .....	8
1.3. HYPOTHÈSES : .....	9
CHAPITRE 2 : MÉTHODOLOGIE ET DONNÉES .....	11
2.1. MÉTHODOLOGIE : .....	11
2.2. LES DONNÉES : .....	13
2.2.1. POURCENTAGE DE GRAISSE OMRON. ....	14
2.2.2. POURCENTAGE DE GRAISSE ANTHROPOMÉTRIQUE : .....	14
2.2.3. VOLUME DE GRAISSE DES SEGMENTS DE MEMBRES : .....	15
2.2.4. L'INDICE DE MASSE CORPORELLE : .....	16
2.2.5. VARIABLES DE LA SOMATOTYPIE SELON SHELDON : .....	17
2.2.6. CONSTITUTION : .....	17
2.2.7. INDICATEUR D'OBÉSITÉ CONSOLIDÉ EN POURCENTAGE DE GRAISSE : .....	19

CHAPITRE 3 : VALIDITÉ GÉNÉRALE DE L'IMC .....	20
3.1. FEMMES HIVER 2004 : .....	20
3.2. FEMMES MONTRÉAL 88 : .....	22
3.3. HOMME HIVER 2004 : .....	22
3.4. HOMMES MONTRÉAL 88 : .....	24
CHAPITRE 4 : VALEUR DIAGNOSTIQUE DE L'IMC.....	26
4.1. FEMMES MONTRÉAL 88 : .....	27
4.1.1. INDICATEUR D'OBÉSITÉ CONSOLIDÉ EN POURCENTAGE DE GRAISSE CHEZ LES FEMMES DE L'ÉCHANTILLON MONTRÉAL 88 : .....	30
4.2. HOMMES MONTRÉAL 88 : .....	37
4.2.1. INDICATEUR D'OBÉSITÉ CONSOLIDÉ EN POURCENTAGE DE GRAISSE CHEZ LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON MONTRÉAL 88 : .....	38
4.3. FEMMES HIVER 2004 : .....	46
4.3.1. INDICATEUR D'OBÉSITÉ CONSOLIDÉ EN POURCENTAGE DE GRAISSE CHEZ LES FEMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004 : .....	46
4.4. HOMMES HIVER 2004 : .....	52
4.4.1. INDICATEUR D'OBÉSITÉ CONSOLIDÉ EN POURCENTAGE DE GRAISSE CHEZ LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004 : .....	52
CHAPITRE 5 : L'ANALYSEUR D'ADIPOSITÉ OMRON HBF-306INT .....	60
5.1. FEMMES HIVER 2004 : .....	61
5.1.1. COMPARAISON DES DEUX MODES : .....	63
5.2. HOMMES HIVER 2004 : .....	65
5.2.1. COMPARAISON DES DEUX MODES : .....	66



CHAPITRE 6 : CONCLUSIONS.....	70
6.1. L'IMC : .....	70
6.2. L'ANALYSEUR D'ADIPOSITÉ OMRON HBF-306INT :.....	73
ANNEXE 1.....	75
ANNEXE 2 .....	81
ANNEXE 3 .....	82
ANNEXE 4.....	83
BIBLIOGRAPHIE.....	i

## LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU I, TABLE DES CONSTANTES SERVANT AU CALCUL DU POIDS MAIGRE POUR LES FEMMES ET LES HOMMES .....	15
TABLEAU II, CATÉGORIES D'IMC SELON L'ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ.....	16
TABLEAU III, MATRICE DES COMPOSANTES CHEZ LES FEMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004.....	20
TABLEAU IV, MATRICE DES COMPOSANTES CHEZ LES FEMMES DE L'ÉCHANTILLON MONTRÉAL 88.....	22
TABLEAU V, MATRICE DES COMPOSANTES CHEZ LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004.....	23
TABLEAU VI, MATRICE DES COMPOSANTES CHEZ LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON MONTRÉAL 88.....	24
TABLEAU VII, ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES POUR UN NOUVEL INDICE CHEZ LES FEMMES DE L'ÉCHANTILLON MONTRÉAL 88 .....	31
TABLEAU VIII, COEFFICIENTS DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE POUR LES INTERVALLES DE L'IMC CHEZ LES FEMMES DE L'ÉCHANTILLON MONTRÉAL 88 .....	34
TABLEAU IX, LIMITES DE L'INDICATEUR D'OBÉSITÉ CONSOLIDÉ EN POURCENTAGE DE GRAISSE DES INTERVALLES DE L'IMC POUR LES FEMMES DE L'ÉCHANTILLON MONTRÉAL 88 .....	34
TABLEAU X, CLASSEMENT SELON L'INDICATEUR D'OBÉSITÉ CONSOLIDÉ EN POURCENTAGE DE GRAISSE POUR LES FEMMES DE L'ÉCHANTILLON MONTRÉAL 88.....	36
TABLEAU XI, ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES POUR UN NOUVEL INDICE CHEZ LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON MONTRÉAL 88 .....	38
TABLEAU XII, COEFFICIENTS DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE POUR LES INTERVALLES DE L'IMC CHEZ LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON MONTRÉAL 88 .....	40

TABLEAU XIII, LIMITES DE L'INDICATEUR D'OBÉSITÉ CONSOLIDÉ EN POURCENTAGE DE GRAISSE DES INTERVALLES DE L'IMC POUR LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON MONTRÉAL 88.....	40
TABLEAU XIV, CLASSEMENT SELON L'INDICATEUR D'OBÉSITÉ CONSOLIDÉ EN POURCENTAGE DE GRAISSE POUR LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON MONTRÉAL 88 .....	44
TABLEAU XV, ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES POUR UN NOUVEL INDICE CHEZ LES FEMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004.....	46
TABLEAU XVI, COEFFICIENTS DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE POUR LES INTERVALLES DE L'IMC CHEZ LES FEMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004 .....	48
TABLEAU XVII, LIMITES DE L'INDICATEUR D'OBÉSITÉ CONSOLIDÉ EN POURCENTAGE DE GRAISSE DES INTERVALLES DE L'IMC POUR LES FEMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004.....	48
TABLEAU XVIII, CLASSEMENT SELON L'INDICATEUR D'OBÉSITÉ CONSOLIDÉ EN POURCENTAGE DE GRAISSE POUR LES FEMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004.....	51
TABLEAU XIX, ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES POUR UN NOUVEL INDICE CHEZ LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004 .....	53
TABLEAU XX, COEFFICIENTS DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE POUR LES INTERVALLES DE L'IMC CHEZ LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004 .....	54
TABLEAU XXI, LIMITES DE L'INDICATEUR D'OBÉSITÉ CONSOLIDÉ EN POURCENTAGE DE GRAISSE DES INTERVALLES DE L'IMC POUR LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004 .....	55
TABLEAU XXII, CLASSEMENT SELON L'INDICATEUR D'OBÉSITÉ CONSOLIDÉ EN POURCENTAGE DE GRAISSE POUR LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004 .....	59
TABLEAU XXIII, TEST DE T PAIRÉ POUR LES POURCENTAGES DE GRAISSE TELS QU'ESTIMÉS PAR L'ANALYSEUR D'ADIPOSITÉ OMRON EN MODE NORMAL ET ATHLÈTE CHEZ LES FEMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004.....	64

TABLEAU XXIV, TEST DE T PAIRÉ POUR LES POURCENTAGES DE GRAISSE  
TELS QU'ESTIMÉS PAR L'ANALYSEUR D'ADIPOSITÉ OMRON EN  
MODE NORMAL ET ATHLÈTE CHEZ LES HOMMES DE  
L'ÉCHANTILLON HIVER 2004..... 68

TABLEAU XXV, INDICATEUR D'OBÉSITÉ CONSOLIDÉ EN POURCENTAGE  
DE GRAISSE DES HOMMES ET DES FEMMES DE L'ÉCHANTILLON  
MONTRÉAL 88, SELON LES QUATRE CATÉGORIES D'IMC DE  
L'ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ ..... 72

## LISTE DES FIGURES

FIGURE 1, LA DÉCOMPOSITION DES VOLUME DES SEGMENTS DE MEMBRES .....	16
FIGURE 2, HISTOGRAMMES DES DISTRIBUTIONS DU POURCENTAGE DE GRAISSE ESTIMÉ ANTHROPOMÉTRIQUEMENT CHEZ LES FEMMES DE L'ÉCHANTILLON MONTRÉAL 88 SELON LES QUATRE CATÉGORIES DE L'IMC.....	28
FIGURE 3, DIAGRAMME DE DISPERSION DE L'IMC EN RELATION AVEC LE POURCENTAGE DE GRAISSE ESTIMÉ ANTHROPOMÉTRIQUEMENT CHEZ LES FEMMES DE L'ÉCHANTILLON MONTRÉAL 88.....	29
FIGURE 4, DIAGRAMME DE DISPERSION DU SCORE FACTORIEL 1 EN RELATION AVEC LE POURCENTAGE DE GRAISSE ESTIMÉ ANTHROPOMÉTRIQUEMENT CHEZ LES FEMMES DE L'ÉCHANTILLON MONTRÉAL 88.....	32
FIGURE 5, DISPERSION DE L'INDICATEUR D'OBÉSITÉ CONSOLIDÉ EN POURCENTAGE DE GRAISSE EN RELATION AVEC LE POURCENTAGE DE GRAISSE ESTIMÉ ANTHROPOMÉTRIQUEMENT CHEZ LES FEMMES DE L'ÉCHANTILLON MONTRÉAL 88.....	33
FIGURE 6, HISTOGRAMMES DES DISTRIBUTIONS DE L'INDICATEUR D'OBÉSITÉ CONSOLIDÉ EN POURCENTAGE DE GRAISSE SELON LES QUATRE CATÉGORIES DE L'IMC CHEZ LES FEMMES DE L'ÉCHANTILLON MONTRÉAL 88 .....	34
FIGURE 7, DISPERSION DE L'IMC EN RELATION AVEC LE POURCENTAGE DE GRAISSE ESTIMÉ ANTHROPOMÉTRIQUEMENT CHEZ LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON MONTRÉAL 88 .....	38
FIGURE 8, DISPERSION DE L'INDICATEUR D'OBÉSITÉ CONSOLIDÉ EN POURCENTAGE DE GRAISSE EN RELATION AVEC LE POURCENTAGE DE GRAISSE ESTIMÉ ANTHROPOMÉTRIQUEMENT CHEZ LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON MONTRÉAL 88.....	39
FIGURE 9, HISTOGRAMME DES DISTRIBUTION DE L'INDICATEUR D'OBÉSITÉ CONSOLIDÉ EN POURCENTAGE DE GRAISSE SELON LES QUATRE CATÉGORIES DE L'IMC CHEZ LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON MONTRÉAL 88 .....	41
FIGURE 10, HISTOGRAMME DE LA DISTRIBUTION DE LA COTE DE MÉSOMORPHISME POUR LA TROISIÈME CATÉGORIE DE L'IMC CHEZ LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON MONTRÉAL 88 .....	43
FIGURE 11, HISTOGRAMME DE LA DISTRIBUTION DE LA COTE DE MÉSOMORPHISME POUR LA QUATRIÈME CATÉGORIE DE L'IMC CHEZ LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON MONTRÉAL 88 .....	44

- FIGURE 12, DISPERSION DE L'INDICATEUR D'OBÉSITÉ CONSOLIDÉ EN POURCENTAGE DE GRAISSE EN RELATION AVEC LE POURCENTAGE DE GRAISSE ESTIMÉ ANTHROPOMÉTRIQUEMENT CHEZ LES FEMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004 ..... 47
- FIGURE 13, HISTOGRAMMES DES DISTRIBUTIONS DE L'INDICATEUR D'OBÉSITÉ CONSOLIDÉ EN POURCENTAGE DE GRAISSE SELON LES QUATRE CATÉGORIES DE L'IMC CHEZ LES FEMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004 ..... 50
- FIGURE 14, DISPERSION DE L'INDICATEUR D'OBÉSITÉ CONSOLIDÉ EN POURCENTAGE DE GRAISSE EN RELATION AVEC LE POURCENTAGE DE GRAISSE ESTIMÉ ANTHROPOMÉTRIQUEMENT CHEZ LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004 ..... 54
- FIGURE 15, HISTOGRAMME DES DISTRIBUTIONS DE L'INDICATEUR D'OBÉSITÉ CONSOLIDÉ EN POURCENTAGE DE GRAISSE SELON LES QUATRE CATÉGORIES DE L'IMC CHEZ LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004. .... 56
- FIGURE 16, DISTRIBUTION DE LA COTE DE MÉSOMORPHISME POUR LA DEUXIÈME CATÉGORIE DE L'IMC CHEZ LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004 ..... 57
- FIGURE 17, DISTRIBUTION DE LA COTE DE MÉSOMORPHISME POUR LA TROISIÈME CATÉGORIE DE L'IMC CHEZ LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004 ..... 58
- FIGURE 18, DISTRIBUTION DE LA COTE DE MÉSOMORPHISME POUR LA QUATRIÈME CATÉGORIE DE L'IMC CHEZ LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004 ..... 59
- FIGURE 19, HISTOGRAMMES DE LA DISTRIBUTION DES DEUX POURCENTAGES DE GRAISSE TELS QU'ESTIMÉS PAR L'ANALYSEUR D'ADIPOSITÉ OMRON CHEZ LES FEMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004 ..... 63
- FIGURE 20, RÉGRESSIONS METTANT EN RELATION LA DIFFÉRENCE ENTRE LES DEUX POURCENTAGES DE GRAISSE TELS QU'ESTIMÉS PAR L'ANALYSEUR D'ADIPOSITÉ OMRON ET L'IMC CHEZ LES FEMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004..... 65
- FIGURE 21, HISTOGRAMMES DE LA DISTRIBUTION DES DEUX POURCENTAGES DE GRAISSE TELS QU'ESTIMÉS PAR L'ANALYSEUR D'ADIPOSITÉ OMRON CHEZ LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004 ..... 67

FIGURE 22, RÉGRESSIONS METTANT EN RELATION LA DIFFÉRENCE ENTRE LES DEUX POURCENTAGES DE GRAISSE TELS QU'ESTIMÉS PAR L'ANALYSEUR D'ADIPOSITÉ OMRON ET L'IMC CHEZ LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004.....	68
--	----

## CHAPITRE 1 : INTRODUCTION

### 1.1. PROBLÉMATIQUE :

Tous les médias en font état, l'obésité prend aujourd'hui les proportions d'un fléau partout sur la planète (OMS, 2003 : 2). Que ce soit dans les journaux, à la télévision, dans les revues spécialisées, le phénomène est constamment discuté et dénoncé.

Bien qu'il existe des disparités entre les pays du monde, la tendance depuis les vingt dernières années est à l'augmentation du taux d'obésité, et ce, pour toutes les tranches d'âge de la population (CHARLES, 2003 : 30). Par exemple, une étude menée en France par l'Institut de veille sanitaire en 2000 évaluait à 14,3 % les enfants âgés de 7 à 9 ans atteints de surpoids et à 3,8 % le pourcentage d'obésité des enfants de cette même tranche d'âge. Notons que cette étude ne mentionne pas la méthode par laquelle le surpoids et l'obésité ont été estimés (CHARLES, 2003 : 33).

Bien que l'on en parle beaucoup, l'obésité est cependant rarement définie. Le mot obèse provient de « ob », qui signifie trop, et « edere », qui signifie manger. Ceci fait ressortir l'idée qu'une personne obèse est une personne qui mange trop, pensée encore très répandue aujourd'hui.

Il existe plusieurs façons de définir l'obésité. Généralement, l'obésité est décrite comme étant un état dans lequel on constate une quantité excessive de gras corporel (BRAY et al., 1979 : 20). Du point de vue social, l'obésité de l'individu dépendra de ce qui est jugé comme étant acceptable, cette norme variant dans le temps et l'espace (BRAY et al., 1979 : 21). Une autre façon de définir l'état obèse d'une personne est si son poids se situe dans les vingt derniers percentiles. L'obésité morbide sera diagnostiquée lorsque le poids de l'individu excède son poids idéal de 45,5 kg, ou qu'il dépasse ce dernier de 50 % à 100 % (BRAY et al., 1979 : 21). Finalement, d'une perspective opérationnelle, l'obésité se définira selon les critères en deçà desquels la mortalité et la morbidité cessent d'augmenter, c'est-à-



dire le poids en deçà duquel l'individu voit son risque de mortalité ou de développer des maladies liées à l'obésité diminuer (BRAY et al., 1979 : 21).

L'obésité peut donc être définie de plusieurs façons. On s'entend cependant sur le fait qu'une personne est obèse si son poids est jugé trop élevé, mais cette limite supérieure varie.

Il existe également différentes méthodes d'évaluer l'obésité. Ce sont de ces méthodes dont ce travail traitera car, tout comme les définitions, ces dernières varient beaucoup.

En fait, il sera question de quatre méthodes en particulier, soit : l'IMC, c'est-à-dire l'indice de masse corporelle, la méthode des plis cutanés, l'impédance et la somatotypie selon Sheldon. Ces méthodes seront d'abord décrites et ensuite comparées.

De toutes les définitions, il ressort que l'obésité peut se définir comme un surplus de tissus adipeux relativement au autres tissus, donc comme un pourcentage de graisse trop élevé, dans le poids corporel total. Nous croyons que l'IMC peut mal représenter ce concept, donc présenter un problème de validité important, surtout lorsqu'il est utilisé comme outil diagnostique au niveau individuel. Ce travail portera donc une attention particulière à cette méthode d'évaluation.

## 1.2. LA MESURE DE L'OBÉSITÉ :

Il existe une littérature abondante au sujet de ces quatre méthodes d'analyse de la composition tissulaire des individus. Cette section est en fait un survol de la littérature afin d'expliquer sommairement ce sur quoi se basent ces méthodes, leur fonctionnement général ainsi que leurs avantages et désavantages.

### 1.2.1. L'INDICE DE MASSE CORPORELLE (IMC) :

La première méthode abordée dans ce travail, la plus répandue pour mesurer l'obésité et reconnue internationalement est l'IMC, c'est-à-dire, l'indice de masse corporelle (MATSUZAWA, 1990 : 159). Cette méthode consiste à prendre le poids en kg de l'individu et de le diviser par sa taille en mètre mise au carré (MATSUZAWA, 1990 : 159).

Une fois l'indice obtenu, il est référé à une table prédéfinie par l'Organisation mondiale de la santé (OMRON, 2001 :14). Pour un IMC de 25 à 29,9, on parle d'un surpoids. A partir de trente, l'individu est considéré comme étant obèse; de 30 à 34,9, il s'agit d'obésité modérée; de 35 à 39,9, d'obésité sévère et 40 et plus, d'obésité très sévère (BASDEVANT, 2003 : 20). Un IMC élevé est associé aux maladies métaboliques, coronariennes, du foie et à l'hyperuricémie (MATSUZAWA, 1990 : 163).

L'utilisation de cette technique est relativement facile et peu coûteuse, ce qui en fait un indice pratique. Cependant, si l'individu ne connaît pas la formule utilisée pour calculer son IMC, il peut difficilement comprendre la signification de cet indice. Aussi, comme le souligne Israël et al. (1990) dans leur étude, si on se fiait seulement à cet indice, « les joueurs de football américains seraient considérés comme étant atteints d'obésité morbide, même si leur corps n'a en moyenne que 18 % de tissus gras » (ISRAËL et al., 1990 :145). Ceci souligne que le poids seul n'est pas suffisant pour déterminer s'il y a

surplus de graisse ou condition obèse ; la composition tissulaire de l'individu est donc indispensable.

Une autre étude portant sur les complications du cycle menstruelle chez des danseuses de ballet démontre que certaines femmes du groupe contrôle composé de femmes ne dansant pas et étant considérées comme étant sous leur poids santé selon l'IMC obtenaient cependant un pourcentage de graisse normal et parfois même plus élevé que la normal (STOKIAT et al., 2005 :195).

Inversement, l'étude de Kontogianni et al. (2005) indique que certains individus ayant un pourcentage de graisse plus élevé que la moyenne obtiennent un IMC inférieur à 25, ce qui ne devrait pas être le cas, car un IMC de 25 est considéré comme normal (KONTOGIANNI et al., 2005 : 307).

Thomas et al. (2005) quant à eux, dans leur étude portant sur des hommes chinois de différents groupes d'âge note que pour un même IMC, il existe une variation dans le tour de taille ainsi que dans le pourcentage de graisse (THOMAS et al., 2005 : 1).

Bien que l'IMC soit corrélé de façon modérée mais significative à l'obésité, cet indice n'est pas spécifique (ISRAËL et al, 1990 : 147). Pongchaiyakul et al. (2005) démontrent cependant que l'IMC, utilisé en rapport avec d'autres données anthropométriques tels des périmètres et des plis cutanés peut constituer une méthode simple, fiable ( $r^2 = 0,68$ ) et peu onéreuse d'évaluer la composition corporelle d'un sujet (PONGCHAIYAKUL et al., 2005 : 729).

De plus, plusieurs études soulignent, et ce depuis déjà plusieurs années, que l'emplacement de l'accumulation des tissus graisseux influence grandement l'incidence des maladies associées à un IMC élevé (MATSUZAWA, 1990 :163). Par exemple l'accumulation de graisse dans la région abdominale est associée entre autre aux maladies cardiaques (SCHARFETTER et al. 2001 : 505). De ce constat, des types d'obésité on été

élaborés, tel le type androïde, qui accumule les graisses dans la région abdominale et le type gynécoïdal accumulant les graisses dans le bas du corps (BRAY et al., 1979 : 21).

### 1.2.2. LES PLIS CUTANÉS :

La deuxième méthode abordée dans ce travail est celle des plis cutanés. Il s'agit d'une méthode relativement facile d'application, peu coûteuse et ne causant que peu de désagrément au sujet. Cette technique se base sur l'hypothèse stipulant que l'épaisseur des tissus graisseux sous cutanés reflète la masse grasse totale de l'individu (BARBE, 2003 : 5). La mesure du pli cutané représente l'épaisseur de la peau et des tissus adipeux situés entre l'épiderme et les tissus musculaires.

Notons que les femmes obtiennent généralement des mesures de plis cutanés plus grandes que les hommes. Cette accumulation différentielle des graisses est un caractère sexuel secondaire (HARRISON et al., 1989 : 350).

La mesure des plis cutanés se fait par un observateur à l'aide d'une pince, l'adiposomètre. Les mesures sont compilées à l'ordinateur qui, à l'aide d'équations, calculera divers résultats dont le pourcentage de gras total (BARBE, 2003 : 5). Dans le cadre de cette étude, nous utilisons les équations de Wilmore et Behnk (LARSON, 1974 : 243).

Afin que ce procédé donne des résultats valables, l'observateur doit être expérimenté. Son coefficient de variation personnel ne doit pas dépasser cinq pourcent et il doit faire les lectures rapidement afin de ne pas écraser les tissus adipeux et ainsi fausser les résultats (BARBE, 2003 : 5).

Cette technique comporte cependant certains problèmes. Il est difficile, voire même impossible, de prendre les mesures des plis cutanés sur des sujets sévèrement obèses. Aussi, bien que les plis soient définis de façon formelle, c'est l'observateur qui les localise sur le corps des sujets, ce qui peut entraîner une erreur. Notons cependant que l'importance de cette erreur peut être contrôlée en vérifiant le coefficient de variation personnelle de

l'observateur ainsi que l'erreur interpersonnelle. En dernier lieu, cette technique ne permet pas d'estimer directement les tissus adipeux profonds, donc ne permet pas la détermination de l'obésité viscérale (BARBE, 2003 : 6).

### 1.2.3. LA BIO-IMPÉDANCE :

La bio-impédance quant à elle se base sur les propriétés électriques du corps, c'est-à-dire sa conductibilité. Tous les tissus du corps n'ont pas la même conductibilité. Par exemple, le gras impose plus de résistance que le sang (GRIMNES et al., 2000 : 1).

L'impédance se mesure par l'application d'un courant électrique à l'aide de deux électrodes sur le corps du sujet. Deux autres électrodes mesurent le voltage de ce courant une fois qu'il a passé à travers le corps (GRIMNES et al., 2000 : 1).

La formule  $Z = \rho L / A$  est ensuite utilisée pour calculer l'impédance. « Z » représente l'impédance, «  $\rho$  » la résistance du tissu, « L » la distance entre les électrodes enregistrant le voltage et « A » est la région du corps étudiée (GRIMNES et al., 2000 : 1).

Cette technique peut être utilisée pour l'étude de troubles cardiaques, faire de la tomographie, étudier la composition corporelle, etc. (GRIMNES et al., 2000 : 2). Le principe de la bio-impédance a été maintes fois utilisé pour de telles études. Ses résultats mis en relation avec d'autres techniques déjà établies, comme les rayons X (LUKASKI, 2000 : 154), ou encore par imagerie par résonance magnétique paraissent probants (SALINARI et al., 2002 : 960).

Cependant, cette technique paraît être utilisée principalement pour étudier des régions discrètes du corps, tel l'abdomen ou les jambes, comme l'indique Lukaski (2000) dans sa recherche sur la composition des cuisses de femmes obèses en processus de perte de poids (LUKASKI, 2000 : 154).

Sung et al. (2001) dans leur recherche sur les enfants de Hong Kong confirme également la validité de cette technique en la comparant avec les rayons X, mais aussi en

vérifiant le fait que les mêmes résultats sont obtenus lorsque l'expérience est répétée (SUNG et al., 2001 : 1).

Bien que Sung et al. (2001) notent que l'impédance surestimait systématiquement le pourcentage de graisse, cette surestimation (1,65 % de graisse) n'était pas statistiquement significative (SUNG et al., 2001 : 4).

Cette recherche soulève l'intérêt, car son protocole stipule l'utilisation d'un analyseur d'adiposité (TBF-401, tanita Co.). De plus, les chercheurs devaient mesurer la stature du sujet ainsi que son poids (SUNG et al., 2001 : 3). Ceci est particulièrement intéressant, car l'analyseur d'adiposité utilisé dans le cadre de cette maîtrise, soit l'analyseur d'adiposité OMRON HBF-306INT, exige également l'entrée de ces données. Le fait de devoir inclure des données anthropométriques semble donc faire partie intégrante de l'utilisation de la bio-impédance.

Sung et al. (2001) soulignent cependant que toutes les recherches portant sur la bio-impédance n'atteignent pas les mêmes résultats et conclusions. Toutes ces recherches n'appliquaient pas l'impédance de la même façon et une technique ne peut être interchangeable. Aussi, un protocole ne devrait inclure que des instruments de bio-impédance provenant de la même compagnie, car les équations intégrées dans le fonctionnement des analyseurs ne sont pas toutes les mêmes (SUNG et al., 2001 : 7).

Aussi, Sung et al. (2001) notent que plusieurs facteurs externes échappant souvent au contrôle des chercheurs influencent les résultats de l'analyseur d'adiposité. Idéalement, le test doit être fait le matin, alors que le sujet est à jeun, car la rétention d'eau, l'activité physique ou la prise d'un repas, par exemple, modifient les mesures (SUNG et al., 2001 : 7).

Cependant l'analyse de tout le corps par un analyseur d'adiposité par bio-impédance ne donne pas d'information sur la composition de régions discrètes du corps, comme l'abdomen, par exemple, alors que l'endroit où s'accumulent les graisses est un facteur très

important dans le développement de plusieurs maladies liées à l'obésité (SCHARFETTER et al., 2001 : 1).

La méthode par impédance est ici représentée par l'analyseur d'adiposité OMRON HBF-306INT. Cet appareil utiliserait des algorithmes tirés de la densiométrie. La validité de cet analyseur a été testée, avec succès, dans cinq universités sur un total de 416 sujets, et la méthode de référence servant à vérifier les résultats est l'absorptiométrie des rayons X (DURENBERG, 1999 : 1).

#### 1.2.4. LA SOMATOTYPIE SELON SHELDON :

La méthode de la somatotypie selon Sheldon a été élaborée durant les années 1930 par le docteur Sheldon. Elle se base sur le développement chez le fœtus de l'ectoderme, du mésoderme et de l'endoderme. L'ectoderme est le premier feuillet à se constituer chez le fœtus. Il est l'enveloppe de départ de laquelle se développera la peau, les tissus nerveux, phanères etc. Le fœtus développe ensuite son système digestif, constitué de l'endoderme. Le dernier feuillet à se développer est le mésoderme qui donnera la musculature et l'ossature (SHELDON, 1963 : 36).

Sheldon a élaboré trente-cinq critères d'observation sur le corps, divisés en cinq grands segments (voir annexe 1). Un pointage de un (1) est attribué à un des trois types pour chacune de ces trente-cinq caractéristiques (SHELDON, 1963 : 54).

Un score total est ensuite calculé pour le sujet (voir annexe 2). Ce dernier obtient normalement un résultat comprenant les trois types somatotypiques, soit endomorphe, ectomorphe ou mésomorphe. Le sujet est ensuite situé sur un graphique (voir annexe 3) afin de mieux illustrer sa composition (SHELDON, 1963 : 118).

L'avantage de cette méthode est qu'elle se base sur trente-cinq observations, ce qui augmente sa validité. La liste des points observés fait en sorte que le corps dans son ensemble est observé.

Cependant, cette technique comprend un facteur humain important qui pourrait introduire des erreurs. L'erreur humaine peut cependant être contrôlée par la pratique de l'observateur. Ce dernier doit s'entraîner jusqu'à ce que son taux de variation inter observations soit inférieur à cinq pourcent. L'erreur inter-observateur peut être contrôlée de la même façon.

Aussi, les descriptions données pour chaque point d'observation sont faites pour les hommes et s'appliquent parfois mal aux femmes. Ceci est particulièrement vrai pour le type mésomorphe s'appuyant beaucoup sur le relief musculaire de l'individu. Les femmes ayant une couche de tissus graisseux sur l'ensemble de leur corps, le relief s'en trouve masqué, ce qui peut occasionner des erreurs. Ce problème peut cependant être partiellement contourné encore une fois par la pratique de l'observateur.

Dans le cadre de ce travail, cette technique est représentée par l'utilisation de la cote endomorphique, représentant l'endomorphisme de l'individu et la cote mésomorphique, représentant le mésomorphisme du sujet. Ces dernières ne sont autres que la cote obtenue par le sujet pour ces types morphologiques.

## **1.2. HYPOTHÈSES :**

Bien que l'obésité soit un problème de santé bien réel et des plus présents dans notre société, nous remettons en question la façon de la mesurer. Comme nous venons de le voir, la technique d'évaluation la plus répandue est l'utilisation de l'indice de masse corporelle. Cette technique est utilisée en lieu de référence tant par les médecins que les organismes de santé publique.

Cependant, tel que noté un peu plus haut, cette méthode ne tient pas compte directement de la composition tissulaire de l'individu et ne donne pas d'information sur



l'endroit où les graisses sont emmagasinées. Nous jugeons donc que cette façon de procéder est incomplète, et parfois trompeuse. En comparant l'IMC avec la méthode par impédance, le pourcentage de graisse estimé anthropométriquement et la somatotypie de Sheldon, en élaborant un nouvel indice, soit l'indicateur d'obésité en pourcentage de graisse, nous tenterons de démontrer ces lacunes.

Aussi, bien que la mesure de la masse adipeuse par impédance paraisse bien fondée, nous tenterons également de vérifier si l'analyseur d'adiposité OMRON HBF-306INT fonctionne véritablement par bio-impédance, ou s'il ne s'agit pas plutôt de l'utilisation d'une régression basée sur le genre, l'âge, le poids et la taille du sujet puisque son fonctionnement demande l'entrée de ces données, ainsi que le choix d'un mode d'opération.

## **CHAPITRE 2 : MÉTHODOLOGIE ET DONNÉES**

### **2.1. MÉTHODOLOGIE :**

Afin de vérifier ces hypothèses, nous avons fait une étude en laboratoire sur des sujets humains vivants. Lors de la visite des volontaires au laboratoire, ils ont été soumis à une séance anthropométrique complète. Il leur a également été demandé de répondre à un questionnaire sociodémographique. Cette série de données constitue l'échantillon nommé Hiver 2004 dont nous discuterons un peu plus tard. Cette banque de données a ensuite été analysée à l'aide du logiciel statistique SPSS.

Pour les besoins de cette étude, des analyses en composantes principales ont été utilisées. Ce type d'analyse fait partie du groupe des analyses factorielles. Cette analyse permet de mieux comprendre la structure et les relations multiples entre plusieurs variables (OVERALL et al., 1972 : 58). Cette méthode permet également de calculer, pour chaque individu, des scores factoriels représentant les résultats qu'il obtient pour chacun des facteurs retenus lors de l'analyse (OVERALL et al., 1972 : 89).

Cette analyse se base sur une matrice des corrélations. De cette matrice des corrélations, le logiciel SPSS extrait des facteurs ou composantes (GEORGE, 1999 : 283). Un facteur est un ensemble de coefficients factoriels. Il y aura autant de coefficients factoriels dans un facteur qu'il y a de variables impliquées dans l'analyse. Les facteurs sont extraits afin d'obtenir le maximum d'explication des informations contenues dans la matrice des corrélations originale. Les coefficients factoriels obtenus varient entre 1 et -1. Les résultats du pôle négatifs s'opposent aux résultats du pôle positifs (OVERALL et al., 1972 : 89). Les analyses présentes dans ce travail n'ont fourni qu'un seul facteur significatif, bien qu'il puisse y en avoir autant qu'il y a de variables utilisées dans l'analyse (OVERALL et

al., 1972 : 61). Puisque les hommes et les femmes n'accumulent pas les graisses de la même façon, les sexes ont été analysés séparément.

Les résultats obtenus par l'échantillon Hiver 2004 seront comparés aux résultats des mêmes analyses faites à l'aide d'une banque de données plus ancienne. Cette banque de données nommée Montréal 88 est le fruit d'une enquête anthropologique menée par le docteur Francis Forest, subventionné par le Conseil Québécois de la Recherche Sociale.

L'échantillon a été puisé à l'intérieur des 41 circonscriptions électorales provinciales du Grand Montréal, comprenant les îles de Montréal et Laval, ainsi que plusieurs contés de la Rive-Sud. Des 630 sujets et plus ayant fait partie de l'enquête, 500 ont été retenus au hasard, formant deux sous-échantillons de 250 femmes et 250 hommes. Ces sous-échantillons sont représentatifs quant à la circonscription électorale, aux classes d'âges et aux niveaux d'instruction des sujets, et ce pour les deux sexes.

Les données recueillies sont générales et variées. Elles sont regroupées en huit fichiers composés de données brutes et d'indices multivariés complexes composés à partir des données brutes.

Comme nous l'avons déjà souligné, cette banque de donnée est représentative et cette représentativité a été vérifiée. En comparant les résultats des analyses obtenus par l'échantillon de l'Hiver 2004 avec ceux de l'échantillon Montréal 88, nous pourrions vérifier la validité des résultats de Hiver 2004, qui lui n'est pas représentatif de la population en général. Cette non représentativité relève du fait que toutes les catégories d'âges ou encore de niveau d'instruction, pour ne donner que quelques exemples, ne sont pas représentées.

Le fait que l'échantillon Montréal 88 soit représentatif nous permet également d'élaborer un indice plus valable pour les besoins de notre étude. Cet indice, l'indicateur d'obésité en pourcentage de graisse, peut ensuite être appliqué à l'échantillon Hiver 2004.

Aussi, lorsque le pourcentage de graisse estimé anthropométriquement ainsi que l'indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse seront présentés par des

histogrammes selon leur catégorie de l'IMC telles que ces dernières sont définies par l'Organisation mondiale de la santé et illustrées à page 16 de ce travail, toutes les distributions partageront la même échelle. Chez les femmes de nos deux échantillons cette échelle est de 0 % à 45 % et chez les hommes de nos deux échantillons, cette échelle s'étend de 0 % à 40 %. Cette disposition est prise afin de permettre une comparaison visuelle facile et rapide de ces distributions.

## **2.2. LES DONNÉES :**

L'échantillon Hiver 2004 comprend trente-sept sujets féminins et trente-quatre sujets masculins. Il est cependant important de noter, comme nous venons de l'expliquer, que notre échantillon n'est pas représentatif de la population en général.

Afin de vérifier nos hypothèses, nous pensons utiliser certaines variables en particulier. En voici la liste et les définitions ces dernières étant les mêmes pour les deux banques de données.

### **2.2.1. POURCENTAGES DE GRAISSE OMRON :**

Dans le cadre de cette recherche, deux variables seront tirées de l'utilisation de l'analyseur d'adiposité OMRON HBF-306INT. Pour effectuer l'analyse de l'adiposité du sujet à l'aide de cet appareil, l'observateur doit, en plus d'entrer diverses variables, choisir un mode d'opération, soit le mode normal ou le mode athlète.

Afin de sélectionner un mode ou l'autre, l'observateur doit interroger le sujet pour tenter de savoir si ce dernier pratique une activité physique jugée intense au moins trois fois par semaine. Si tel est le cas, l'observateur doit entrer le mode athlète afin d'effectuer l'analyse de l'adiposité du sujet.

La première variable tirée de l'utilisation de l'analyseur d'adiposité OMRON HBF-306-INT est le pourcentage de graisse tel qu'estimé par l'analyseur d'adiposité Omron en mode normal. Cette variable est le pourcentage de graisse obtenu par le sujet suite au test effectué à l'aide de l'analyseur d'adiposité lorsque ce dernier est en mode normal. Il s'agit d'une estimation du pourcentage de graisse corporelle. Cette variable n'est pas présente dans la banque de données Montréal 88.

Le pourcentage de graisse tel qu'estimé par l'analyseur d'adiposité Omron en mode athlète est le pourcentage de graisse obtenu par le sujet au test effectué à l'aide de ce même analyseur d'adiposité, mais en ayant choisi le mode athlète. Il s'agit encore une fois d'une estimation du pourcentage de graisse corporelle. Cette variable est également absente de la banque de données Montréal 88.

#### 2.2.2. POURCENTAGE DE GRAISSE ANTHROPOMÉTRIQUE :

Le pourcentage de graisse estimé anthropométriquement est le pourcentage de graisse total obtenu par le sujet suite à la compilation de différentes mesures anthropométriques. Ce résultat est estimé à l'aide d'une régression multiple, différente pour les deux sexes. Cette régression a été élaborée par Wilmore et Behnk auprès de sujets pour lesquels on avait utilisé la technique de pesée sous l'eau, et que l'on avait mesurés anthropométriquement (LARSON, 1974 : 245).

La technique de la pesée sous l'eau permet, tout en tenant compte du volume d'air contenu dans les poumons, une mesure exacte de la densité de l'individu. Comme les tissus gras ont une densité plus faible, les tissus maigres une densité plus importante, et tout en connaissant la densité totale de l'individu, il est possible de déterminer la proportion des tissus maigres et des tissus gras (LARSON, 1974 : 246).

Les variables utilisées pour la régression permettant le calcul du pourcentage de graisse estimé anthropométriquement chez les femmes sont le poids, le pli cutané sous

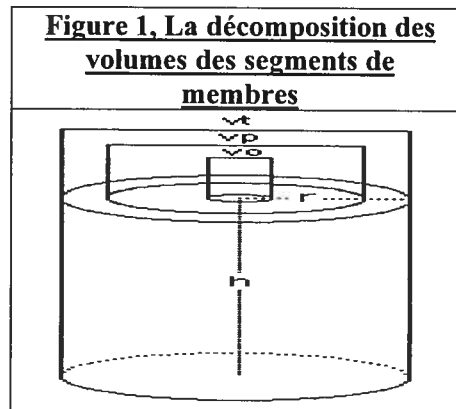
scapulaire, le pli cutané du triceps, le périmètre du cou et le périmètre ombilic. Pour les hommes, il s'agit du poids, du pli cutané de la cuisse, de la largeur bicrête, du périmètre du cou et du périmètre ombilic.

Les régressions du tableau I permettent l'estimation du poids maigre de l'individu. Par soustraction du poids total, on obtient le poids des seuls tissus gras, que l'on peut ensuite rapporter en pourcentage du poids total.

<b><u>TABLEAU I, TABLE DES CONSTANTES SERVANT AU CALCUL DU POIDS MAIGRE POUR LES FEMMES ET LES HOMMES</u></b>	
<b>FEMMES</b>	<b>HOMMES</b>
1,661	10,138
+ 0,668 X poids (kg)	+ 0,926 X poids (kg)
- 0,158 X pli sous-scapulaire (mm)	- 0,188 X pli cuisse (mm)
- 0,081 X pli triceps (mm)	+ 0,637 X largeur bicrête (cm)
+ 0,555 X périmètre cou (cm)	+ 0,489 X périmètre cou (cm)
- 0,141 X périmètre ombilic (cm)	- 0,595 X périmètre ombilic (cm)

### 2.2.3. VOLUME DE GRAISSE DES SEGMENTS DE MEMBRES :

Le volume de graisse des segments de membres sera également utilisé. Ce dernier est calculé à partir du volume total des segments de membres. La formule du volume totale est  $v_t = r^2 h \pi$ , où « r » représente le rayon et « h », la longueur du segment de membre. Les mesures anthropométriques prises sur le sujet durant sa visite au laboratoire n'incluent pas le rayon des membres. Par contre ce dernier peut être estimé à l'aide du périmètre, par la formule  $r = p / 2 \pi$ . Dans ces formules, « p » représente le périmètre, « r » représente le rayon du membre et « h » longueur du segment de membre.



Pour obtenir le volume de graisse, on déduit du volume total le volume partiel du membre. Ce dernier représente le volume du membre moins sa couche de graisse. Pour ce faire, il suffit d'utiliser la formule présentée plus haut tout en déduisant de la valeur du rayon la moitié de la valeur du pli cutané de ce membre. On déduit la moitié du pli cutané, car comme le pli est mesuré à l'aide d'un pincement, la couche de graisse est mesurée en double. Par exemple, pour le bras, il s'agit du pli triceps dont la valeur sera divisée en deux.

Le volume du manteau de graisse et de peau est obtenu en litres et peut ensuite être exprimé en pourcentage du volume total du segment de membre.

#### 2.2.4. L'INDICE DE MASSE CORPORELLE :

La cote IMC de l'individu est calculée en divisant le poids (en kg) de l'individu par sa taille (en mètre) mise carré. La valeur de l'IMC peut être classé dans quatre sous-groupes selon des barèmes donnés par l'Organisation mondiale de la santé (OMS, 2003 :23), dont voici le tableau :

<b><u>TABLEAU II, CATÉGORIES D'IMC SELON L'ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ</u></b>		
Poids inférieur à la norme	IMC < 18,5	Catégorie 1
Poids normal	18,5 < IMC < 25	Catégorie 2
Surpoids	25 < IMC < 30	Catégorie 3
Obésité	IMC ≥ 30	Catégorie 4

La première catégorie de l'IMC, poids inférieur à la norme, représente un IMC inférieur à 18,5, la catégorie poids normal, un IMC compris entre 18,5 et 25, la catégorie surpoids, un IMC situé entre 25 et 30, pour terminer avec la catégorie obésité, est un IMC supérieur à 30.

#### 2.2.5. VARIABLES DE LA SOMATOTYPIC SELON SHELDON :

La variable endomorphisme (ENDO) est la cote d'endomorphisme obtenue par le sujet selon la méthode de Sheldon. Chaque segment physique du sujet est soumis à une évaluation afin de déterminer si ce dernier révèle des caractéristiques définissant l'endomorphisme, l'ectomorphisme ou le mésomorphisme. Cette cote est utilisée, car le type morphologique endomorphe est caractérisé par un plus grand développement des tissus graisseux, tant chez l'homme que chez la femme (SHELDON, 1963 : 38).

Également tirée des travaux de Sheldon, nous utiliserons la variable mésomorphisme. Cette dernière indique la tendance de l'individu au mésomorphisme, c'est-à-dire à être musclé (SHELDON, 1963 : 42). La pertinence de l'utilisation de cette cote relève du fait que le muscle, tout comme les tissus adipeux, ajoute du poids à l'individu pour une même stature. L'individu se retrouve donc avec un IMC plus élevé, sans qu'il soit nécessairement plus gras, ce qui peut fausser l'évaluation du sujet.

#### 2.2.6. CONSTITUTION :

La constitution est issue d'un système de classification complémentaire à la somatotypie selon Sheldon comprenant trois éléments, soit le format, la forme et la constitution. Ce système s'appuie sur 32 mensurations ne se recoupant pas et représentant le mieux possible les variations de la morphologie humaine. Ces mensurations comprennent huit longueurs osseuses, huit largeurs osseuses, huit périmètres, huit plis cutanés et sont



réparties en quatre mensurations pour le tronc et une pour chacun des quatre segments de membres (FOREST, 1976 : 30).

Pour obtenir le score de l'individu pour le format, la forme et la constitution, on utilise la formule suivante : score individuel =  $\Sigma (z_i \times c)$ . Dans cette équation, «  $z_i$  » représente l'écart réduit de l'individu pour les 32 mensurations. L'écart réduit étant la distance à la moyenne de son sexe, exprimé en écarts types. Ce résultat peut être négatif ou positif. L'écart réduit de chaque mensuration est multiplié par un coefficient dont la liste est donnée à l'annexe 4 et on fait ensuite la somme de ces 32 produits (FOREST, 1976 : 30).

Le concept du format est analogue au volume corporel. Les grands formats ont un volume corporel important, alors que les petits formats ont un petit volume corporel. La forme quant à elle est une opposition entre les mensurations verticales et les mensurations horizontales. Les individus dits longilignes ont de fortes mensurations verticales et de faibles mensurations horizontales, qui les opposent aux individus brévilignes, qui eux présentent la configuration inverse (FOREST, 1976 : 28).

Cependant, pour les besoins de cette recherche nous n'utiliserons que le concept de la constitution. La constitution est une opposition entre les sujets dits thoraciques ou musculaires et les sujets dits abdominaux. Les individus ayant un thorax large ont généralement une forte musculature et les individus chez lesquels l'abdomen est plus important ont généralement plus de tissus adipeux. Les individus obtenant un score fortement positif sont musculaires, ou thoraciques et les sujets obtenant un score fortement négatif sont abdominaux (FOREST, 1976 : 29).

### 2.2.7. INDICATEUR D'OBÉSITÉ CONSOLIDÉ EN POURCENTAGE DE GRAISSE :

Un indice ne faisant pas partie de nos deux banques de données sera ajouté, soit l'indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse. Ce dernier sera élaboré, pour les deux banques de données, de façon séparée pour les deux sexes, à partir d'une analyse en composantes principales. Cette analyse en composantes principales inclura les variables du pourcentage de graisse anthropométrique, du volume de graisse des segments de membres et de l'endomorphisme. Le résultat de cette dernière, le facteur 1 ne s'exprime cependant pas en pourcentage de graisse, ce qui rend son analyse plus ardue. Pour cette raison, le facteur 1 sera ensuite repris et retransformé, par une régression simple, en pourcentage de tissus adipeux.

### CHAPITRE 3 : VALIDITÉ GÉNÉRALE DE L'IMC

Tel qu'expliqué précédemment, une analyse en composantes principales a été choisie pour tenter de vérifier nos hypothèses. Cette analyse nous aidera à voir quelle variable explique le mieux la composition tissulaire de l'individu. Nous allons donc faire une telle analyse en incluant les variables représentant les quatre méthodes que nous souhaitons comparer. Aussi, ces premières analyses soulèveront peut-être de nouvelles questions et pointeront vers d'autres avenues d'investigations.

#### 3.1. FEMMES HIVER 2004 :

Une analyse en composante principale a donc été faite pour les femmes de l'échantillon Hiver 2004. Cette analyse nous permettra de voir ce que les différentes variables utilisées ont en commun par rapport au phénomène étudié. Le tableau III, indique les scores factoriels obtenus lors de cette analyse en composantes principales pour les femmes de l'échantillon Hiver 2004.

<b>TABLEAU III, MATRICE DES COMPOSANTES CHEZ LES FEMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004</b>	
	Composante 1
<b>OMRONORM</b>	0,895
<b>PCGRAISS</b>	0,859
<b>IMC</b>	0,885
<b>ENDO</b>	0,909
<b>CONSTITU</b>	-0,674
Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales. a. 1 composante extraite	

Nous pouvons observer que les différences entre les quatre cotes sont insignifiantes ; les cotes pourraient être décrites comme presque équivalentes. Les diverses variables présentent donc une assez bonne convergence. L'IMC est donc fortement lié,

statistiquement, aux autres indicateurs d'obésité retenus. Cependant, le rapport poids / stature est aussi inclus dans la cote de pourcentage de graisse fournie par l'appareil Omron, car ce dernier utilise le poids et la stature pour calculer son estimation, en plus des indications fournies par la bio-impédance. Il n'est donc pas étonnant que ces deux variables soient fortement associées.

La cote endomorphique est aussi très fortement liée à l'IMC et à la cote fournie par Omron. Pour une même stature, lorsque le poids augmente, c'est aussi la proportion entre les mesures verticales et horizontales qui est modifiée, au profit des mesures horizontales. La cote endomorphique est aussi sensible à ces proportions, aux impressions qualitatives de rondeurs utilisées dans la technique d'évaluation de l'endomorphisme.

Ces premières variables, donc, sont très fortement associées, les deux premières parce que l'IMC est partie constituante de l'indice fourni par l'appareil Omron, et la troisième en raison de la proportion des mesures verticales et horizontales qui est utilisée dans la technique d'évaluation de l'endomorphisme.

L'estimation anthropométrique du pourcentage de graisse est aussi liée fortement à ce que les cinq variables ont en commun, mais moins que les trois premières variables. En effet, il n'est plus question ici d'un rapport entre le poids et la stature, entre des mesures verticales et horizontales, mais bien entre des tissus maigres et des tissus gras.

Conceptuellement, il ne s'agit pas de la même chose. Statistiquement, le poids augmente lorsque le pourcentage de graisse augmente, c'est parce que les tissus adipeux s'ajoutent aux autres tissus, plus stables. Mais on peut aussi avoir un poids très élevé pour sa stature et avoir peu de tissus adipeux, si notre musculature est très développée et notre ossature très robuste. Dans ce cas, l'IMC et l'appareil Omron fournirait un indice élevé, alors que le pourcentage réel de tissus adipeux peut être très bas.

Finalement, l'indicateur de constitution est aussi assez fortement associé au premier facteur obtenu, mais moins que les autres variables. Généralement, ou statistiquement, une

modification du rapport poids / stature s'accompagne d'une modification du rapport épaules / bassin qui va dans le sens d'une plus grande importance du bassin (pôle négatif de l'indicateur de constitution).

### 3.2. FEMMES MONTRÉAL 88 :

Une analyse en composantes principales incluant les mêmes variables, c'est-à-dire la cote d'endomorphisme, l'IMC, le pourcentage de graisse estimé anthropométriquement et l'indice de la constitution va maintenant être faite avec les femmes de l'échantillon Montréal 88.

Cette étape permettra la vérification des résultats obtenus chez les femmes de l'échantillon Hiver 2004, car l'échantillon Montréal 88 est représentatif et a été vérifié. Les données de l'échantillon Hiver 2004 ont été vérifiées, mais cet échantillon n'est pas représentatif, ce qui peut fausser les résultats. Si les deux échantillons de femmes obtiennent des résultats similaires, ces derniers sont donc confirmés.

Lorsque nous regardons la matrice des composantes, au tableau IV, nous voyons que la différence entre les cotes est encore une fois insignifiante et que les variables présentent une assez bonne convergence.

<b><u>TABLEAU IV, MATRICE DES COMPOSANTES CHEZ LES FEMMES DE L'ÉCHANTILLON MONTRÉAL 88</u></b>	
	Composante 1
<b>PCGRAISS</b>	0,914
<b>IMC</b>	0,932
<b>ENDO</b>	0,936
<b>CONSTITU</b>	-0,503
Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales. a. 1 composante extraite	

Notons que les variables ressortent dans le même ordre pour les femmes de nos deux échantillons. Ceci confirmerait donc la validité de l'analyse en composantes principales effectuée sur le sous-échantillon des femmes de l'échantillon Hiver 2004.

### 3.3. HOMMES HIVER 2004 :

Une analyse en composantes principales va maintenant être faite chez les hommes de l'échantillon Hiver 2004. L'analyse en composantes principales permet d'ordonner les variables selon leur valeur explicative. L'analyse effectuée chez les femmes de l'échantillon Hiver 2004 a donné des résultats intéressants qui ont été confirmés par l'analyse faite chez les femmes de Montréal 88. Nous allons tenter de faire de même pour les hommes.

Des différences mineures entre les hommes et les femmes apparaissent avec les coefficients factoriels de l'analyse en composantes principales.

<b>TABLEAU V, MATRICE DES COMPOSANTES CHEZ LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004</b>	
	<b>Composante 1</b>
<b>OMRONNORM</b>	0,895
<b>PCGRAISS</b>	0,861
<b>IMC</b>	0,921
<b>ENDO</b>	0,873
<b>CONSTITU</b>	-0,674
Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales. a. 1 composante extraite	

Chez les femmes, la cote d'endomorphisme obtenait le meilleur score factoriel, suivi du pourcentage de graisse tel qu'estimé par l'analyseur d'adiposité Omron en mode normal, de l'IMC, du pourcentage de graisse estimé anthropométriquement et de la constitution.

Pour les deux sexes, les variables Omron, la cote d'endomorphisme et l'IMC viennent en premier, laissant le pourcentage de graisse estimé anthropométriquement en

quatrième position. On pourrait apporter aux résultats masculins les mêmes explications invoquées précédemment pour les femmes.

Ces trois premières variables représentent une proportion entre le poids et la stature, de même que le rapport global entre les mesures verticales et horizontales présent dans la cote endomorphique. Le poids est, en réalité une mesure indirecte de volume, et peut être interprété comme une mesure horizontale (longueur et profondeur) lorsque la stature (mesure verticale) est fixe.

Il est donc normal que le pourcentage de graisse anthropométrique, représentant une proportion entre les composantes tissulaires, soit moins fortement associé à ces trois autres variables, même si, statistiquement, les individus plus gras sont souvent les plus lourds.

#### 3.4. HOMMES MONTRÉAL 88 :

Afin de vérifier les résultats obtenus chez les hommes de l'échantillon Hiver 2004, une analyse en composantes principales incluant les variables de l'IMC, du pourcentage de graisse estimé anthropométriquement, de la cote d'endomorphisme et l'indice de la constitution sera maintenant effectuée chez les hommes de l'échantillon Montréal 88.

Les résultats de l'analyse en composantes principales chez les hommes de Montréal 88, bien qu'ils diffèrent légèrement de ceux des hommes de l'échantillon Hiver 2004, reflètent ceux des femmes pour les deux échantillons.

<b>TABLEAU VI, MATRICE DES COMPOSANTES CHEZ LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON MONTRÉAL 88</b>	
	<b>Composante 1</b>
<b>PCGRAISS</b>	0,843
<b>IMC</b>	0,848
<b>ENDO</b>	0,896
<b>CONSTITU</b>	-0,581
Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales. a. 1 composante extraite	

Il est très intéressant de noter que l'ordre des scores factoriels de l'analyse en composantes principales chez les hommes de l'échantillon Montréal 88 est le même que celui des femmes du même échantillon et des femmes de l'échantillon Hiver 2004. L'endomorphisme serait le facteur le plus explicatif, suivi de l'IMC et du pourcentage de graisse estimé anthropométriquement, et de la constitution qui obtient un score du pôle négatif.



## CHAPITRE 4 : VALEUR DIAGNOSTIQUE DE L'IMC

Les premières analyses en composantes principales permettent de voir quelles variables sont les plus fortement associées à ce que l'ensemble des variables a en commun, qui est le phénomène sur lequel on s'interroge, soit l'obésité. Les premières analyses effectuées ne répondent cependant pas complètement à nos questions; par conséquent, des analyses supplémentaires s'avèrent nécessaires.

Il est intéressant de noter que les analyses en composantes principales pour les femmes de nos deux échantillons et les hommes de Montréal 88 octroient le score factoriel le plus élevé à la cote d'endomorphisme. À la lumière de ce résultat, nous pouvons supposer que cette cote reflète l'allure générale de l'individu, particulièrement en terme de verticalité et d'horizontalité. On pouvait alors s'attendre à ce que la distribution de l'IMC corresponde avec celle de cette cote, rapportant le rapport poids / composition tissulaire. Aussi, le fait que l'endomorphisme, représentant la somatotypie selon Sheldon, se base sur 35 critères d'observation, en fait une méthode très complète.

Cependant, comme l'indice d'endomorphisme ne quantifie pas la composition tissulaire de l'individu, nous allons comparer la distribution de l'IMC avec celle du pourcentage de graisse estimé anthropométriquement de l'individu.

Nous ne pouvons cependant pas nier le fait qu'il existe bien une corrélation entre l'IMC et le pourcentage de graisse de l'individu car, comme le mentionne Israël et al. (1990), les deux sont statistiquement corrélés, bien que cette corrélation soit plutôt faible (ISRAËL et al, 1990 :147). Nous allons toutefois voir que cette corrélation n'est valable qu'au niveau collectif, car l'IMC l'est beaucoup moins en tant qu'outil diagnostique individuel.

#### 4.1. FEMMES MONTRÉAL 88 :

Pour vérifier cette idée, nous allons d'abord observer la distribution de l'IMC et du pourcentage de graisse estimé anthropométriquement chez les femmes de l'échantillon Montréal 88. Des analyses plus approfondies, en l'occurrence des régressions, seront effectuées selon les sexes et l'analyse de chaque sous-échantillon débutera par l'échantillon Montréal 88. Comme cet échantillon est représentatif, il nous permettra de vérifier nos idées avant d'appliquer ces dernières à l'échantillon Hiver 2004. Ces régressions supplémentaires nous permettront d'approfondir notre compréhension des relations qu'ont les variables utilisées entre elles.

Si nous observons, à la figure 2, les distributions des pourcentages de graisse estimés anthropométriquement selon les quatre catégories de l'IMC, telles que définies par l'Organisation mondiale de la santé (voir tableau II, page 16), nous pouvons constater qu'il subsiste une variabilité importante du pourcentage de graisse estimé anthropométriquement à l'intérieur d'une même catégorie d'IMC, et que les pourcentages de graisse estimés anthropométriquement des diverses catégories d'IMC se recoupent considérablement.

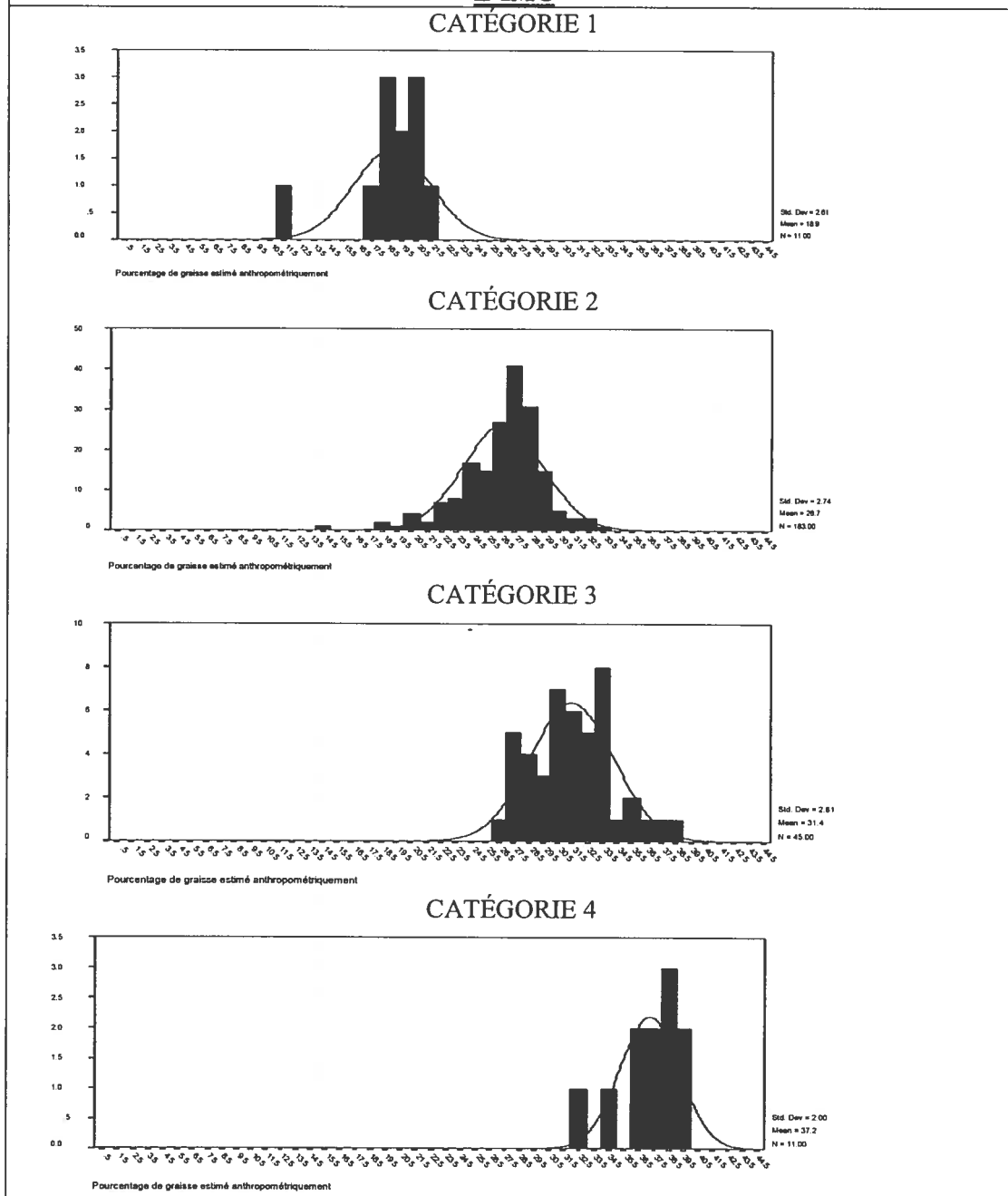
Nous pouvons voir, à la figure 2, que les femmes de la première catégorie ont un IMC plus bas que la moyenne. Pourtant, comme nous pouvons l'observer, certaines ont un pourcentage de graisse de 21 %, ce qui est très proche de la moyenne de 23 % de graisse des femmes en général.

La deuxième catégorie, toujours selon la figure 2, renferme les IMC que l'on pourrait qualifier « santé » selon l'Organisation mondiale de la santé. Pourtant, cette distribution inclut des femmes ayant un pourcentage de graisse de 30 % et plus, ce qui représente au moins cinq pourcent de plus que la moyenne des femmes.

Notons que certains des sujets de la quatrième catégorie de la figure 2 obtiennent le même pourcentage de graisse que des individus de la troisième et même de la deuxième catégorie. Si l'IMC nous informait sur le niveau d'obésité de la personne, donc sur la

quantité relative de tissus gras qu'elle a, un même pourcentage de graisse ne devrait-il pas se retrouver dans une seule catégorie ?

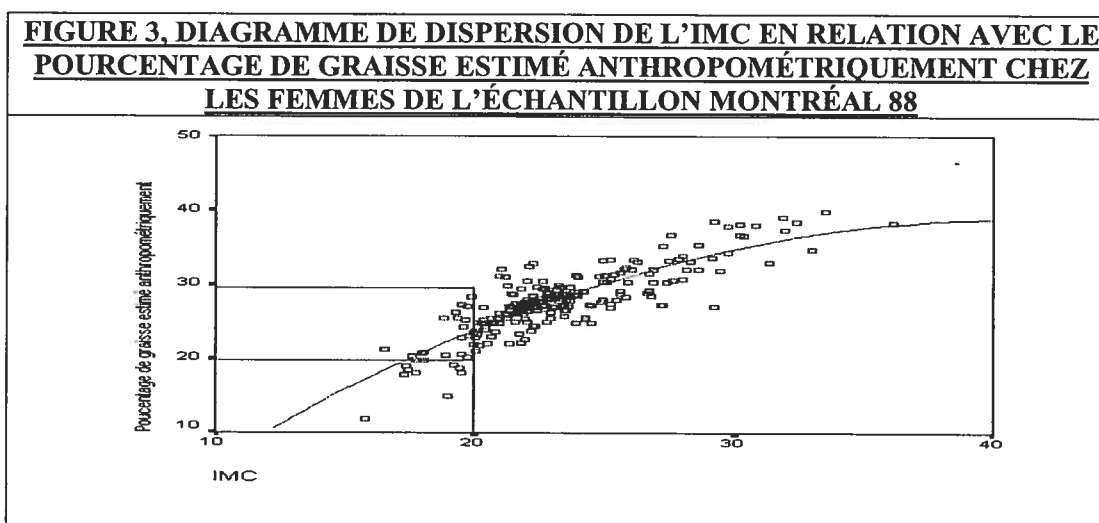
**FIGURE 2. HISTOGRAMMES DES DISTRIBUTIONS DU POURCENTAGE DE GRAISSE ESTIMÉ ANTHROPOMÉTRIQUEMENT CHEZ LES FEMMES DE L'ÉCHANTILLON MONTRÉAL 88 SELON LES QUATRE CATÉGORIES DE L'IMC**



Bien sûr, plus l'IMC est élevé, plus on peut s'attendre, dans la moyenne, à observer un pourcentage de graisse élevé, mais ce n'est pas toujours le cas, en particulier pour les sujets mésomorphes, comme nous le verrons plus tard.

De plus, si les catégories de l'IMC ne dépendent pas de l'adiposité de l'individu mais plutôt de son poids versus sa taille, il ne s'agit pas d'une mesure de l'obésité, mais plutôt du poids de l'individu par unité verticale, ce qui ne représente pas un lien nécessairement pertinent avec l'obésité.

Nous pouvons donc constater, qu'il existe une assez grande variation du pourcentage de graisse estimé anthropométriquement pour chacune des catégories de l'IMC. Le diagramme de dispersion mettant en relation ces deux indices illustre cependant une relation quadratique statistiquement significative (seuil alpha plus petit ou égal à 0,0001  $r^2 = 0,72786$ ) entre ces deux variables.



La figure 3 nous permet également de constater que pour un même IMC, disons de 20, nous pouvons obtenir un pourcentage de graisse anthropométrique variant entre environ 19 % à 29 %, ce qui représente une différence importante au niveau de l'individu. Une femme ayant un pourcentage de graisse de 19 % se situe en dessous de la moyenne. On peut

donc dire qu'elle est maigre, alors qu'une femme ayant 29 % de graisse est légèrement au dessus de la moyenne de 23 %, donc plutôt normale ou un peu grasse. Une différence de dix pourcent du poids corporel en terme d'adiposité est importante.

#### 4.1.1. INDICATEUR D'OBÉSITÉ CONSOLIDÉ EN POURCENTAGE DE GRAISSE

##### CHEZ LES FEMMES DE L'ÉCHANTILLON MONTRÉAL 88 :

Cependant, le pourcentage de graisse estimé anthropométriquement, n'est peut-être pas le meilleur indicateur de la composition tissulaire d'un individu. Il ne s'appuie que sur quelques mensurations, et n'est pas à l'abri d'erreurs ou d'imprécisions de mesures. Nous suggérons donc de créer un nouvel indicateur se basant sur plusieurs éléments nous informant sur la composition tissulaire de l'individu, notamment le pourcentage de graisse anthropométrique, le volume de graisse des segments de membres et la cote d'endomorphisme, ce qui devrait rendre ce nouvel indicateur plus précis.

Cet indice tiendra compte de la quantité de graisse relative de l'individu, du volume de graisse contenu dans ses segments de membre ainsi que de l'apparence générale du sujet. Le pourcentage de graisse anthropométrique nous informe sur la quantité relative de graisse de l'ensemble du corps de l'individu, le volume de graisse des segments de membres, comme son nom l'indique, nous donne de l'information sur l'adiposité des segments de membres du sujet et la cote endomorphique nous informe sur l'apparence générale du sujet. Tous ces éléments regroupés sont beaucoup plus pertinents que l'utilisation isolée du pourcentage de graisse anthropométrique.

Pour élaborer ce nouvel indicateur d'obésité, nous accomplirons d'abord une analyse en composantes principales comprenant le pourcentage de graisse estimé anthropométriquement, le volume de graisse des segments de membres et la cote d'endomorphisme. L'analyse est faite en séparant les sexes.

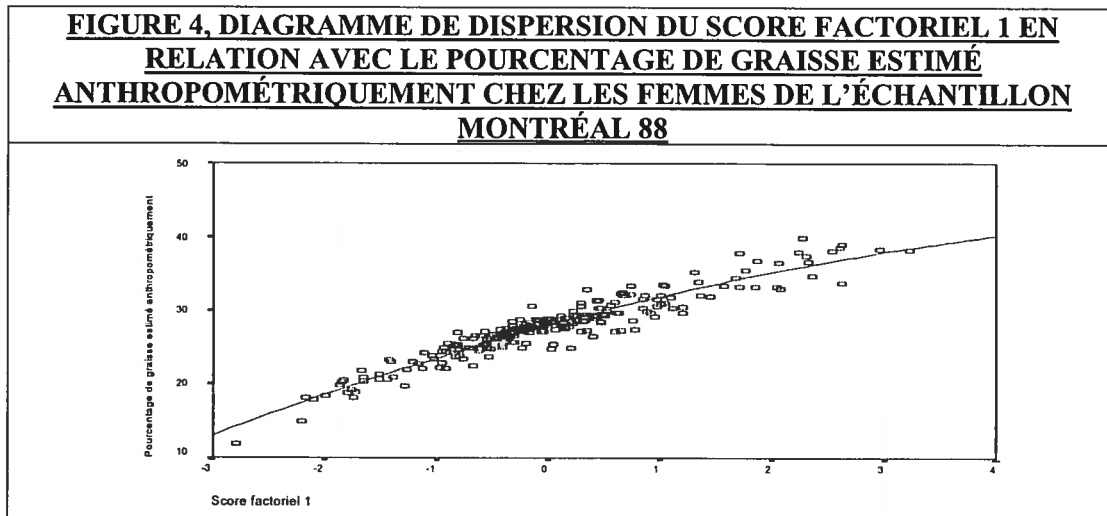
Ce nouvel indice sera d'abord élaboré à l'aide de la banque de données Montréal 88, car celle-ci est représentative de la population et est vérifiée, ce qui nous permettra de juger de la valeur du nouvel indicateur d'obésité en pourcentage de graisse.

Les résultats individuels de cette analyse en composantes principales, représentés par la variable score factoriel 1, seront sauvegardés en tant que variable. Cette variable ne sera cependant pas un pourcentage de graisse et sera par conséquent difficile à interpréter. Pour rendre l'interprétation plus facile, le score factoriel 1 sera, à l'aide d'une régression simple, retransformé en pourcentage de graisse.

<b>TABLEAU VII, ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES POUR UN NOUVEL INDICE CHEZ LES FEMMES DE L'ÉCHANTILLON MONTRÉAL 88</b>	
	Composante 1
PC. GRAISSE	0,946
VOL. GRAISSE	0,902
ENDO	0,884
Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales. a. 1 composante extraite	

Il est intéressant de noter au tableau VII, que lorsque ces trois variables sont mises en relation, le pourcentage de graisse et le volume de graisse des segments de membres obtiennent des coefficients factoriels supérieurs à l'endomorphisme, alors que cette caractéristique ressortait en premier lieu lors des analyses faites avec l'IMC et l'indice de la constitution.

Maintenant, en sauvegardant les scores factoriels individuels de cette analyse en tant que nouvelle variable, nous obtenons la variable score factoriel 1, dont voici, à la figure 4, la dispersion en relation avec le pourcentage de graisse estimé anthropométriquement :

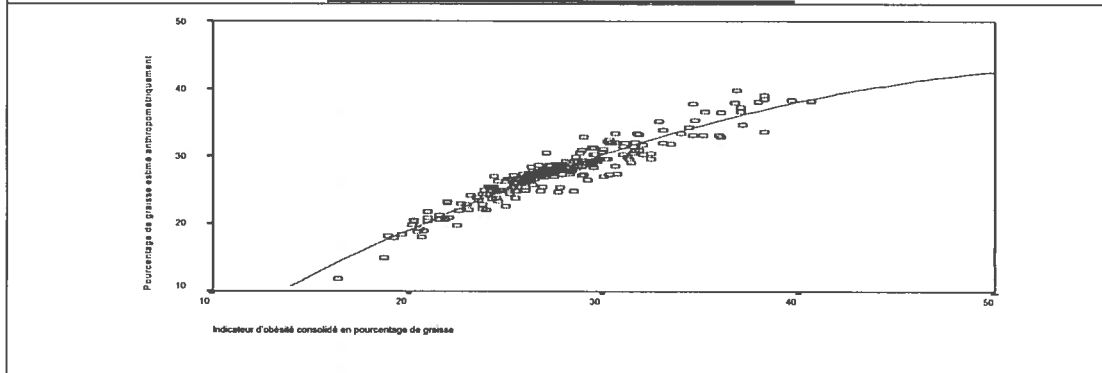


La figure 4 nous présente une régression quadratique statistiquement significative (seuil alpha plus petit ou égal à 0,0001  $r^2 = 0,90533$ ). Il est normal que la relation entre ces deux variables soit significative, puisque le pourcentage de graisse anthropométrique entre dans la composition du score factoriel 1.

Ce score factoriel représente donc très bien ce que l'on recherche, c'est-à-dire un score composite de ce que ces trois variables ont en commun, l'obésité, basée sur une proportion de tissus adipeux.

Le score factoriel 1, s'étalant de -3 à 4 peut cependant être difficile à interpréter. Nous proposons donc de le retransformer en pourcentage de graisse du corps. Pour ce faire, nous ferons une régression simple ayant comme variable dépendante le pourcentage de graisse estimé anthropométriquement et, comme variable explicative, le score factoriel 1 obtenu ci-dessus (seuil alpha plus petit ou égal à 0,0001  $r^2 = 0,895$ ). En sauvegardant les résultats individuels de cette opération en tant que variable, nous obtenons un nouvel indice que nous nommerons indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse, dont voici, illustré à la figure 5 et mis en relation avec le pourcentage de graisse anthropométrique, le diagramme de dispersion.

**FIGURE 5, DISPERSION DE L'INDICATEUR D'OBÉSITÉ CONSOLIDÉ EN POURCENTAGE DE GRAISSE EN RELATION AVEC LE POURCENTAGE DE GRAISSE ESTIMÉ ANTHROPOMÉTRIQUEMENT CHEZ LES FEMMES DE L'ÉCHANTILLON MONTRÉAL 88**



Nous pouvons voir, à la figure 5, que la relation entre les deux indices est quadratique et encore une fois très importante (seuil alpha plus petit ou égal à 0,0001  $r^2 = 0,90533$ ). Nous obtenons le même  $r^2$  de 0,90533 pour le score factoriel 1 et l'indicateur d'obésité, car il s'agit en fait de la même variable. Le fait que nous obtenons le même  $r^2$  souligne le fait que la régression effectuée n'affecte pas la validité de la variable.

Comme nous l'avons déjà mentionné, ce nouveau pourcentage de graisse est beaucoup plus fiable que le pourcentage de graisse estimé anthropométriquement à lui seul pour estimer la composition corporelle d'un individu, puisqu'il se base sur plusieurs façons d'évaluer la composition corporelle du sujet. On le préférera donc au pourcentage de graisse estimé anthropométriquement qui est plus sujet aux erreurs de mesure.

Le nouvel indice obtenu, nous pouvons maintenant vérifier sa distribution pour chacune des catégories de l'IMC. Il est donc nécessaire de déterminer quel est l'équivalent en indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse des limites des intervalles des catégories de l'IMC telles que ces dernières sont définies par l'Organisation mondiale de la santé.



Pour ce faire, il suffit d'effectuer une régression linéaire avec pour variable dépendante l'indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse et comme variable explicative l'IMC. Les résultats de cette régression sont présentés au tableau VIII.

<b>TABLEAU VIII, COEFFICIENTS DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE POUR LES INTERVALLES DE L'IMC CHEZ LES FEMMES DE L'ÉCHANTILLON MONTREAL 88</b>					
Modèle 1	Coefficients non standardisés		Coefficients standardisés	T	signification
	B	Erreur standard	Bêta		
constante	2,0	0,846		2,362	0,019
IMC	1,11	0,036	0,890	30,656	0,000
a Variable dépendante : indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse					

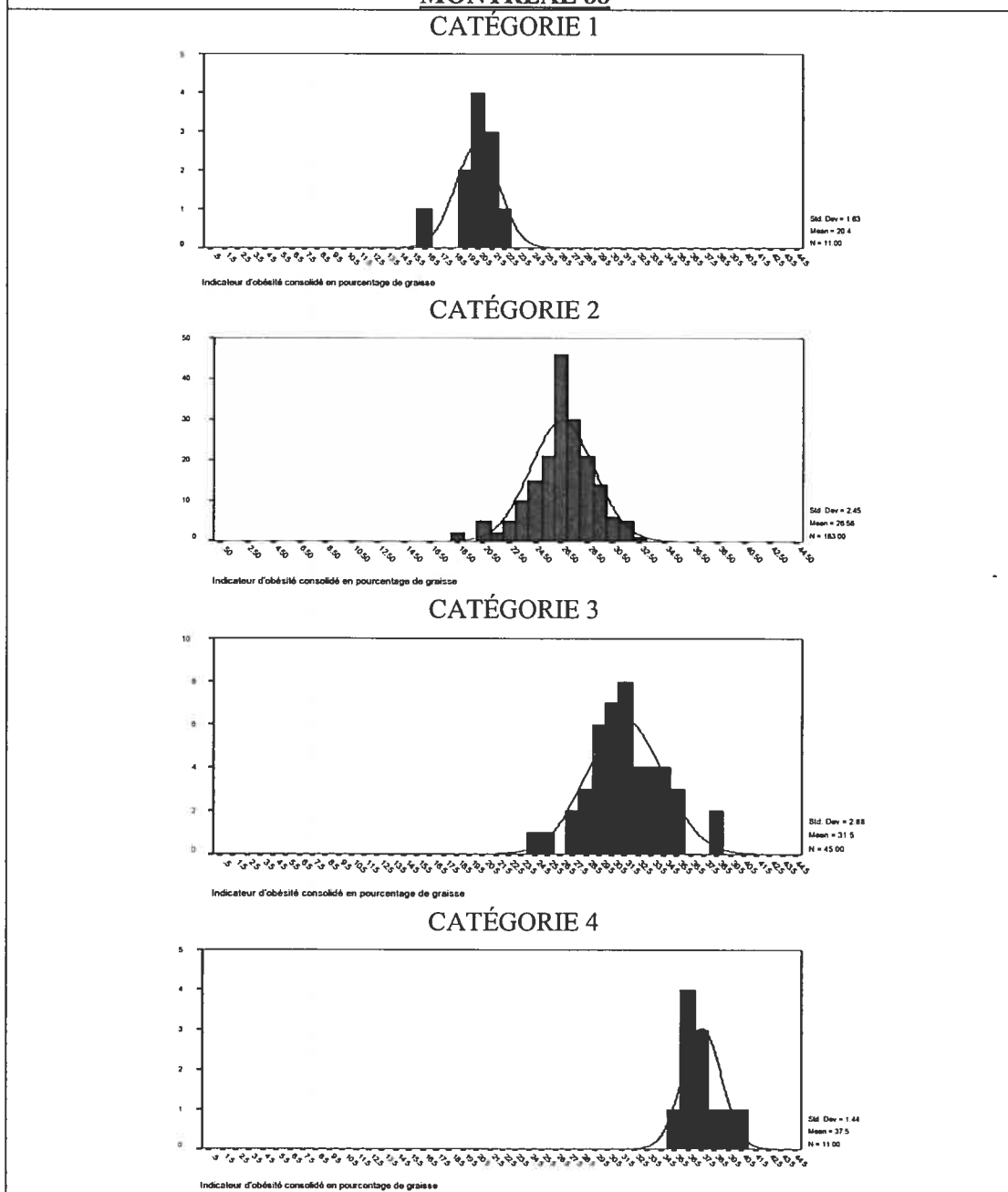
L'équivalent en indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse des limites des intervalles des catégories de l'IMC est calculé à l'aide de la formule  $y = a + bx$ , où « a » est la constante, « b » la pente et « x » l'IMC. Concrètement cela se traduit par  $y = 2,0 + (1,11 \times \text{IMC})$ . Les limites obtenues pour les femmes de l'échantillon Montréal 88 sont données au tableau IX.

<b>TABLEAU IX, LIMITES DE L'INDICATEUR D'OBÉSITÉ CONSOLIDÉ EN POURCENTAGE DE GRAISSE DES INTERVALLES DE L'IMC POUR LES FEMMES DE L'ÉCHANTILLON MONTREAL 88</b>		
IMC	Catégories	Indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse
IMC < 18,5	1	< 22,5
18,5 < IMC < 25	2	22,5 – 29,8
25 < IMC < 30	3	29,8 – 35,3
IMC > 30	4	> 35,3

L'illustration de la distribution de l'indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse de chacune des catégories de l'IMC nous permettra de vérifier si les pourcentages de graisse présents respectent les limites que nous venons de déterminer pour les catégories de l'IMC. Nous pourrons ainsi voir les sujets bien et mal classés de chacune de ces catégories.

Un sujet sera considéré comme étant bien classé si son pourcentage de graisse se situe à l'intérieur de l'intervalle en pourcentage de graisse de la catégorie de l'IMC dans laquelle il est classé et il sera jugé mal classé si son pourcentage de graisse n'est pas inclus dans l'intervalle en pourcentage de graisse de la catégorie de l'IMC dans laquelle il est classé.

**FIGURE 6, HISTOGRAMMES DES DISTRIBUTIONS DE L'INDICATEUR D'OBÉSITÉ CONSOLIDÉ EN POURCENTAGE DE GRAISSE SELON LES QUATRE CATÉGORIES DE L'IMC CHEZ LES FEMMES DE L'ÉCHANTILLON MONTRÉAL 88**



La première catégorie de la figure 6, celle des femmes dont l'IMC est inférieur à 18,5, illustre des pourcentages de graisse en deçà de la moyenne des femmes. Une de ces femmes a cependant un pourcentage de graisse supérieur à 22,5 %, ce qui devrait la classer dans la deuxième catégorie et non la première.

Inclus dans la deuxième catégorie de la figure 6, nous retrouvons des pourcentages de graisse supérieurs et inférieurs aux intervalles de cette catégorie d'IMC. En effet, onze femmes obtiennent un indicateur inférieur à 22,5 %, ce qui fait qu'elles devraient se trouver dans la première catégorie. Quinze autres sujets obtiennent eux, des indices supérieurs à 29,8 %, et devraient donc être classés dans la troisième catégorie. Sur un total de 183 individus, il y en a donc 26 dont le classement serait erroné.

De même, 12 sujets de la troisième catégorie de la figure 6 ont un pourcentage de graisse inférieur à 29,8 %, et devraient donc être dans la deuxième distribution. Dans le même ordre d'idée, trois sujets ont un indice au dessus de 35,3 % et devraient donc être dans la quatrième catégorie.

<b>TABLEAU X. CLASSEMENT SELON L'INDICATEUR D'OBÉSITÉ CONSOLIDÉ EN POURCENTAGE DE GRAISSE POUR LES FEMMES DE L'ÉCHANTILLON MONTRÉAL 88</b>				
IMC	Catégorie inférieure	Bien classés	Catégorie supérieure	TOTAL
Catégorie 1 < 22,5 %	–	10	1	11
Catégorie 2 22,5 % – 29,8 %	11	159	13	183
Catégorie 3 29,8 % – 35,3 %	12	30	3	45
Catégorie 4 > 35,3 %	–	11	–	11
TOTAL absolu	23	210	17	250
TOTAL pourcentage	9,2	84	6,8	100

Les erreurs de classement sont illustrées au tableau X. Ce tableau nous permet de constater qu'un total de 16 % des femmes de l'échantillon Montréal 88 ont un indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse non classé dans la bonne catégorie de l'IMC. De ces sujets, 9,2 % ont un indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse moins important que la limite inférieure de la catégorie et 6,8 % ont un indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse plus important que la limite supérieure de la catégorie de l'IMC dans laquelle ils sont classés.

Ceci signifie donc que pour 16 % de la population, l'IMC ne serait pas approprié. De plus, les histogrammes de la figure 6 montrent que la différence des pourcentages est parfois très importante. Si l'IMC est utilisé pour poser un diagnostic, ces erreurs de classification en diminuent sa validité.

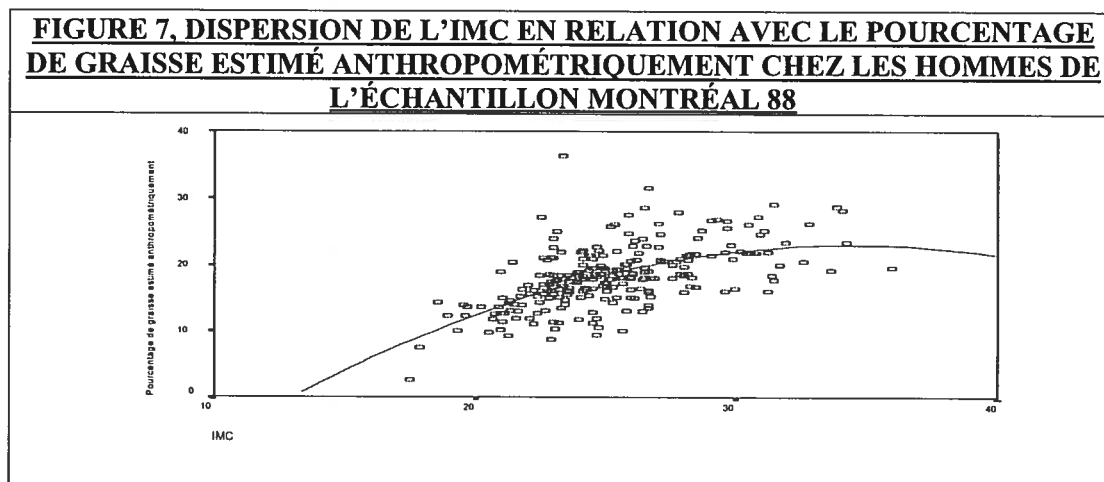
#### 4.2. HOMMES MONTRÉAL 88 :

Les analyses complétées chez les femmes de l'échantillon Montréal 88 semblent remettre l'IMC en question en tant qu'outil diagnostique, même si celui-ci obtenait un assez bon résultat lors de la première analyse en composantes principales.

Les hommes et les femmes sont cependant très différents en ce qui a trait à la composition tissulaire. Nous ne pouvons donc pas appliquer directement les résultats obtenus par les femmes aux échantillons composés d'hommes. C'est pourquoi les mêmes analyses seront maintenant reprises afin de créer et vérifier le nouvel indicateur chez les hommes de l'échantillon Montréal 88.

Comme le diagramme de dispersion de la figure 7 à la page 38, nous le démontre bien, la relation statistique quadratique entre l'IMC et le pourcentage de graisse estimé anthropométriquement est significative (seuil alpha plus petit ou égal à 0,0001  $r^2 = 0,35845$ ), tout en étant moins forte chez les hommes que chez les femmes de cet échantillon. Ceci indiquerait donc que le poids des hommes et leur IMC pourraient être influencés par un

facteur autre que le pourcentage de graisse. Nous verrons une explication possible de ce phénomène lorsque nous aborderons le cas des individus mésomorphes.



#### 4.2.1. INDICATEUR D'OBÉSITÉ CONSOLIDÉ EN POURCENTAGE DE GRAISSE CHEZ LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON MONTRÉAL 88 :

L'indice élaboré chez les femmes sera élaboré avec les données propres aux hommes, et nous vérifierons ensuite sa validité.

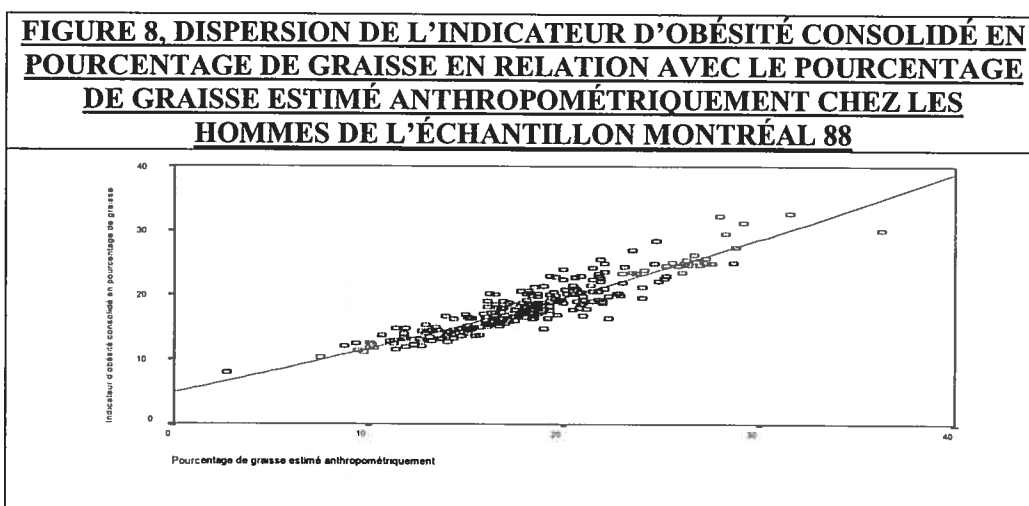
Pour ce faire, les variables du pourcentage de graisse estimé anthropométriquement, du volume de graisse des segments de membres et la cote d'endomorphisme seront utilisées dans une analyse en composantes principales. Les résultats de cette analyse, le score factoriel 1, sera ensuite retransformé en pourcentage de graisse à l'aide d'une régression.

<b>TABLEAU XI, ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES POUR UN NOUVEL INDICE CHEZ LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON MONTRÉAL 88</b>	
	Composante 1
PC. GRAISSE	0,917
VOL. GRAISSE	0,902
ENDO	0,797
Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales. a. 1 composante extraite	

L'analyse en composantes principales, comme l'indique le tableau XI, donne des résultats semblables à ceux des femmes de cet échantillon présentés au tableau VII de la page 31. Bien que les coefficients diffèrent légèrement, leur ordre est le même.

Résultant de cette analyse, le score factoriel 1 obtient une régression statistiquement significative (seuil alpha plus petit ou égal à 0,0001  $r^2 = 0,84219$ ) lorsque mis en relation avec le pourcentage de graisse estimé anthropométriquement. Même si ce score factoriel est composé de plusieurs variables, sa relation avec le pourcentage de graisse estimé anthropométriquement demeure toujours statistiquement significative.

Les résultats de la régression simple ayant le pourcentage de graisse estimé anthropométriquement comme variable dépendante, et le score factoriel 1 en tant que variable explicative (seuil alpha plus petit ou égal à 0,0001  $r^2 = 0,840$ ), nous donne l'indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse, dont voici le diagramme de dispersion à la figure 8.



La relation entre l'indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse obtenu par régression simple mis en relation avec le pourcentage de graisse estimé anthropométriquement, illustrée à la figure 8, est également statistiquement significative

(seuil alpha plus petit ou égal à 0,0001  $r^2 = 0,90533$ ). Ce diagramme de dispersion démontre que, même si cet indicateur est composé de plusieurs variables et qu'il a subi deux opérations mathématiques, il est toujours corrélé au pourcentage de graisse estimé anthropométriquement.

Afin de déterminer si les indicateurs d'obésité en pourcentage de graisse des sujets sont bien distribués selon les catégories de l'IMC, nous devons, comme il a été fait chez les femmes de l'échantillon Montréal 88, déterminer l'équivalent en indicateur d'obésité consolidé des limites de ces catégories de l'IMC. Ceci sera fait à l'aide d'une régression et de la formule  $y = a + bx$ . Les sujets bien et mal classés pourront ensuite être répertoriés.

<b><u>TABLEAU XII, COEFFICIENTS DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE POUR LES INTERVALLES DE L'IMC CHEZ LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON MONTRÉAL 88</u></b>					
	Coefficients non standardisés		Coefficients standardisés	T	signification
Modèle 1	B	Erreur standard	Bêta		
Constante	-6,28	1,443		-4,352	0,000
IMC	0,973	0,057	0,737	17,163	0,000
a Variable dépendante : indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse					

En appliquant la formule de la régression du tableau XII, on obtient les pourcentages de graisse présentés au tableau suivant :

<b><u>TABLEAU XIII, LIMITES DE L'INDICATEUR D'OBÉSITÉ CONSOLIDÉ EN POURCENTAGE DE GRAISSE DES INTERVALLES DE L'IMC POUR LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON MONTRÉAL 88</u></b>		
IMC	Catégories	Indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse
IMC < 18,5	1	< 11,7
18,5 < IMC < 25	2	11,7 – 18
25 < IMC < 30	3	18 – 22,9
IMC > 30	4	> 22,9

Les pourcentages du tableau XIII nous permettent de trouver les erreurs de classement, comme il a été fait pour les femmes du même échantillon. Pour ce faire, les distributions des quatre catégories de l'IMC sont illustrées à la figure 9.

La distribution du nouvel indicateur pour la catégorie de l'IMC des gens considérés comme étant trop légers pour leur stature, telle qu'illustrée à la figure 9 de la page 42, ne pose pas de problème. Les pourcentages de graisse des sujets sont en effet sous la moyenne des hommes et sont inférieurs à 11,7 %, soit la limite maximale de cet intervalle.

On ne peut cependant qu'être impressionné par le très important recoupement des diverses catégories d'IMC à la figure 9 de la page 42. Pour la deuxième catégorie, quatre des individus obtiennent un pourcentage de graisse en deçà de 11,7 %, ce qui devrait les inclure dans la première catégorie. 28 individus ont un pourcentage de graisse se situant entre 18 % et 22,9 %, ce qui devrait les placer dans la troisième catégorie de l'IMC et finalement, deux sujets ont un pourcentage supérieur à 22,9 %, ce qui devrait faire en sorte qu'ils soient classés dans la quatrième catégorie. Sur un total de 132 sujets appartenant à la deuxième catégorie de l'IMC, 34 ne devraient pas y être, ce qui est un nombre assez important.

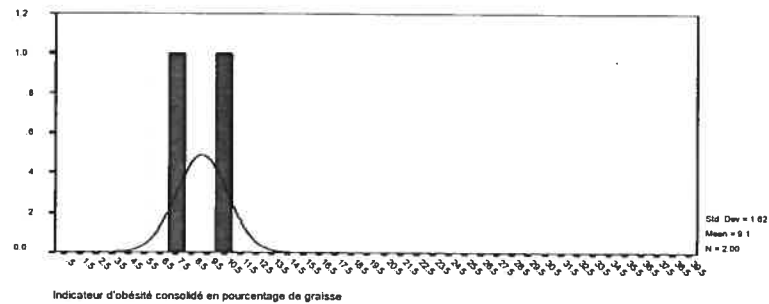
Le même phénomène se répète pour la troisième catégorie de la figure 10 et soulève la même objection. Des 93 sujets de cette catégorie, 27 ont un pourcentage de graisse se situant entre 11,7 % et 18 %, donc de la deuxième catégorie, et 21 ont un pourcentage supérieur à 22,9 %, et devraient donc être dans la quatrième catégorie. Il y donc 48 individus dont la classification est discutable, ce qui représente un peu plus de la moitié des sujets de cette catégorie. Il y a lieu de s'interroger.



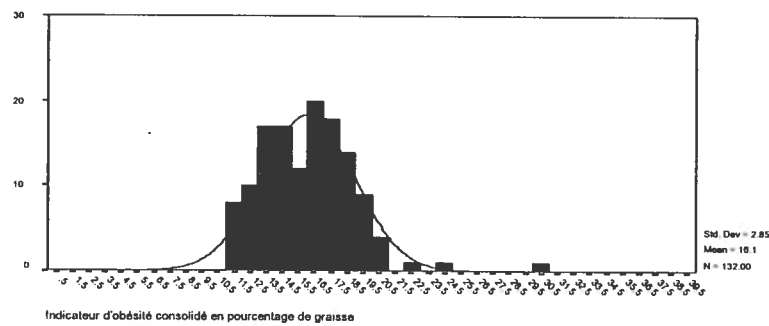
**FIGURE 9, HISTOGRAMMES DES DISTRIBUTIONS DE L'INDICATEUR D'OBÉSITÉ CONSOLIDÉ EN POURCENTAGE DE GRAISSE SELON LES QUATRE CATÉGORIES DE L'IMC CHEZ LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON**

**MONTREAL 88**

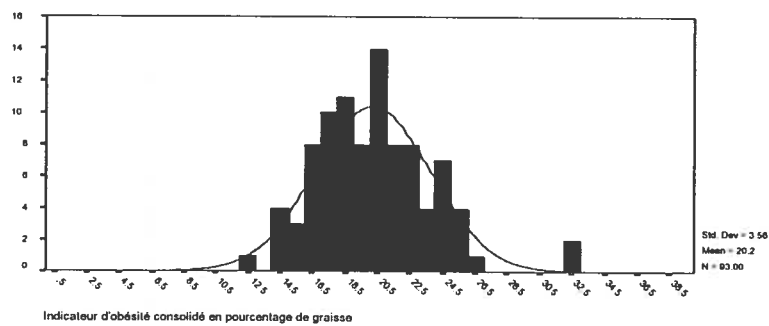
**CATÉGORIE 1**



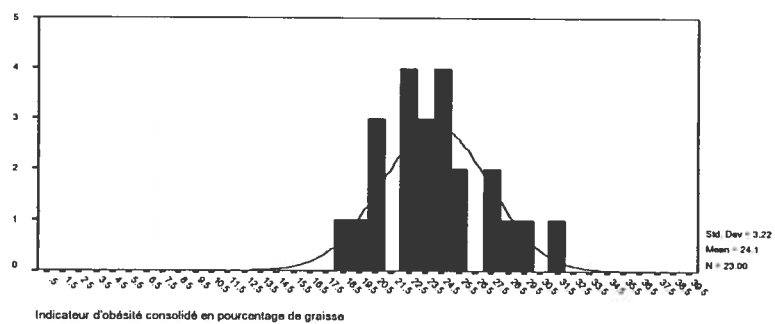
**CATÉGORIE 2**



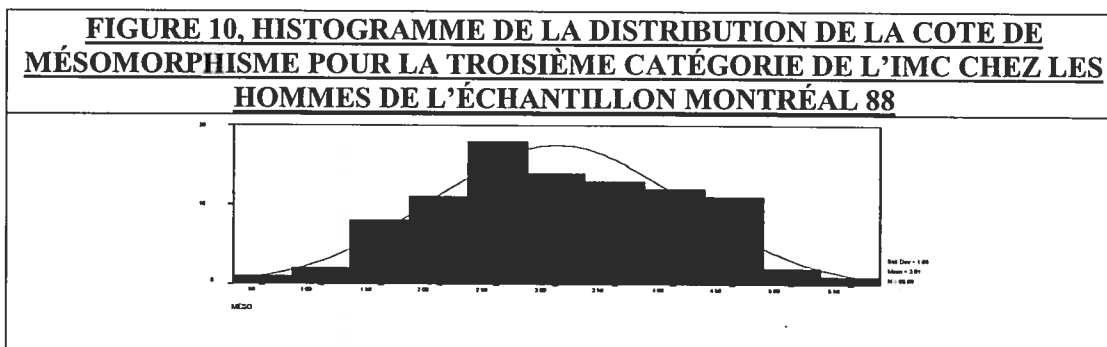
**CATÉGORIE 3**



**CATÉGORIE 4**



En effet, si nous regardons la distribution de la variable indiquant le mésomorphisme des individus pour cette troisième catégorie d'IMC, on peut observer, à la figure 10, que plus de la moitié des sujets ont une cote mésomorphique de 2,5 ou plus. Ces individus sont donc très mésomorphes, ce qui signifie qu'ils ont tendance à être plus musclés.

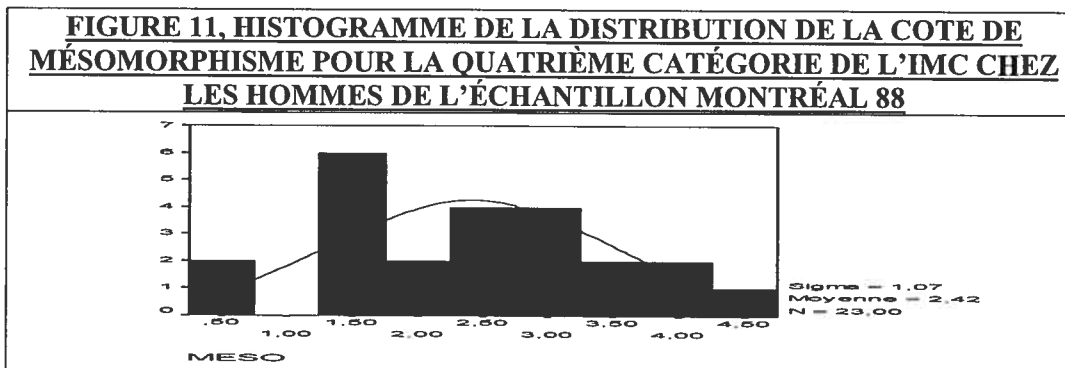


Ces sujets n'ont donc pas un IMC plus important parce qu'ils sont plus gras, mais bien parce qu'ils sont plus musclés et que le muscle ajoute du poids pour une même stature, ce qui se traduit par une élévation de l'IMC qui n'a rien à voir avec l'obésité, bien au contraire. Comme l'IMC se base sur le poids et la taille et non sur la quantité de tissus graisseux que peut avoir un individu, il est normal que l'IMC soit affecté. Ces sujets ne sont cependant pas obèses pour autant, ils sont seulement plus musclés que la moyenne.

Si la quatrième catégorie renferme les gens les plus gras, comment ce fait-il que l'on retrouve dans cette catégorie des pourcentages de graisse représentatifs de la troisième. En effet, sept des sujets de cette distribution ont un pourcentage de graisse se situant entre 18 % et 22,9 %, ce qui devrait les inclure dans la troisième catégorie.

Les sujets de la quatrième distribution ont donc l'IMC le plus important de ce sous-échantillon, sans nécessairement être les plus gras. D'autre part, si nous regardons la distribution de leur cote de mésomorphisme, on peut observer, à la figure 11, que seuls deux

sujets seulement ont une cote en deçà de 1,5, et que 15 sujets ont une cote de 2,5 ou plus, les qualifiant de mésomorphe.



Si les individus de cette catégorie ont tendance à être musclés, et comme le muscle et les os associés ajoutent du poids, il est normal qu'ils soient plus lourds sans être pour autant plus gras.

**TABLEAU XIV, CLASSEMENT SELON L'INDICATEUR D'OBÉSITÉ CONSOLIDÉ EN POURCENTAGE DE GRAISSE POUR LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON MONTRÉAL 88**

IMC	Indice inférieur	Bien classés	Indice supérieur	TOTAL
Catégorie 1 > 11,7 %	–	2	–	2
Catégorie 2 > 11,7 % - 18 %	4	98	30	132
Catégorie 3 18 % - 22,9%	27	45	21	93
Catégorie 4 > 22,9 %	7	16	–	23
TOTAL Absolu	38	161	51	250
TOTAL pourcentage	15,2	64,4	20,4	100

Il est des plus intéressant de noter, au tableau XIV, que chez les hommes de Montréal 88, 35,6 % des sujets auraient été mal classés, contrairement à 16 % chez les femmes du même échantillon. 15,2 % des hommes de ce sous-échantillon obtiendraient un indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse moins important que la limite

inférieure de l'intervalle dans lequel ils sont classés, alors que 20,4 % des sujets de ce même sous-échantillon obtiendraient un indicateur plus grand que la limite supérieure de l'intervalle dans lequel ils se retrouvent.

Le pourcentage des sujets masculins se retrouvant dans la mauvaise catégorie représente plus du tiers du total des hommes de l'échantillon Montréal 88. Il s'agit d'une proportion importante. À la lumière de ces résultats, l'IMC n'apparaît absolument pas approprié pour déterminer la composition tissulaire d'un individu. Sa pertinence en tant qu'outil diagnostique de l'obésité s'en trouve grandement affectée.

En fait, si l'on compare les résultats du tableau XIV à ceux des femmes de l'échantillon Montréal 88 donnés au tableau X de la page 36, on peut remarquer que le pourcentage d'erreur de l'IMC est moins grand chez les femmes que chez les hommes.

Ceci ne signifie cependant pas nécessairement que l'IMC diagnostique mieux l'obésité chez les femmes que chez les hommes. N'oublions pas que les femmes sont généralement plus grasses que les hommes. Elles ont donc plus de chances d'avoir un IMC plus grand lié à un plus grand pourcentage de graisse. Chez les hommes, comme nous venons de le voir, un IMC plus élevé peut s'expliquer par une musculature plus importante. Les hommes, par définition, ont une musculature plus importante que les femmes.

#### 4.3. FEMMES HIVER 2004 :

Maintenant que l'indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse a été vérifié pour les deux sexes dans un échantillon représentatif, nous allons l'appliquer à l'échantillon Hiver 2004.

##### 4.3.1. INDICATEUR D'OBÉSITÉ CONSOLIDÉ EN POURCENTAGE DE GRAISSE

###### CHEZ LES FEMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004 :

Comme nous avons pu le souligner lors des analyses initiales, le pourcentage de graisse estimé anthropométriquement n'est pas exempt d'erreurs de mesure possibles.

Tout comme nous l'avons fait pour les femmes et les hommes de l'échantillon Montréal 88, nous proposons donc d'élaborer un nouvel indicateur, soit l'indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse. Ce dernier sera plus adéquat pour évaluer la composition en tissus adipeux de l'individu, car il inclut trois variables, soit le pourcentage de graisse estimé anthropométriquement, le volume de graisse des segments de membres ainsi que la cote d'endomorphisme.

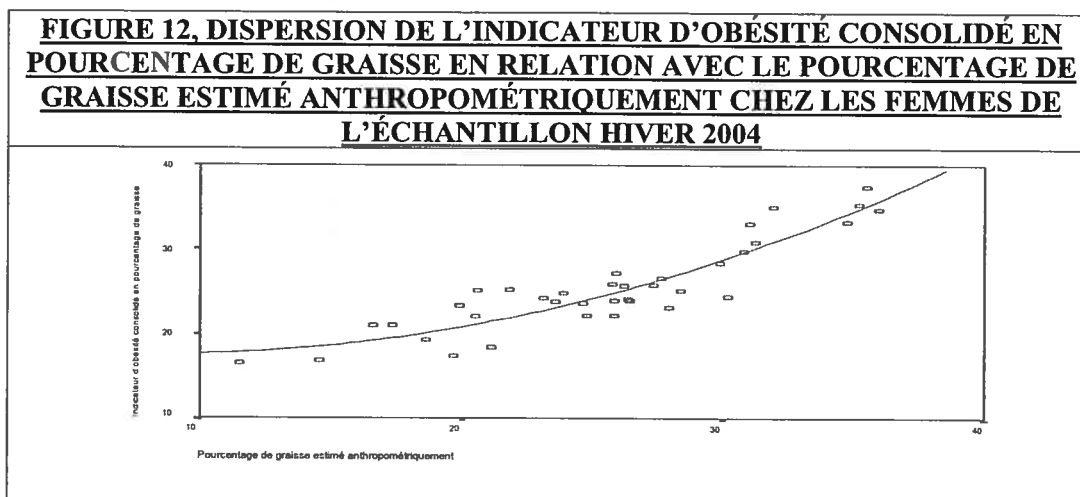
L'indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse sera donc élaboré chez les sujets de l'échantillon Hiver 2004 et nous pourrions vérifier si des résultats similaires à ceux de l'échantillon Montréal 88 sont obtenus. Pour ce faire, une analyse en composantes principales sera exécutée.

<b><u>TABLEAU XV, ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES POUR UN NOUVEL INDICE CHEZ LES FEMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004</u></b>	
	Composante 1
PC. GRAISSE	0,893
VOL. GRAISSE	0,488
ENDO	0,896
Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales. a. 1 composante extraite	

Les résultats de l'analyse en composantes principales de l'échantillon de femmes illustrés au tableau XV de la page 46 ne sont pas les mêmes que ceux obtenus chez les femmes de Montréal 88 au tableau VII de la page 31. Le pourcentage de graisse estimé anthropométriquement est la variable la plus explicative, suivi de la cote d'endomorphisme et du volume de graisse des segments de membres, alors que cette variable prenait le deuxième rang chez les femmes de Montréal 88.

En sauvegardant les scores factoriels individuels en tant que variables, nous obtenons le score factoriel 1. La distribution de ce facteur obtient une régression quadratique statistiquement significative (seuil alpha plus petit ou égal à 0,0001  $r^2 = 0,82727$ ) lorsque mis en relation avec le pourcentage de graisse anthropométrique.

Après régression simple (seuil alpha plus petit ou égal à 0,0001  $r^2 = 0,79137$ ), on obtient l'indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse. Tout comme le score factoriel 1, ce dernier présente, à la figure 12, une régression quadratique statistiquement significative (seuil alpha plus petit ou égal à 0,0001  $r^2 = 0,82727$ ). Encore une fois, le fait que les deux régressions obtiennent le même  $r^2$  indique qu'il s'agit de la même analyse et par conséquent, que la variable n'a pas été altérée par la régression.



Afin de vérifier la distribution de l'indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse pour chacune des catégories de l'IMC, nous devons trouver l'équivalent en indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse des limites des intervalles des catégories de l'IMC. La régression simple, ayant comme variable dépendante l'indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse, et comme variable explicative l'IMC, donne le tableau XVI.

<b><u>TABLEAU XVI, COEFFICIENTS DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE POUR LES INTERVALLES DE L'IMC CHEZ LES FEMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004</u></b>					
	Coefficients non standardisés		Coefficients standardisés	t	signification
Modèle 1	B	Erreur standard	Bêta		
constante	2,370	2,742		0,864	0,393
IMC	1,013	0,118	0,823	8,559	0,000
a Variable dépendante : indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse					

En appliquant la formule  $y = a + bx$  aux limites des intervalles des catégories de l'IMC, on obtient, au tableau XVII, les intervalles suivants :

<b><u>TABLEAU XVII, LIMITES DE L'INDICATEUR D'OBÉSITÉ CONSOLIDÉ EN POURCENTAGE DE GRAISSE DES INTERVALLES DE L'IMC POUR LES FEMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004</u></b>		
IMC	Catégories	Indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse
IMC < 18,5	1	< 21,1
18,5 < IMC < 25	2	21,1 – 27,7
25 < IMC < 30	3	27,7 – 32,8
IMC > 30	4	> 32,8

L'indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse est un indice complet incluant plusieurs façons d'évaluer la composition en tissus adipeux d'un individu. Il constitue donc un bon outil diagnostique de l'obésité, ou du moins de la composition en tissus adipeux d'un sujet. En comparant sa distribution selon les catégories de l'IMC, nous

pourrions vérifier si des pourcentages de graisse se répètent d'une catégorie à l'autre. Si tel est le cas, cela soulignerait le fait que l'IMC ne serait pas un bon outil diagnostique.

La distribution de l'indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse selon les catégories de l'IMC pour les femmes de l'échantillon Hiver 2004 est présentée à la figure 13 de la page 50.

Comme nous avons pu le noter pour tous les échantillons jusqu'à présent, la distribution de cet indice, à la figure 13, pour la première catégorie IMC comprend en effet des gens ayant un IMC ainsi qu'un pourcentage de graisse sous la normale. En fait, aucun de ces sujets n'a de pourcentage de graisse supérieur à 21,1 %.

Aussi, la deuxième catégorie des IMC de la figure 13 comprend des indicateurs d'obésité consolidés en pourcentage de graisse plus bas que 21,1 %, qui devraient donc être dans la première catégorie, mais aussi des pourcentages assez élevés pour être classés dans la quatrième catégorie. Notons qu'un sujet obtient 37,5 %, ce qui constitue le pourcentage de graisse le plus important de tout cet échantillon.

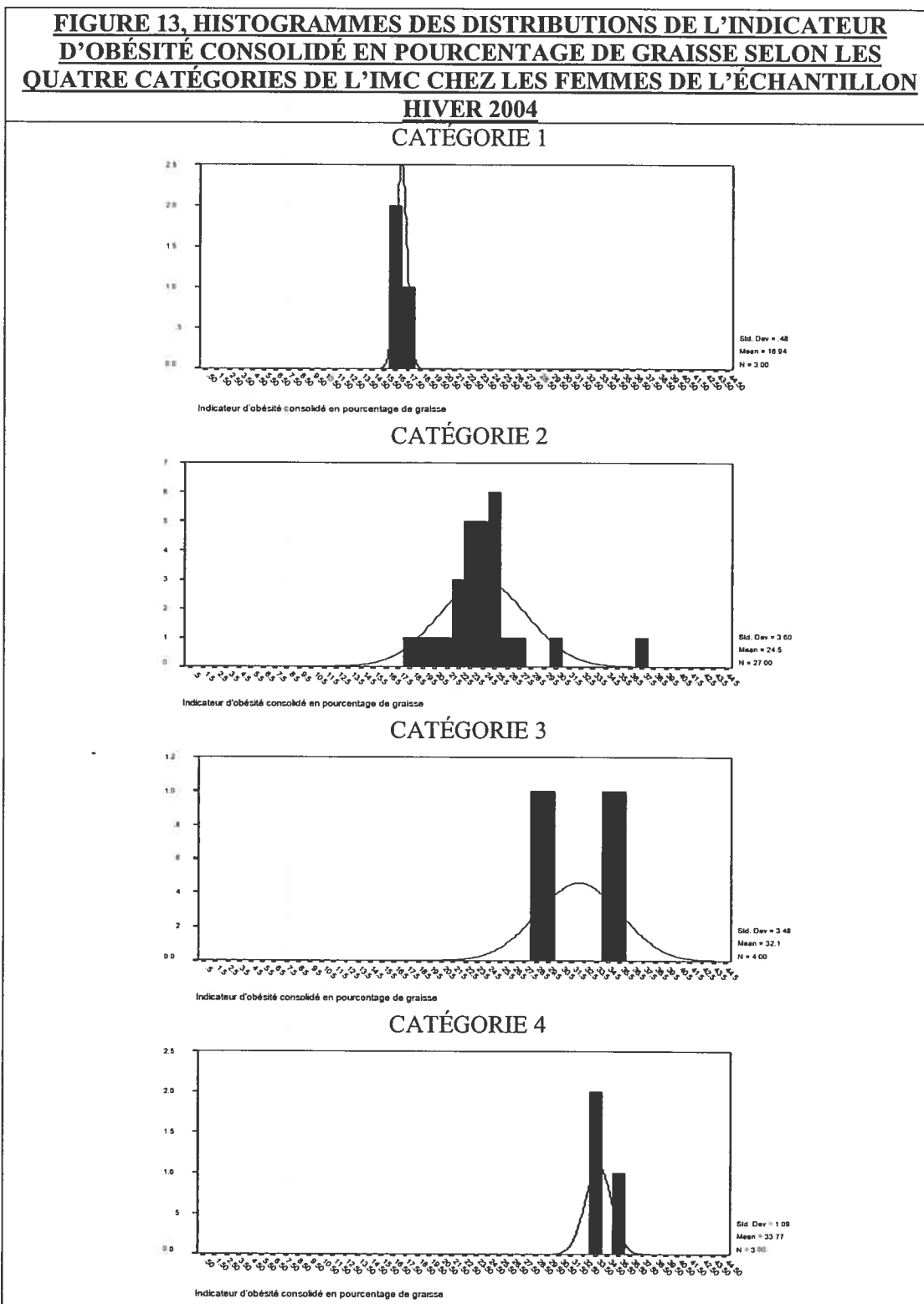
Concrètement, trois individus de la deuxième catégorie de l'IMC à la figure 13 de la page 50 ont un pourcentage de graisse inférieur à 21,1 %. Un autre obtient un indice se situant entre 27,7 % et 32,8 % et finalement, un dernier à plus de 32,2 %. Cinq sujets sur un total de 27 ne sont pas bien classés.

Si nous observons la troisième distribution, toujours de la figure 13, nous pouvons constater qu'elle comprend deux individus ayant un pourcentage de graisse supérieur à 32,8%, ce qui devrait les inclure dans la quatrième catégorie. Cela représente donc la moitié de la distribution.

Autre problème de classification, la troisième catégorie de la figure 13 comprend des pourcentages allant de 28,5 % à 35,5 %. Maintenant, si l'on se penche sur la quatrième catégorie, elle inclut des pourcentages s'étendant de 33,5 % à 35,5 %. Si la borne supérieure



est la même, les pourcentages de la quatrième dispersion ne pourraient-ils pas être inclus dans la troisième catégorie ?



Notons par contre que les femmes de la quatrième catégorie de la figure 13 obtiennent toutes un indice supérieur à 32,8 % et seraient par conséquent dans la bonne catégorie.

Le tableau XVIII donne les résultats du recensement des sujets selon les distributions de leur indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse pour chacune des catégories de l'IMC. Ce tableau permet de constater combien d'individus seraient mal classés.

<b>TABLEAU XVIII, CLASSEMENT SELON L'INDICATEUR D'OBÉSITÉ CONSOLIDÉ EN POURCENTAGE DE GRAISSE POUR LES FEMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004</b>				
IMC	Indice inférieur	Bien classés	Indice supérieur	TOTAL
Catégorie 1 > 21,1 %	–	3	–	3
Catégorie 2 21,1 % - 27,7 %	3	22	2	27
Catégorie 3 27,7 % - 32,8 %	–	2	2	4
Catégorie 4 > 32,8 %	–	3	–	3
TOTAL absolu	3	30	4	37
TOTAL pourcentage	8,1	81,1	10,8	100

Nous pouvons donc constater au tableau XVIII qu'un total de 18,9 % des femmes de l'échantillon Hiver 2004, en se fiant à l'indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse, ne se trouveraient pas dans la bonne catégorie d'IMC, soit 7 sujets sur 37. Notons que ce pourcentage est légèrement plus élevé que celui des femmes de l'échantillon Montréal 88 qui est de 16 %.

Trois des sujets du tableau XVIII obtiennent un indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse moins important que la limite inférieure de la catégorie de l'IMC dans laquelle ils se retrouvent, et quatre individus obtiennent un indicateur d'obésité

consolidé en pourcentage de graisse plus important que la limite supérieure de l'intervalle de la catégorie de l'IMC dans laquelle ils se retrouvent.

Ceci souligne encore une fois que l'IMC n'est pas un outil approprié pour déterminer la composition en tissus adipeux d'un individu. Si tel était le cas, les erreurs de classement seraient moins nombreuses. Si l'on regarde la figure 13 de la page 50, les faiblesses de l'IMC sont illustrées de façon évidente. Dans cette figure, les recouvrements sont très importants.

#### 4.4. HOMMES HIVER 2004 :

Les femmes et les hommes étant constitués différemment, nous allons maintenant nous pencher sur les hommes de l'échantillon Hiver 2004. Comme nous avons pu le constater par les analyses précédentes faites sur les femmes et les hommes de l'échantillon Montréal 88, les résultats entre les deux sexes peuvent différer légèrement.

##### 4.4.1. INDICATEUR D'OBÉSITÉ CONSOLIDÉ EN POURCENTAGE DE GRAISSE

###### CHEZ LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004 :

Nous allons élaborer, pour les hommes de l'échantillon Hiver 2004, l'indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse. Comme nous l'avons déjà mentionné, ce nouvel indicateur est plus complet, car il inclut plus d'une méthode d'évaluation de l'adiposité du sujet.

Pour ce, nous allons d'abord faire une analyse en composantes principales incluant les variables du pourcentage de graisse estimé anthropométriquement, le volume de graisse des segments de membres ainsi que la cote d'endomorphisme. Les résultats de cette analyse seront sauvegardés en tant que variable pour des analyses subséquentes.

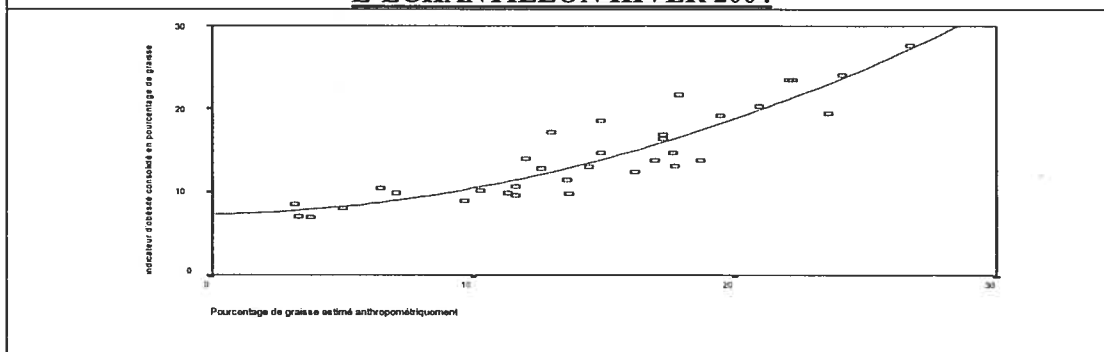
L'analyse en composantes principales, dont les scores factoriels sont rendus au tableau XIX, donne également des résultats similaires à ceux des hommes de Montréal 88 tel qu'illustrés au tableau XI de la page 38.

<b><u>TABLEAU XIX, ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES POUR UN NOUVEL INDICE CHEZ LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004</u></b>	
	Composante 1
PC. GRAISSE	0,785
VOL. GRAISSE	0,768
ENDO	0,704
Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales. a. 1 composante extraite	

Le score factoriel 1 en relation avec le pourcentage de graisse estimé anthropométriquement donne, une régression quadratique statistiquement significative (seuil alpha plus petit ou égal à 0,0001  $r^2 = 0,82727$ ). Le score factoriel 1, composé de trois éléments, présente toujours une relation très significative avec le pourcentage de graisse estimé anthropométriquement. Pour créer l'indicateur d'obésité, une régression simple ayant comme variable dépendante le pourcentage de graisse anthropométrique comme variable dépendante et le score factoriel 1 comme variable explicative (seuil alpha plus petit ou égal à 0,0001  $r^2 = 0,785$ )

Le diagramme de dispersion de l'indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse présente également, à la figure 14 de la page 54, une régression quadratique statistiquement significative (seuil alpha plus petit ou égal à 0,0001  $r^2 = 0,81837$ ). Ce diagramme nous permet de vérifier la relation entre le pourcentage de graisse estimé anthropométriquement et un indice composé de plusieurs variables et ayant déjà subi deux opérations. La figure 14 nous permet de constater que les deux variables sont corrélées de façon significative et importante.

**FIGURE 14, DISPERSION DE L'INDICATEUR D'OBÉSITÉ CONSOLIDÉ EN POURCENTAGE DE GRAISSE EN RELATION AVEC LE POURCENTAGE DE GRAISSE ESTIMÉ ANTHROPOMÉTRIQUEMENT CHEZ LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004**



Maintenant que nous avons élaboré l'indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse pour les hommes de l'échantillon Hiver 2004, nous allons pouvoir vérifier la distribution de cette variable selon les catégories de l'IMC telle que ces dernières sont définies par l'Organisation mondiale de la santé.

Pour ce faire, nous devons cependant déterminer l'équivalent en indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse des intervalles des catégories de l'IMC. La régression linéaire, dont les résultats seront utilisés pour déterminer les limites en indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse des intervalles de l'IMC, est présentée au tableau XX.

**TABLEAU XX, COEFFICIENTS DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE POUR LES INTERVALLES DE L'IMC CHEZ LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004**

Modèle 1	Coefficients non standardisés		Coefficients standardisés	t	signification
	B	Erreur standard	Bêta		
constante	-17,938	3,368		-5,326	0,000
IMC	1,332	0,137	0,864	9,707	0,000

a Variable dépendante : indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse

Par l'application de la formule  $y = a + bx$  ont obtenu, au tableau XXI, les intervalles suivants :

<b><u>TABLEAU XXI, LIMITES DE L'INDICATEUR D'OBÉSITÉ CONSOLIDÉ EN POURCENTAGE DE GRAISSE DES INTERVALLES DE L'IMC POUR LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004</u></b>		
IMC	Catégories	Indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse
IMC < 18,5	1	< 6,7
18,5 < IMC < 25	2	6,7 – 15,4
25 < IMC < 30	3	15,4 – 22
IMC > 30	4	> 22

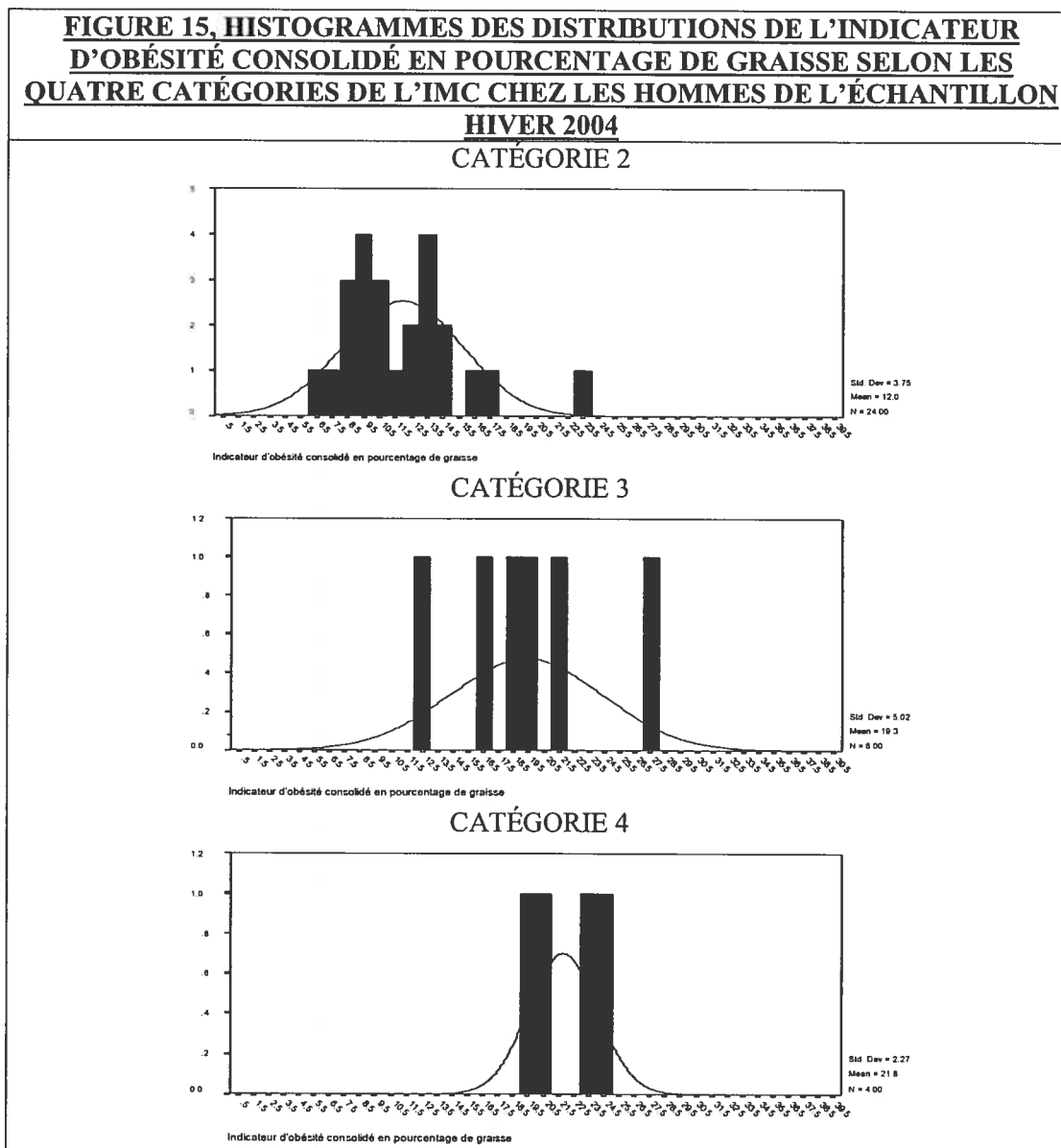
Les intervalles du tableau XXI nous permettent donc de trouver les indicateurs d'obésité consolidés en pourcentage de graisse ne se trouvant pas dans la bonne catégorie de l'IMC.

Pour ce faire, nous devons consulter la figure 15 qui illustre, à la page 56, la distribution de l'indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse pour chacune des catégories de l'IMC. Encore une fois, comme aucun sujet n'appartient à la première catégorie de l'IMC, cette dernière n'est pas présente.

Aucun sujet de la figure 15 n'a un indicateur inférieur à 6,7 pourcent, ce qui signifie qu'aucun sujet n'aurait dû être classé dans la catégorie 1. Par contre, deux individus de la deuxième catégorie ont un pourcentage situé entre 15,4 % et 22 %, ce qui fait qu'ils devraient être dans la troisième catégorie. Un autre individu ayant un pourcentage supérieur à 22 %, devrait par conséquent se retrouver dans la dernière catégorie de l'IMC.

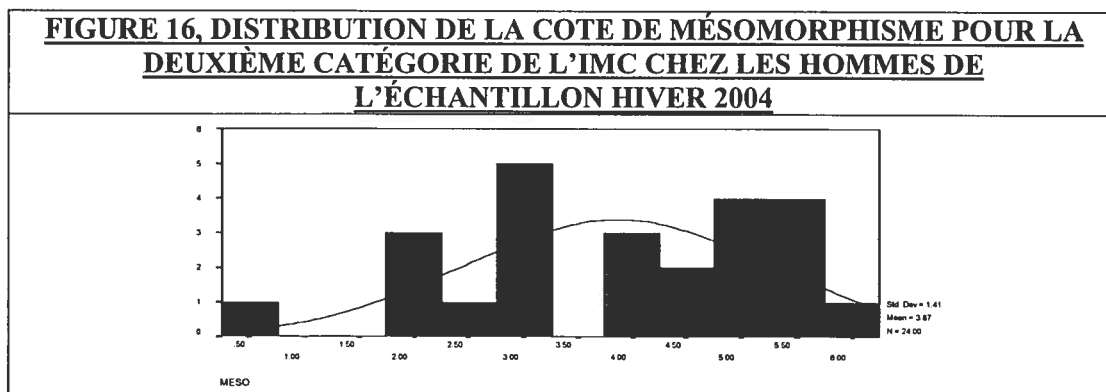
Finalement, la distribution de la deuxième catégorie de l'IMC illustrée à la figure 15 paraît être très dispersée. Cela donne l'impression que cette catégorie comprend deux genres d'individus, soit ceux qui ont un IMC appartenant à la deuxième catégorie de l'IMC tout en ayant un faible pourcentage de graisse et ceux qui ont un IMC de la deuxième catégorie de

l'IMC, tout en étant plus gras. Ce phénomène s'explique lorsque l'on se penche sur la distribution de la cote de mésomorphisme des individus pour cette catégorie de l'IMC à la figure 16 de la page 57.



Il est donc possible de constater, à la figure 16 de la page 57, que la deuxième catégorie d'IMC comprend 19 individus dont la cote de mésomorphisme est de trois ou plus. Ceci en fait des individus plutôt mésomorphes donc, ayant tendance à être plus musclés.

Comme le muscle ajoute du poids pour une même stature, des sujets se retrouvent dans cette catégorie 2 d'IMC non parce qu'ils sont plus gras, mais simplement parce qu'ils sont plus musclés.



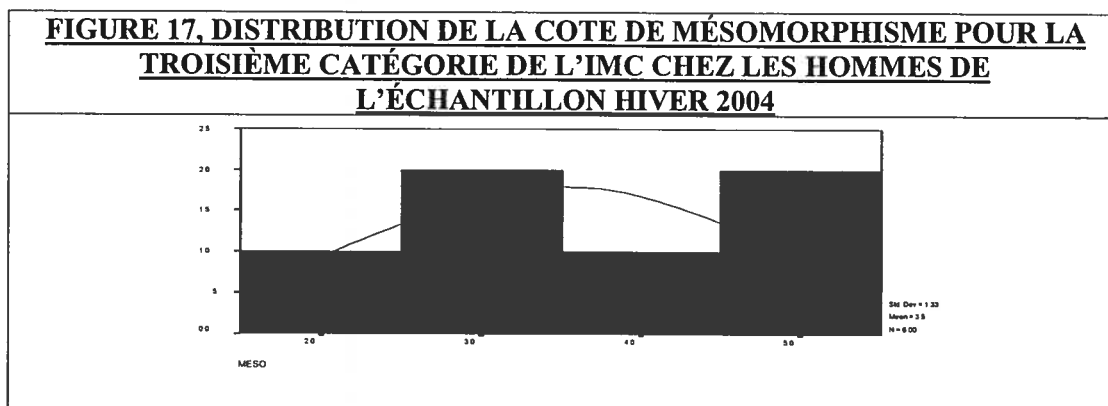
De la même façon, certains individus obtiennent un IMC de la deuxième catégorie, tout en ayant un pourcentage de graisse supérieur à 15,4 %. Ces individus obtiendraient donc un IMC jugé normal tout en étant gras car ils seraient très peu musclés.

La troisième catégorie de l'IMC de la figure 15 donne également l'impression d'être très dispersée. Tous les individus ont un IMC de la même catégorie, mais il semblerait y avoir des sujets maigres et d'autres gras.

Si l'intervalle de cette catégorie s'étant de 15,4 % à 22 %, on peut constater que deux individus s'éloignent des limites de cet intervalle. Un sujet obtient un indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse en dessous de la limite inférieure et un autre plus important que la limite supérieure, ce qui en fait des sujets mal classés. En effet, le pourcentage du sujet ayant un indicateur plus important que la limite supérieure de l'intervalle devrait le situer dans la quatrième catégorie, puisqu'il est supérieur à 22 %. Le sujet obtenant un indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse moins important que la limite inférieure de l'intervalle devrait se retrouver dans la deuxième catégorie.



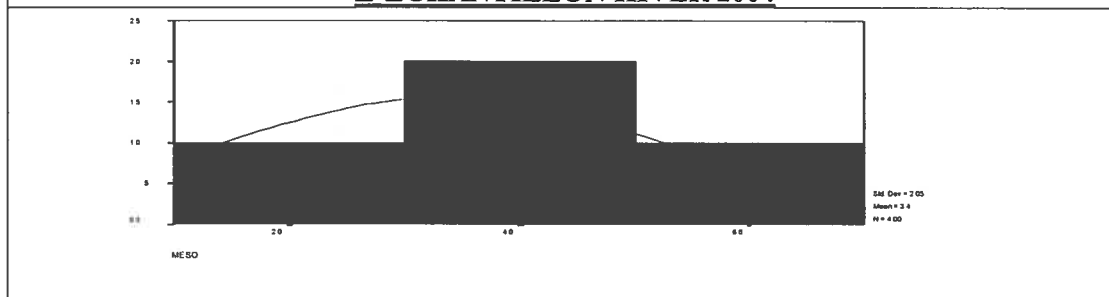
En fait, si l'on regarde la distribution de la cote de mésomorphisme pour cette catégorie, on peut constater que cinq individus sur six ont une cote de mésomorphisme de trois ou plus. Comme nous venons de le voir, ceci en fait des individus plutôt musclés. Ces derniers obtiennent donc un IMC élevé non pas parce qu'ils sont gras mais, encore une fois, parce qu'ils sont plus musclés, donc plus lourds pour leur stature.



Finalement, la quatrième distribution de la figure 15 est également problématique. Les pourcentages de graisse de ces individus sont assez près de la moyenne, pourtant ces derniers sont considérés comme étant obèses. Ceci souligne le fait qu'il y a certainement un autre facteur influençant le poids de ces individus et par conséquent leur IMC.

Là encore, ce facteur se révèle être le mésomorphisme. Si l'on regarde la distribution de cette variable pour cette catégorie de l'IMC, on constate, à la figure 18 de la page 59, que trois individus sur quatre ont une cote de mésomorphisme de quatre ou plus, ce qui signifie que plus de la moitié de la cote somatotypique de ces derniers est mésomorphe. Il s'agit donc d'individus musclés. Ils sont par conséquent lourds, sans toutefois être gras.

**FIGURE 18, DISTRIBUTION DE LA COTE DE MÉSOMORPHISME POUR LA QUATRIÈME CATÉGORIE DE L'IMC CHEZ LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004**



Si l'on observe le tableau XXII, nous pouvons voir de façon plus concrète les résultats du recensement des sujets selon les catégories de l'IMC.

**TABLEAU XXII, CLASSEMENT SELON L'INDICATEUR D'OBÉSITÉ CONSOLIDÉ EN POURCENTAGE DE GRAISSE POUR LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004**

IMC	Indice inférieur	Bien classés	Indice supérieur	TOTAL
Catégorie 1 > 6,7 %	-	-	-	0
Catégorie 2 6,7 % - 15,4 %	-	21	3	24
Catégorie 3 15,4 % - 22 %	1	4	1	6
Catégorie 4 > 22 %	2	2	-	4
TOTAL absolu	3	27	4	34
TOTAL pourcentage	8,8	79,4	11,8	100

Nous pouvons constater, au tableau XXII qu'un total de 20,6 % des sujets masculins de l'échantillon Hiver 2004 n'auraient pas été classés, selon leur indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse, dans la bonne catégorie de l'IMC. Ceci représente 1/5<sup>e</sup> du total des hommes de cet échantillon, ce qui est une proportion importante, bien que ce soit une proportion inférieure au 35,6 % obtenu chez les hommes de l'échantillon Montréal 88. N'oublions pas que l'échantillon Hiver 2004 n'est pas représentatif et que, par

conséquent, il ne représente pas la population en général. Il est en effet formé de sujets plus jeunes et plus homogènes.

De ce 20,6 % de gens ne se retrouvant pas dans la bonne catégorie de l'IMC, 8,8 % obtiennent un indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse moins important que la limite inférieure de l'intervalle de la catégorie de l'IMC dans laquelle ils sont classés et 11,8 % obtiennent un indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse plus important que la limite supérieure de l'intervalle de la catégorie de l'IMC dans laquelle nous les retrouvons.

Ces résultats soulignent encore une fois le fait que l'IMC n'est pas un bon indicateur de la composition tissulaire des individus.

De plus, les distributions de l'indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse des sujets ne devraient pas présenter des recouvrements si importants d'une catégorie de l'IMC à l'autre. Ceci démontre une fois de plus que l'IMC n'est pas un outil adéquat pour déterminer s'il y a obésité ou non, surtout lorsqu'il est question de diagnostic individuel.

## **CHAPITRE 5 : L'ANALYSEUR D'ADIPOSITÉ OMRON HBF-306INT**

Tel que mentionné dans les hypothèses de cette recherche, les résultats obtenus par l'analyseur d'adiposité OMRON HBF-306INT seront l'objet d'analyses. Cet analyseur d'adiposité représente la technique d'analyse de la composition tissulaire par bio-impédance.

Cet appareil, tant par son fonctionnement que par les résultats obtenus, soulève plusieurs interrogations. Pour tenter de clarifier ce problème, nous utiliserons l'échantillon Hiver 2004, car les pourcentages de graisse obtenus par l'analyseur d'adiposité Omron ne

sont pas disponibles dans l'échantillon Montréal 88. Aussi, leur composition tissulaire étant différente, les femmes et les hommes seront analysés séparément.

La première objection que l'on peut soulever au sujet de l'analyseur d'obésité OMRON HBF-306INT est le fait que, pour accomplir l'évaluation du sujet, l'observateur doit entrer l'âge, la stature, le poids du sujet ainsi que choisir entre le mode normal et le mode athlète. Ces données ne devraient pas être nécessaires à l'évaluation du pourcentage de graisse par la seule bio-impédance. Par contre, elles servent au calcul de l'IMC...

Afin de déterminer le mode dans lequel l'analyse doit s'effectuer, l'observateur doit soumettre le sujet à un questionnaire. Ce questionnaire porte sur les activités physiques accomplies par le sujet au cours d'une semaine. Si le sujet accomplit une activité physique intense durant un certain laps de temps plusieurs fois par semaine, l'analyse doit être accomplie en mode athlète. Si tel n'est pas le cas, l'analyse doit être effectuée en mode normal. Outre le questionnaire, le fabricant ne donne aucune indication sur la différence entre les deux modes, ni sur les équations utilisées par l'appareil.

Sung et al. (2001) font également remarquer que tous les analyseurs d'adiposité analysant le corps en entier se basant sur l'impédance exigent l'entrée du poids, de l'âge et de la stature. Il souligne également que pour un même protocole, une recherche ne devrait pas utiliser des analyseurs faits par différentes compagnies car, comme ces derniers n'utilisent pas les mêmes équations, les résultats obtenus pour un même échantillon diffèrent (SUNG et al., 2001 : 7).

#### 5.1. FEMMES HIVER 2004 :

Afin de vérifier les résultats obtenus par l'analyseur d'adiposité Omron, nous allons d'abord voir quelle relation présente le pourcentage de graisse obtenu par cet analyseur en mode normal avec différentes variables afin de déterminer si certaines de ces relations semblent plus fortes que d'autres.

L'analyse en composantes principales du tableau XV de la page 46 indique qu'il y a une cohérence entre les scores factoriels. Il y aurait donc une relation entre l'IMC et le pourcentage de graisse Omron en mode normal.

Il y a cependant lieu de s'interroger sur la relation. Comme nous avons déjà pu le voir, il existe effectivement une relation entre l'IMC et le pourcentage de graisse estimé anthropométriquement. Il est donc logique qu'une relation existe entre l'IMC et le pourcentage de graisse Omron en mode normal, puisque cette variable est également un pourcentage de graisse obtenu par le sujet.

Par contre cette relation pourrait également s'expliquer si l'analyseur d'adiposité Omron utilise le poids et la stature utilisés dans le calcul de l'IMC pour déterminer le pourcentage de graisse.

L'ambiguïté de la situation s'accroît lorsque l'on compare le pourcentage de graisse tel qu'estimé par l'analyseur d'adiposité Omron en mode normal et le pourcentage de graisse estimé anthropométriquement. Ces variables obtiennent une relation quadratique, elle aussi statistiquement significative (seuil alpha plus petit ou égal à 0,0001  $r^2 = 0,5717$ ).

On pourrait s'attendre à une telle relation, car l'appareil, après tout, doit témoigner du pourcentage de graisse. Mais la question demeure, à savoir dans quelle mesure il utilise l'IMC dans son estimation et non uniquement les résultats de l'impédance électrique, étant donné que l'IMC, on le sait, est associé au pourcentage de graisse corporelle.

Aussi, un sujet ne semble pas obtenir le même pourcentage de graisse s'il est en mode athlète ou normal. Il s'agit pourtant de la même personne. Que l'individu se classe en mode athlète ou non, l'analyseur d'adiposité analyse le même corps donc, il ne devrait pas y avoir de différence.

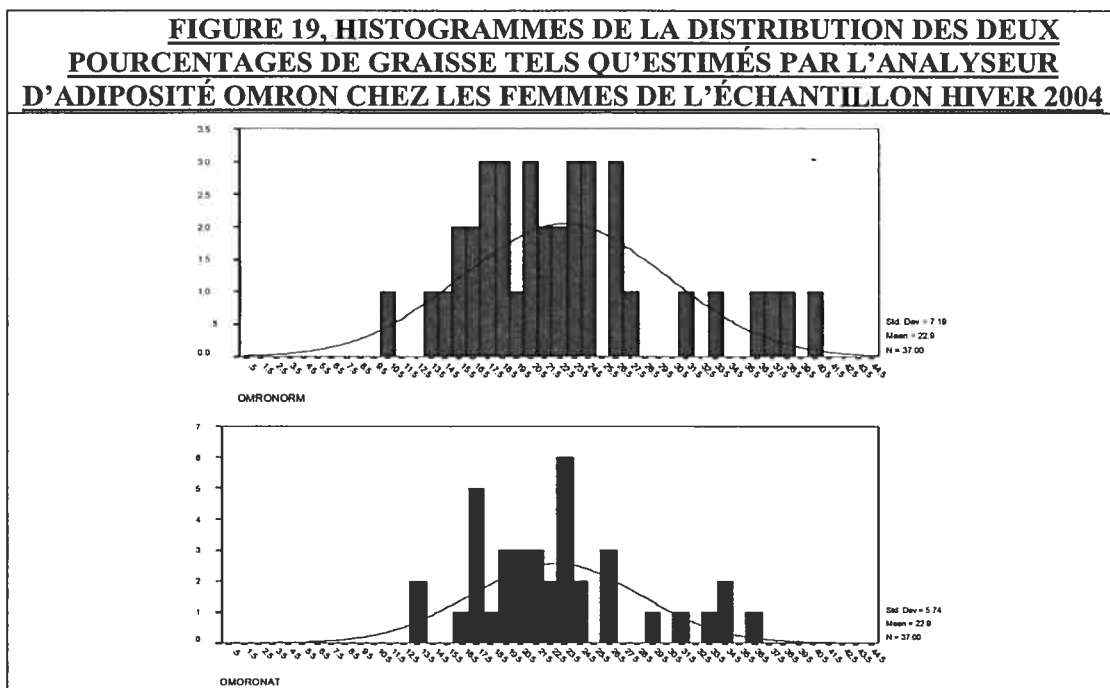
Si le pourcentage varie, c'est qu'il y a calcul et que ce dernier est influencé par le mode. Cette impression sera vérifiée en comparant les pourcentages de graisse obtenus par les deux modes.

### 5.1.1. COMPARAISON DES DEUX MODES :

Afin de vérifier l'impression selon laquelle les sujets n'obtiendraient pas les mêmes pourcentages de graisse en mode normal ou en mode athlète, nous proposons un test de t pairé.

Nous allons d'abord comparer la distribution des deux modes. La figure 19 illustre bien le fait que les femmes du même échantillon n'obtiennent pas le même résultat d'un mode à l'autre.

On peut noter, à la figure 19 de la page 64, que la moyenne des deux pourcentages de graisse est la même pour les deux modes. L'écart type est cependant différent, soit 7,19 en mode normal et 5,74 en mode athlète. Ceci pourrait signifier que la variation des pourcentages est moins grande en mode athlète qu'elle ne l'est en mode normal. Un test de F obtient cependant une probabilité alpha supérieure à 0,05, ce qui est non significatif.



Afin de vérifier s'il existe véritablement une différence entre les pourcentages de graisse des deux modes de l'analyseur d'adiposité Omron, nous allons faire un test de t pairé.

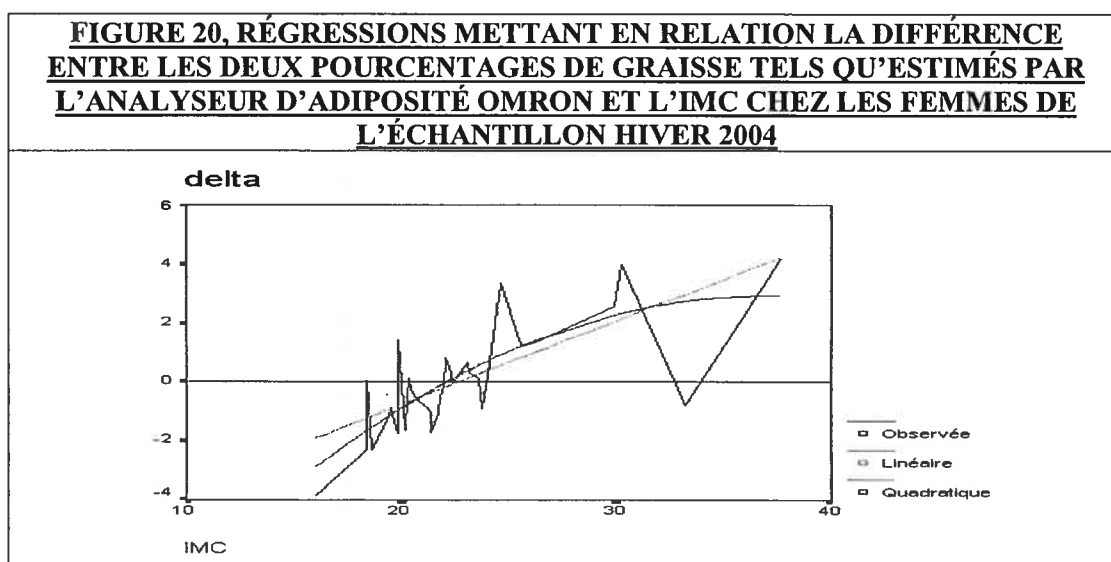
<b>TABLEAU XXIII, TEST DE T PAIRÉ POUR LES POURCENTAGES DE GRAISSE TELS QU'ESTIMÉS PAR L'ANALYSEUR D'ADIPOSITÉ OMRON EN MODE NORMAL ET ATHLÈTE CHEZ LES FEMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004</b>			
	Normal – Athlète (delta)	$\alpha$	significatif
IMC 1	- 2,0467	0,211	NS
IMC 2	- 0,2793	0,218	NS
IMC 3	1,6250	0,015	SIGN
IMC 4	2,4633	0,271	NS
TOTAL	0,0057	0,984	NS

Bien que les tests de t ne soient pas significatifs pour trois des quatre catégories de l'IMC, nous pouvons distinguer une tendance. Il semblerait que chez les femmes ayant un IMC bas, donc de la catégorie 1 et 2 de l'IMC, le mode normal de l'analyseur d'adiposité Omron sous-estimerait le pourcentage de graisse. Chez ces femmes, l'évaluation de leur pourcentage de graisse à l'aide de l'analyseur d'adiposité Omron en mode athlète donnerait en général un résultat supérieur à l'estimation en mode normal.

Par contre, chez les femmes appartenant à des catégories d'IMC élevées, soit les catégories 3 et 4, l'analyseur d'adiposité Omron donnerait, en mode normal, un pourcentage de graisse supérieur au pourcentage de graisse obtenu en mode athlète. Ces femmes à l'IMC élevé seraient donc plus maigres en mode athlète qu'en mode normal.

Cette tendance est illustrée par la figure 20. La variable delta est le résultat de la différence entre le pourcentage de graisse tel qu'évalué par l'analyseur d'adiposité Omron en mode normal et le pourcentage de graisse tel qu'évalué par le même analyseur en mode athlète.

Une régression a été faite avec la variable dépendante delta et la variable explicative IMC. Pour les femmes de l'échantillon Hiver 2004, les régressions linéaire et quadratique sont significatives (seuil alpha plus petit ou égal à 0,0001), mais la régression quadratique est plus explicative ( $r^2 = 0,54521$ ).



La régression quadratique de la figure 20 illustre la tendance voulant que les femmes ayant un IMC bas semblent plus grasses en mode athlète qu'en mode normal et les femmes ayant un IMC élevé paraissent plus maigres en mode athlète qu'en mode normal.

## 5.2. HOMMES HIVER 2004 :

Comme nous avons pu le constater, les résultats de l'analyseur d'adiposité Omron chez les femmes sont assez ambigus. Nous allons maintenant vérifier les résultats obtenus par les hommes de ce même échantillon.

La relation entre le pourcentage de graisse tel qu'estimé par l'analyseur d'adiposité Omron en mode normal en relation avec le pourcentage de graisse estimé anthropométriquement est une régression linéaire significative (seuil alpha plus petit ou égal



à 0,0001  $r^2 = 0,46286$ ). Cette relation pourrait indiquer que l'analyseur d'adiposité Omron évalue réellement le pourcentage de graisse du sujet.

Lorsque le pourcentage de graisse, tel qu'évalué par l'analyseur d'adiposité Omron en mode normal, est mis en relation avec l'indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse la régression est quadratique et statistiquement significative (seuil alpha plus petit ou égal à 0,0001  $r^2 = 0,70271$ ). Ceci supporte également l'idée voulant que l'analyseur d'adiposité Omron évalue réellement le pourcentage de graisse.

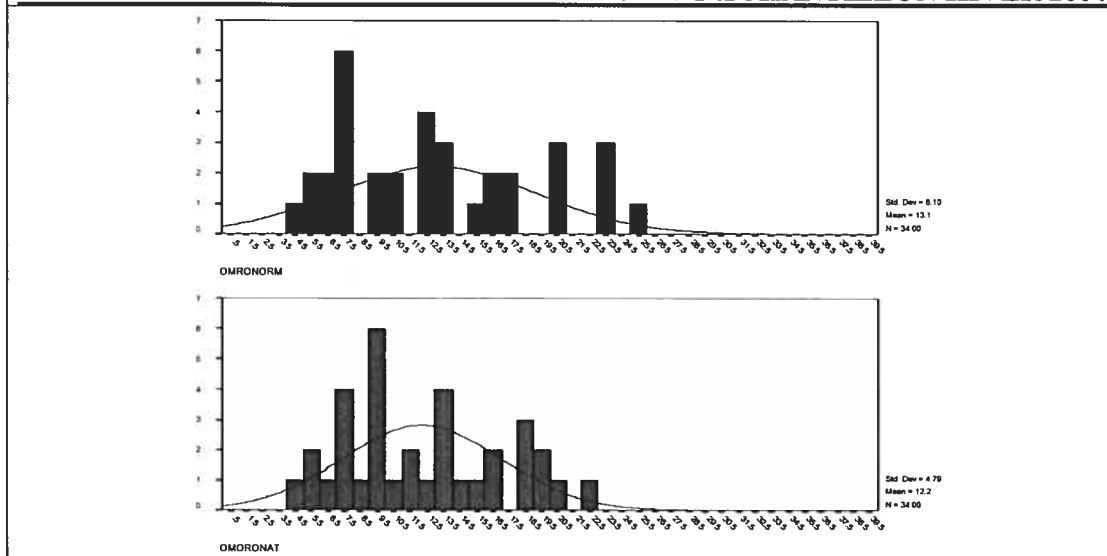
Par contre la relation entre l'IMC et le pourcentage de graisse tel qu'évalué par l'analyseur d'adiposité Omron en mode normal obtient une régression quadratique statistiquement significative (seuil alpha plus petit ou égal à 0,0001  $r^2 = 0,69515$ ), ce qui fait penser qu'il existerait un lien entre les deux variables.

Cependant, ce lien vient-il du fait que le pourcentage de graisse tel qu'estimé par l'analyseur d'adiposité Omron est calculé à partir de l'IMC, ou bien du fait que l'IMC et le pourcentage partage un certain lien ?

#### 5.2.1. COMPARAISON DES DEUX MODES :

Nous avons pu observer chez les femmes de l'échantillon Hiver 2004 que les sujets n'obtenaient pas les mêmes pourcentages de graisse lorsqu'ils étaient évalués en mode normal et athlète. Afin de vérifier si le même phénomène se produit également chez les hommes de l'échantillon Hiver 2004, nous allons débiter par observer, à la figure 21, la distribution des pourcentages de graisse tel qu'estimés par Omron en mode normal et en mode athlète.

**FIGURE 21, HISTOGRAMMES DE LA DISTRIBUTION DES DEUX POURCENTAGES DE GRAISSE TELS QU'ESTIMÉS PAR L'ANALYSEUR D'ADIPOSITÉ OMRON CHEZ LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004**



Encore une fois nous pouvons constater que les distributions ne sont pas les mêmes. Contrairement à ce qui avait été observé chez les femmes, la moyenne des pourcentages des deux modes diffère. Cette moyenne est de 13,1 % en mode normal et de 12,2 % en mode athlète. En moyenne, les hommes seraient donc plus maigres en mode athlète qu'en mode normal. L'écart type est également différent pour les deux modes. Encore une fois, cet écart type est moindre en mode athlète (4,79) qu'en mode normal (7,19). Ceci pourrait donc indiquer que la variation des pourcentages pourrait être moindre en mode athlète qu'en mode normal, ce qu'un test de F, obtenant une probabilité alpha inférieure à 0,05, confirme.

Afin de vérifier comment se comporte l'analyseur d'adiposité Omron chez les hommes, un test de t païré dont les résultats sont présentés au tableau XXIV sera effectué.

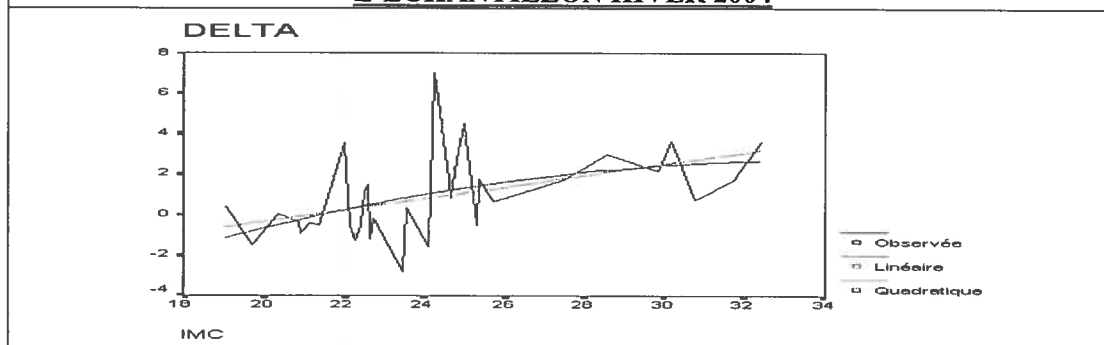
**TABLEAU XXIV, TEST DE T PAIRÉ POUR LES POURCENTAGES DE GRAISSE TELS QU'ESTIMÉS PAR L'ANALYSEUR D'ADIPOSITÉ OMRON EN MODE NORMAL ET ATHLÈTE CHEZ LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER**

<b>2004</b>			
	Normal - Athlète	$\alpha$	significatif
IMC 2	0,49	0,283	NS
IMC 3	1,47	0,034	SIGN
IMC 4	2,44	0,044	SIGN
TOTAL	0,8924	0,016	SIGN

Il semblerait donc, selon le tableau XXIV que les hommes paraîtraient plus maigres en mode athlète qu'en mode normal. Bien que nous n'ayons pas de sujet dans la catégorie 1 de l'IMC et que les résultats de la catégorie 2 ne soient pas significatifs, nous pouvons nous prononcer sur les catégories d'IMC élevées, soit les catégories 3 et 4.

Comme nous l'avons fait chez les femmes de cet échantillon, nous allons faire une régression ayant comme variable dépendante delta et comme variable explicative l'IMC. Delta est la différence entre le pourcentage de graisse tel qu'estimé par l'analyseur d'adiposité Omron en mode normal et le pourcentage de graisse tel qu'estimé par le même analyseur en mode athlète.

**FIGURE 22, RÉGRESSIONS METTANT EN RELATION LA DIFFÉRENCE ENTRE LES DEUX POURCENTAGES DE GRAISSE TELS QU'ESTIMÉS PAR L'ANALYSEUR D'ADIPOSITÉ OMRON ET L'IMC CHEZ LES HOMMES DE L'ÉCHANTILLON HIVER 2004**



La figure 22 illustre les résultats des régressions linéaire et quadratique. Dans le cas des hommes, la régression significative et la plus explicative est linéaire (seuil alpha = 0,0036  $r^2 = 0,21152$ ). Cette figure illustre en effet la tendance selon laquelle la surestimation du pourcentage de graisse en mode normal est d'autant plus importante que l'IMC est élevé.

## CHAPITRE 6 : CONCLUSIONS

### L'IMC :

Les analyses initiales nous ont permis de constater que la cote d'endomorphisme issue de la somatotypie selon Sheldon obtenait le meilleur score factoriel, suivi de l'IMC et du pourcentage de graisse. Ces résultats ne vont pas dans le sens de nos hypothèses de départ.

En effet, nous pensons que le pourcentage de graisse anthropométrique obtiendrait le meilleur score factoriel, que l'IMC n'obtiendrait qu'un score factoriel faible et nous ne faisons aucune mention de la cote d'endomorphisme. Des analyses plus approfondies nous ont cependant permis de mieux comprendre le phénomène.

En considérant l'ensemble de la population, l'IMC est en effet corrélé à un pourcentage de graisse élevé. C'est pour cette raison que cet indice obtient le deuxième meilleur score factoriel lors de l'analyse en composantes principales de l'échantillon Montréal 88.

Par contre, si l'on se penche sur les individus, comme nous l'avons fait en répertoriant les sujets bien et mal classés selon les catégories de l'IMC, on se rend compte que l'IMC ne donne pas d'indication fiable individuellement sur la quantité relative de tissus adipeux de la personne. Si l'obésité est une question de quantité de graisse, l'IMC n'est donc pas un outil approprié pour la diagnostiquer.

Aussi l'obésité étant une question de quantité relative de graisse, le poids et la taille ne sont pas les meilleurs indices à utiliser. Le poids est grandement influencé par la présence ou l'absence d'autres sortes de tissus, notamment les tissus musculaires et osseux.

Comme nous avons pu le constater, en particulier chez les hommes, en observant les distributions de la cote de mésomorphisme, certains sujets ayant un IMC élevé avaient également une cote de mésomorphisme importante. L'IMC ne tient pas compte de

l'influence du mésomorphisme. Comme le muscle ajoute du poids pour une même stature, l'interprétation voulant qu'un IMC élevé signifie un pourcentage de graisse important s'en trouve faussée. Ceci confirme les dires d'Israël et al. (1990), mentionnés dans l'introduction, voulant que des individus très musclés apparaissent obèses lorsque l'on utilise l'IMC.

L'IMC semble plus lié au pourcentage de graisse chez les femmes que chez les hommes. Ceci découle du fait que les femmes sont plus grasses et moins musclées que les hommes. Les chances que l'IMC des femmes soit plus élevé à cause d'un pourcentage de graisse plus élevé sont plus importantes que chez les hommes.

Aussi, la distribution des pourcentages de graisse estimés par l'anthropométrie selon les catégories de l'IMC déterminées par l'Organisation mondiale de la santé illustre bien le fait que ces catégories ne sont pas adéquates pour évaluer la masse adipeuse d'un individu, car les distributions s'entrecoupent toutes de façon assez importante.

Ainsi, un pourcentage substantiel d'individus ne se retrouve pas dans la bonne catégorie. Ce fait est confirmé par les distributions de l'indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse, alors que les individus mal classés ont été répertoriés.

On a aussi pu mettre en évidence l'importance de la cote d'endomorphisme. Souvenons nous que cette cote provient de la somatotypie selon Sheldon. Ce résultat valide la pertinence de cette technique. Le constat que cette technique obtient un score factoriel fortement associé à l'IMC fait ressortir le fait que cette technique considère également les proportions verticales et horizontales de l'individu, tout comme l'IMC. Aussi, cette méthode observe directement l'individu et la présence ou l'absence de tissus adipeux ainsi que la forme générale du corps du sujet.

Si l'on cherche à en savoir plus sur la composition corporelle d'une personne, cette méthode est déjà plus appropriée que l'IMC. De plus, elle ne se base pas seulement sur deux mesures, comme le fait l'IMC, mais bien sur 35 caractères comprenant l'ensemble du physique du sujet.

Le pourcentage de graisse estimé anthropométriquement est plus approprié que l'IMC pour l'étude de la composition corporelle de l'individu. Il permet de déterminer la quantité relative de gras sur le corps du sujet, ce qui correspond conceptuellement à l'obésité. Cette méthode n'est cependant pas complète, et contrairement à l'IMC, son application est plus compliquée.

En fait, pour véritablement juger de l'adiposité d'un sujet, il s'agit de réunir la cote d'endomorphisme, le pourcentage de graisse anthropométrique et le volume de graisse des segments de membres, comme le fait l'indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse. Cet indice est qualitatif, quantitatif et évalue le corps dans son ensemble.

Une fois l'indice obtenu, l'observation de sa distribution pour chacune des catégories de l'IMC indique que plusieurs individus ne se retrouvent pas dans la bonne catégorie d'IMC. Cette constatation invalide encore une fois l'IMC et remet en doute la valeur diagnostique de cet indice pour l'obésité.

Cette indice peut cependant difficilement être exporté à d'autres recherches, car les banques de données utilisées par ces dernières devraient alors comprendre exactement les mêmes indicateurs que ceux présents dans les banques de données Montréal 88 et Hiver 2004, ce qui n'est généralement pas le cas. De plus, d'autres recherches sont nécessaires afin de valider l'indicateur d'obésité en pourcentage de graisse.

<b><u>TABLEAU XXV. INDICATEUR D'OBÉSITÉ CONSOLIDÉ EN POURCENTAGE DE GRAISSE DES HOMMES ET DES FEMMES DE L'ÉCHANTILLON MONTRÉAL 88, SELON LES QUATRE CATÉGORIES D'IMC DE L'ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ</u></b>			
<b>Catégorie</b>	<b>IMC</b>	<b>Femmes %</b>	<b>Hommes %</b>
1	IMC < 18,5	< 22,5	< 11,7
2	18,5 < IMC < 25	22,5 à 29,8	11,7 à 18
3	25 < IMC < 30	29,8 à 35,3	18 à 22,9
4	IMC > 30	> 35,3	> 22,9

Maintenant, la dernière catégorie de l'IMC représente les gens considérés comme étant obèses. Si l'on regarde, au tableau XXV, les limites des intervalles en indicateur d'obésité consolidé en pourcentage de graisse de cette catégorie, on note une différence de plus de 10 % entre les hommes et les femmes, ce qui est assez considérable.

Une telle différence peut soulever un questionnement. Bien sûr, les femmes ont subi une sélection évolutive les rendant plus grasses que les hommes afin d'assurer leur reproduction, même en cas de disette, et sont par conséquent adaptées à un pourcentage de graisse supérieur à celui de ces derniers. Ceci est-il cependant suffisant pour expliquer une différence de pourcentages de graisse si grande dans la définition de l'obésité ? Les femmes auraient alors des mécanismes leur permettant de gérer un pourcentage de graisse plus important, tels des mécanismes hormonaux. Il serait intéressant d'étudier plus en profondeur quels sont ces mécanismes, et de vérifier à partir de quel pourcentage de graisse chacun des deux sexes atteint une morbidité suffisante pour parler d'impact négatif de l'obésité. Ceci demeure à étudier.

#### 6.2. L'ANALYSEUR D'ADIPOSITÉ OMRON HBF-306INT :

En ce qui a trait à l'analyseur d'adiposité Omron HBF-306INT, le fait que l'observateur ait à entrer le poids, la stature et l'âge du sujet ainsi qu'à choisir un mode pour effectuer le test porte à penser que l'appareil, s'il utilise bien la bio-impédance, laisse également une place importante à des équations mathématiques basées sur ces données, et qui peuvent être une source importante de mauvaises évaluations individuelles.

Le pourcentage de graisse estimé anthropométriquement est aussi calculé par une équation, mais cette dernière est disponible et peut être vérifiée. Celles de l'analyseur ne le sont pas et nous ne pouvons en évaluer la validité.

Le doute sur le fonctionnement réel de l'appareil est confirmé lorsque les résultats des deux modes sont comparés. La régression significative entre l'IMC et la différence



d'évaluation du pourcentage de graisse entre le mode normal et le mode athlète indiquent bien que, en plus de la bio-impédance, l'appareil utilise des équations basées sur le poids et la stature, équations qui sont différentes dans les deux modes.

Chez les hommes de l'échantillon Hiver 2004, les pourcentages de graisse paraissent évalués à la baisse lorsque ces derniers sont mesurés en mode athlète. Cette tendance paraît confirmée par les tests de t pairé et de régression faits sur ce sous-échantillon. On peut aussi en conclure en l'importance de l'utilisation de l'IMC dans l'estimation du pourcentage de graisse par cet appareil, avec tous les problèmes de validité que cela implique.

Il serait également intéressant d'effectuer une évaluation du pourcentage de graisse à l'aide d'analyseurs d'adiposité utilisant la bio-impédance fabriqués par deux compagnies différentes sur un même échantillon afin de pouvoir comparer les résultats. Ceci permettrait peut-être d'évaluer l'importance de l'utilisation d'équations mathématiques ainsi que la validité de ces dernières.

## ANNEXE 1

### SOMATOTYPIE D'APRÈS SHELDON

(SHELDON, : 54)

#### **Tête, face et cou :**

##### vue antérieure :

1- ECTO : visage linéaire, relief musculaire peu visible, pas d'adiposité

1- MÉSO : tête et visage anguleux, forme carrée ou ovale; visage large

1- ENDO : tête large et ronde; peu ou pas de relief osseux

2- ECTO : ossature du visage fragile et mince

2- MÉSO : arcades zygomatiques développées et visibles, maxillaire inférieur carré

2- ENDO : les joues sont rondes et pleines

3- ECTO : physionomie générale de la tête délicate

3- MÉSO : physionomie générale de la tête forte et détaillée

3- ENDO : physionomie générale de la tête douce et ronde; peu de relief

4- ECTO : région claviculaire peu musclée, clavicules délicates

4- MÉSO : fortes clavicules, région claviculaire musclée

4- ENDO : région claviculaire fortement coussinée (adiposité); peu de relief

##### vues antérieures et latérales :

5- ECTO : diamètres antéropostérieur et transverse du cou sont petits et équivalents

5- MÉSO : diamètre antéropostérieur du cou plus petit que diamètre transverse

5- ENDO : diamètres antéropostérieur et transverse du cou sont larges et équivalents

vue latérale :

6- ECTO : angle du menton au cou est aigu; légère proéminence osseuse du menton

6- MÉSO : angle du menton au cou est aigu : menton souvent carré

6- ENDO : angle du menton au cou est obtus

7- ECTO : cou long et mince, souvent incliné vers l'avant

7- MÉSO : cou fortement musclé; aspect pyramidal des trapèzes

7- ENDO : cou cylindrique, sans relief musculaire, souvent court

**Cage thoracique :**vue antérieure :

8- ECTO : segment inférieur de la poitrine est moins important que segment supérieur

8- MÉSO : égalité entre les 2 segments de la cage thoracique

8- ENDO : segment inférieur de la poitrine plus important que segment supérieur

9- ECTO : les côtes sont délicates et proéminentes; l'angle costal est aigu

9- MÉSO : côtes fortes et massives; angle costal modéré

9- ENDO : bords costaux inférieurs élevés, angle costal très ouvert

vue latérale:

10- ECTO : poitrine plate et en retrait dans sa partie supérieure

10- MÉSO : poitrine fortement musclée

10- ENDO : poitrine est bien rembourrée

11- ECTO : thorax prédominant sur un petit abdomen plat ou convexe

11- MÉSO : thorax prédomine sur un abdomen fortement musclé

11- ENDO : l'abdomen prédomine sur la cage thoracique

12- ECTO : courbe lombaire presque inexistante, région abdominale linéaire

12- MÉSO : courbe de la colonne vertébrale prononcée, cage thoracique longue face à l'abdomen

12- ENDO : la cage thoracique est courte

vue postérieure :

13- ECTO : dos osseux, relief scapulaire et vertébral apparent, peu de relief musculaire

13- MESO : le dos est rude, fortement musclé

13- ENDO : rembourrage sous-cutané du dos, sans relief musculaire

14- ECTO : dos étroit, muscles dorsaux très variables dans leur relief qui est parfois indéfini

14- MÉSO : dos large, muscles dorsaux jusqu'aux fesses

14- ENDO : dos large, muscles dorsaux inversés (cônes pointant vers le haut, non vers le bas)

**L'abdomen et le bassin :**

vue antérieure :

15- ECTO : la taille est petite et non musclée

15- MÉSO : taille très basse, bien musclée, largeur variable

15- ENDO : la ligne de taille est haute et peu apparente

16- ECTO : le bassin est étroit

16- MÉSO : bassin robuste et puissant avec des hanches larges

16- ENDO : bassin large avec forte adiposité latérale de la ceinture pelvienne

17- ECTO : épines iliaques antéro-supérieures très visibles

17- MÉSO : muscles abdominaux proéminents et épais, bourrelets musculaires durs

17- ENDO : plis abdominaux dus au rembourrage superficiel de l'abdomen

vue latérale :

18- ECTO : petit abdomen non musclé concave en partie supérieure, et légèrement convexe sous nombril

18- MÉSO : abdomen musclé, diamètre antéropostérieur plus grand que diamètre transverse

18- ENDO : large abdomen sphérique, diamètre antéropostérieur plus grand que diamètre transverse

19- ECTO : région lombaire aplatie

19- MÉSO : courbe lombaire fortement prononcée, fort développement des muscles fessiers

19- ENDO : absence de courbe lombaire, rembourrage de la région lombaire

20- ECTO : l'abdomen est plat, le relief musculaire est peu prononcé

20- MÉSO : abdomen musclé

20- ENDO : abdomen proéminent, pas de relief musculaire

vue postérieure :

21- ECTO : les fesses sont non musclées

21- MÉSO : fesses musclées avec fossettes latérales

21- ENDO : la région des fesses a l'aspect d'une plénitude arrondie, pli fessier disparaissant sous tissus

**Épaules et membres supérieurs :**vue latérale :

22- ECTO : épaules étroites, osseuses et minces, souvent projetées vers l'avant

22- MÉSO : épaules larges et musclées, souvent en pente à cause du développement des trapèzes

22- ENDO : épaules carrées et hautes, sans relief osseux

23- ECTO : membres supérieurs longs, souvent en raison des segments distaux

23- MÉSO : diamètres antéropostérieurs plus grands que diamètres transverses

23- ENDO : "jambonnement" des segments proximaux

24- ECTO : bras fragiles, faible développement musculaire

24- MÉSO : fort développement des muscles deltoïdes, triceps et biceps

24- ENDO : pas de relief musculaire aux épaules et aux bras

25- ECTO : l'avant-bras est long et gracile

25- MÉSO : forte musculature de l'avant-bras

25- ENDO : forme effilée de l'avant-bras, sans relief

26- ECTO : les os sont légers et linéaires

26- MÉSO : les os sont larges, les articulations proéminentes

26- ENDO : aucune saillie osseuse des membres supérieurs

27- ECTO : poignet fragile avec projection osseuse

27- MÉSO : poignets forts et massifs avec projection osseuse

27- ENDO : poignets ronds et épais, d'aspect jambonné

28- ECTO : mains et doigts étroits, longs et minces; jointures non proéminentes

28- MÉSO : mains fortes et massives, aspect général carré

28- ENDO : doigts courts, mains bien rembourrées

### **Membres inférieurs :**

#### vue antérieure :

29- ECTO : relativement à l'abdomen, membres inférieurs longs, jambes plus longues que cuisses

29- MÉSO : développement musculaire des segments proximaux et distaux équivalents

29- ENDO : les segments proximaux prédominent sur les segments distaux

30- ECTO : les cuisses sont minces et peu musclées

30- MÉSO : les cuisses sont fortement musclées

30- ENDO : les cuisses sont larges, la ligne externe des cuisses prédomine

31- ECTO : les mollets sont peu musclés; la courbe des mollets est presque inexistante

31- MÉSO : la courbe interne du mollet (gastrocnemius internes) est très en évidence

31- ENDO : la courbe externe des mollets prédomine

vue latérale :

32- ECTO : les os sont légers et étroits; articulations petites, mais genoux proéminents

32- MÉSO : les os et les articulations sont larges

32- ENDO : peu de relief osseux, jambonnement

33- ECTO : les pieds sont longs et minces, les jointures des orteils ne sont pas proéminentes

33- MÉSO : les pieds sont larges et massifs, les jointures des orteils sont proéminentes

33- ENDO : les extrémités sont faibles, l'ossature des pieds est petite, les orteils sont courts

vue postérieure :

34- ECTO : les cuisses présentent un espace quand les talons sont rapprochés

34- MÉSO : proéminence de la musculature latérale des cuisses

34- ENDO : fort rapprochement des cuisses quand les talons sont rapprochés

35- ECTO : les chevilles sont étroites et délicates

35- MÉSO : les chevilles sont larges et fortes

35- ENDO : les chevilles sont rondes et petites

## ANNEXE 2

<b>CALCUL DU SCORE SOMATOTYPIQUE</b>															
	Tête			Thorax			Abdomen			Membres sup.			Membres inf.		
1	ec	me	en	ec	me	en	ec	me	en	ec	me	en	ec	me	en
2	ec	me	en	ec	me	en	ec	me	en	ec	me	en	ec	me	en
3	ec	me	en	ec	me	en	ec	me	en	ec	me	en	ec	me	en
4	ec	me	en	ec	me	en	ec	me	en	ec	me	en	ec	me	en
5	ec	me	en	ec	me	en	ec	me	en	ec	me	en	ec	me	en
6	ec	me	en	ec	me	en	ec	me	en	ec	me	en	ec	me	en
7	ec	me	en	ec	me	en	ec	me	en	ec	me	en	ec	me	en
Total	ec	me	en	ec	me	en	ec	me	en	ec	me	en	ec	me	en

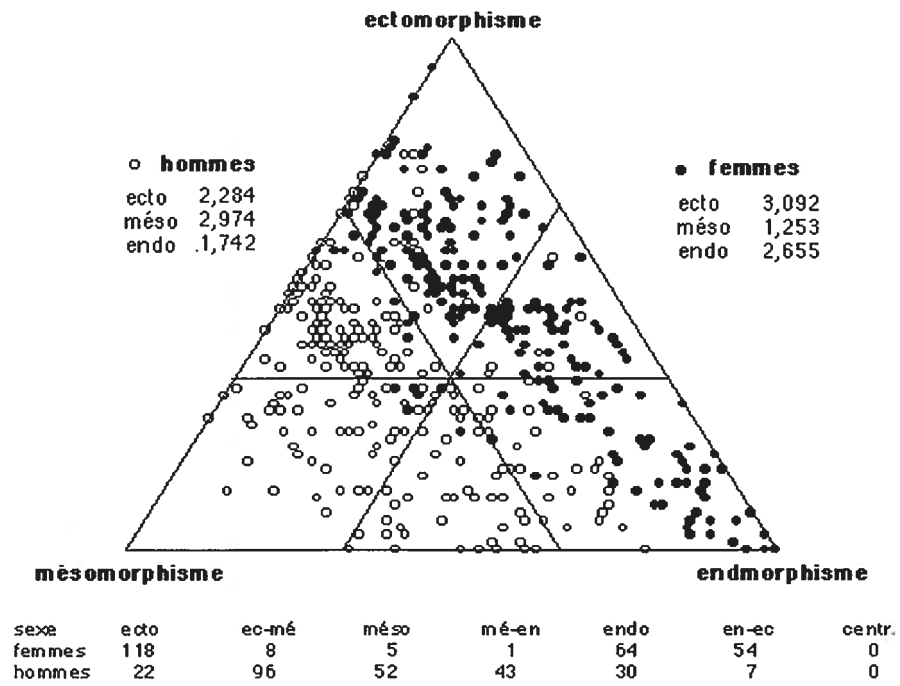
total:    ecto: \_\_\_\_\_ / 5 = \_\_\_\_\_    méso: \_\_\_\_\_ / 5 = \_\_\_\_\_    endo: \_\_\_\_\_ / 5 = \_\_\_\_\_



**ANNEXE 3**

Répartition somatotypique des 500 sujets de l'enquête Montréal 88

(FOREST, 2004 : 184)



**ANNEXE 4**

<b>COEFFICIENTS UTILISÉS POUR LE FORMAT, LA FORME ET LA CONSTITUTION</b>				
Type	mensuration	format	forme	Constitution
Longueurs osseuses :	Longueur tête et cou	+ 1	+ 2	
	Longueur du thorax	+ 1	+ 2	
	Longueur de l'abdomen	+ 1	+ 2	
	Longueur du bassin	+ 1	+ 2	
	Longueur de la cuisse	+ 1	+ 2	
	Longueur de la jambe	+ 1	+ 2	
	Longueur du bras	+ 1	+ 2	
	Longueur de l'avant-bras	+ 1	+ 2	
	Largeurs osseuses :	Largeur tête	+ 1	- 1
Largeur biacromiale		+ 1	- 1	+ 4
Largeur thoracique		+ 1	- 1	+ 4
Largeur bicrête		+ 1	- 1	- 4
Largeur bic. fémur		+ 1	- 1	
Largeur bimalléolaire		+ 1	- 1	
Largeur bic. humérus		+ 1	- 1	
Largeur poignet		+ 1	- 1	
Périmètres :	Périmètre du cou	+ 1	- 1	+ 4
	Périmètre du thorax	+ 1	- 1	+ 4
	Périmètre taille	+ 1	- 1	
	Périmètre trochantérien	+ 1	- 1	- 4
	Périmètre de la cuisse	+ 1	- 1	- 4
	Périmètre de la jambe	+ 1	- 1	
	Périmètre du bras	+ 1	- 1	
	Périmètre de l'avant-bras	+ 1	- 1	
Plis cutanés :	Pli cutané sous-scapulaire	+ 1		
	Pli cutané mamelonnaire	+ 1		
	Pli cutané supra-iliaque	+ 1		
	Pli cutané trochantérien	+ 1		- 4
	Pli cutané de la cuisse	+ 1		
	Pli cutané du mollet	+ 1		
	Pli cutané du triceps	+ 1		
	Pli cutané de l'avant-bras	+ 1		

## BIBLIOGRAPHIE

- BARBE, Pierre. Composition corporelle. Service d'endocrinologie-nutrition, CHU Rangueil, 31403 Toulouse Cedex 4. barbe.p@chy-toulouse.fr.
- BASDEVANT, A. « *Obésité humaine : origine et conséquences* ». In Pour une approche scientifique de l'obésité. BASDEVANT, A. RICQUIER, D. Elsevier, Paris, France. 2003. 185p.
- BRAY, George & al. Obesity in America. US Department of Health, Education and Welfare. NIH Publication, 1979.285p.
- CHARLES, Marie-Aline. « *Obésité : une épidémie mondiale* ». In Pour une approche scientifique de l'obésité. BASDEVANT, A. RICQUIER, D. Elsevier, Paris, France. 2003.185p.
- DEURENBERG, P. 1999. « *Validation of OMRON BF-306 in samples of five European populations* ». [www.omron-healthcare.com](http://www.omron-healthcare.com)
- FOREST, Francis.1976. « *Signification socio-culturelle de la variabilité Morphologique* ». In Archives Suisses d'anthropologie générale. Société Suisse d'anthropologie, Genève, Imprimerie Kundig. 136p.
- GEORGE, D. MALLERY, P. SPSS for Windows, Step by Step: A Simple Guide and Reference. Allyn and Bacon, Needham Heights, Massachusetts. 1999. 357p.
- GRIMNES, S. MARTINSEN, O. G. 2000. « *Bioimpedance and Bioelectricity Casics* ». [www.fys.uio.no/elg/bioimp/](http://www.fys.uio.no/elg/bioimp/)
- HARRISON, G. A. TANER, D. R. PILBEAM, D. R. BAKER, P. T. Human Biology: An Introduction to Human Evolution, Variation, Growth, and Adaptability. Oxford Science Publication, Oxford, U.K. 1989. 568p.
- ISRAEL, R. G., PORIES, W. J., O'BRIEN, K. F., McCAMMON, M. R. « *Sensitivity and Specificity of Current Methods of Classifying Morbid Obesity* ». In World Data Book of Obesity. BABA, Shigeaki, ZIMMET, Paul. International Congress Series, Elsevier Science Publishers, Amsterdam, Netherlands. 1990, 292p.
- KONTOGIANNI, M. D. PANAGIOTAKOS, D. B. SKOPOULI, F. N. 2005. « *Does Body Mass Index Reflect Adequately the Body Fat Content in Perimenopausal Women?* » *Maturitas*, 51: 307-311.
- LARSON, L. A. Fitness, Health, and Work Capacity. MacMillan, Publishing Co, Inc. N. Y. 1974. 593p.
- LUKASKI, Henry C. 2000. « *Assessing Regional Muscle Mass with Segmental Measurements of Bioelectrical Impedance in Obese Women during Weigh Loss* ». *Annals of the New York Academy of Sciences*, 904: 154-158.

- MATSUZAWA, Yu ji. « *Simple Estimation of Ideal Body Weight from Body Mass Index with the Lowest Morbidity* ». In World Data Book of Obesity. BABA, Shigeaki, ZIMMET, Paul. International Congress Series, Elsevier Science Publishers, Amsterdam, Netherlands. 1990, 292p.
- OMRON HEALTHCARE INC. Body Fat Analyser, Instruction manual. Omron Healthcare inc, Vernon Hills, Illinois. 2001.
- ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ. Obésité : prévention et prise en charge de l'épidémie mondiale : rapport d'une consultation de l'OMS. Série de rapports techniques, 894. Genève : Organisation mondiale de la santé. 2003. 284p.
- OVERALL, J. E. KLETT, C. J. Applied Multivariate Analysis. McGraw-Hill Book Company, New York. 1972. 500p.
- PONGCHAIYAKU, C. KOSULWAT, V. ROJROONGWASINKUL, N. CHAROENKIATKUL, S. THEPSUTHAMMARAT, K. LAOPAIBOON, M. NGUYEN, T. V. RAJATANAVIN R. 2005. « *Prediction of Percentage Body Fat in Rural Thai Population Using Simple anthropometric measurements* » *Obes. Res.* 13: 729-738.
- SALINARI, A. BERTUZZI, G. MINGRONE, E. CAPRISTO, A. PIETROBELLI, P. CAMPIONI, A. V. GRECO, HEYMSFIELD, S. B. 2002. « *New Bio-Impedance Model Accurately Predicts Lower Limb Muscle Volume: Validation by Magnetic Resonance Imaging* » *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* 282: 960-966.
- SCHARFETTER, H. SCHLAGER, T. STOLLBERGER, R. FELSBERGER, R. HUTTER, H. HINGHOFER-SZALKAY, H. 2001. « *Assessing Abdominal fatness with local bio impedance analysis: Basics and Experimental findings* » *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disorder.* 25: 502-511
- SHELDON, W. H. The Varieties Human Physique, An Introduction to Constitutional Psychology. Hafner Publishing Company, New York, New York. 1963. 347p.
- STOKIAT, E. SRDIA, B. BARAK, O. 2005. « *Body Mass Index, Body Fat Mass and the Occurrence of Amenorrhea in Ballet Dancers* » *Gynecol. Endocrinol.* 20: 195-199.
- SUNG, R. Y. T. LAU, P. YU, C. W. LAM, P. K. W. NELSON, E. A. S. 2001. « *Measurement of Body Fat Using Leg to Leg Bioimpedance* ». *Arch. Dis. Child.* 85 : 263-267. [www.fetalneonatal.com/cgi/content/full/archdischild;85/3/263](http://www.fetalneonatal.com/cgi/content/full/archdischild;85/3/263)
- THOMAS, G. N. TOMLINSON, B. HONG, A. W. HUI, S. S. 2005. « *Age-Related Athropometric Romodelling Resulting in Increased and Redistributed Adiposity in associated with Increases in the Prevalence of Cardiovascular Risk Factors in Chinese Subjects* ». *Diabetes Metab Res. Rev.* 1: 1-10.