HAL
open science

Comment mesurer la corpulence et le poids 'idéal' ?

Thibaut De Saint Pol

To cite this version:

Thibaut De Saint Pol. Comment mesurer la corpulence et le poids 'idéal' ?. 2007. hal-01066084

HAL Id: hal-01066084

https://sciencespo.hal.science/hal-01066084v1

Preprint submitted on 19 Sep 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Observatoire sociologique du changement

Notes & Documents
n° 2007-01
Mai 2007

Comment mesurer la corpulence et le poids « idéal » ? Histoire, intérêts et limites de l'indice de masse corporelle

Thibaut de Saint Pol

SCIENCES PO

Observatoire sociologique du changement
27 rue Saint-Guillaume
75337 Paris Cedex 07
http://osc.sciences-po.fr
Tel +33 (0)1 45 49 54 50
Fax +33 (0)1 45 49 54 86

Résumé :

L'Organisation Mondiale de la Santé a fait de l'Indice de Masse Corporelle (IMC), rapport du poids sur le carré de la taille, l'instrument privilégié pour l'étude de la corpulence au niveau mondial. Tirant ses origines des travaux d'Adolphe Quetelet dont on lui donne aussi parfois le nom, cet indice ne s'est imposé que récemment pour saisir et mesurer l'obésité sur de larges populations. Son caractère pratique, puisqu'il repose sur les données de la taille et du poids, qui sont plus facilement accessibles que le tour de taille par exemple, a fortement contribué à son succès. L'usage de cet outil comporte toutefois un certain nombre de limites qui tiennent pour une grande part à la manière dont cet indice a été construit et qui conditionnent aujourd'hui la manière dont est mesurée la corpulence.

Pour citer ce document :

de Saint Pol, Thibaut (2007). « Comment mesurer la corpulence et le poids "idéal" ? Histoire, intérêts et limites de l'indice de masse corporelle », Notes & Documents, 2007-01, Paris, OSC

Pour une version électronique de ce document de travail et des autres numéros des Notes & Documents de l'OSC, voir le site web de l'OSC : http://osc.sciences-po.fr/publication/pub_n&d.htm

Abstract:

The World Health Organization gave to Body Mass Index (BMI), ratio of the weight on the square of the size, the status of privileged instrument for the study of the stoutness at a world level. Resulting from Adolphe Quetelet's work, whose name is sometimes given to it, this index became essential recently to seize and measure obesity on broad populations. Its practical character, since it rests on the data of height and weight, which are more easily accessible than the waist measure for example, strongly contributed to its success. The use of this tool nevertheless involves a certain number of limits which hold mainly to the way this index was built and which condition today the way stoutness is measured.

Readers wishing to cite this document are asked to use the following form of words:

de Saint Pol, Thibaut (2007). "Comment mesurer la corpulence et le poids 'idéal' ? Histoire, intérêts et limites de l'indice de masse corporelle", Notes & Documents, 2007-01, Paris, OSC

For an on-line version of this working paper and others in the series, please visit the OSC website at: http://osc.sciences-po.fr/publication/pub_n&d.htm

L'Indice de Masse Corporelle (IMC) est aujourd'hui l'outil le plus couramment utilisé pour mesurer la corpulence et étudier le poids indépendamment de la taille. Mais il n'en a pas toujours été ainsi. Le nom d'indice de masse corporelle, en anglais *Body Mass Index* (BMI), n'a d'ailleurs été donné que très récemment au rapport du poids sur le carré de la taille. Ce n'est qu'au début des années 1970 qu'A. Keys et ses collègues le baptisent de cette manière (Keys *et al.* 1972). Cette mesure s'est depuis imposée comme étant l'instrument privilégié pour étudier sous-poids, surpoids et obésité. L'utilisation de l'IMC est recommandée dès les années 1980 dans le champ médical (Royal College of Physicians 1983 ; National Institute of Health 1985). Mais c'est l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS 2000) qui, en qualifiant l'obésité de première épidémie mondiale non virale et en consacrant l'IMC comme instrument de diagnostic et de prévention, a imposé internationalement son usage. En France, au cours du mois de novembre 2003, le Ministre de la santé, Jean-François Mattei, a fait parvenir à tous les médecins généralistes de France deux *disques de mesure de l'IMC*, l'un destiné aux adultes et l'autre aux enfants. Dans la lettre qui accompagne le courrier, le Ministre souligne que la lutte contre l'obésité « passe par une surveillance régulière de l'indice de masse corporelle. Sa mesure lors de la consultation médicale devrait devenir, comme celle de la tension artérielle, systématique ». L'augmentation des préoccupations liées à l'obésité a contribué à faire de l'IMC un instrument de mesure utilisé communément dans des domaines aussi divers que la médecine, la psychologie, les sciences sociales ou encore le marketing. Pourtant, l'histoire et les limites de cet instrument sont bien souvent ignorées. C'est ce manque que ce document se propose de tenter de combler en s'intéressant aux autres méthodes de mesure de la corpulence et du poids « idéal » et en cherchant à expliquer la préférence actuelle pour l'indice de masse corporelle malgré ses faiblesses.

1. Des instruments pour mesurer la corpulence

Derrière les réflexions portant sur la corpulence se trouve généralement l'idée qu'il existe une corpulence de référence, une corpulence « normale » et qu'on construit par rapport à elle les situations de sous-poids et de surpoids, voire d'obésité. Rechercher un instrument de mesure de la corpulence, c'est ainsi s'interroger sur la manière dont on va définir les diverses catégories de poids et donc construire une échelle normative.

Pourtant parler de sous-poids, surpoids et obésité, c'est mêler différents aspects de la corpulence. En effet, si le surpoids correspond simplement à un excès de poids et le sous-poids à une insuffisance, l'obésité quant à elle est définie comme un excès de masse grasse dans le corps. Excès de poids et excès de masse grasse sont deux situations qui ne sont pas sans lien, mais se situent à des niveaux différents. Toutefois, bien que l'obésité corresponde à un état d'excès de graisse, peu de définitions de l'obésité sont fondées sur la mesure ou l'estimation de la masse grasse dans

l'organisme. Cela s'explique principalement par la complexité et le caractère peu pratique de la plupart des méthodes permettant d'estimer cette quantité.

Se servir de la taille et du poids pour estimer la corpulence, comme avec l'IMC, n'est en effet pas la seule manière de mesurer la corpulence. Il existe d'autres techniques anthropométriques plus complexes que les simples mesures de la taille et du poids, comme la mesure du tour de taille ou de la circonférence et de l'épaisseur des plis cutanés. Cette dernière technique repose sur le fait que les plis cutanés représentent près de la moitié de la masse grasse de l'organisme. On utilise une pince à pli cutané pour mesurer l'épaisseur du pli bicipital (bras), du pli tricipital (avant-bras), sous-scapulaire (omoplate) et supra-iliaque (hanches) et on étudie l'évolution dans le temps du total de ces différentes mesures. Des formules permettent de calculer à partir de ces mesures la masse grasse totale avec une marge d'erreur assez faible. Si elle est avec les indices taille-poids une des rares méthodes faciles à mettre en œuvre et ayant un coût très faible, elle comporte un certain nombre de défauts. Elle apparaît sensible aux différences d'observation et d'interprétation d'un utilisateur à l'autre (Ruiz *et al.* 1971) et il est impossible de mesurer les plis cutanés dans les cas d'obésité les plus extrêmes. À cela s'ajoutent les importantes différences ethniques dans la distribution de la masse adipeuse subcutanée (Jones *et al.* 1976) et le fait que les quatre plis utilisés ne prennent pas en compte le tissu adipeux de la partie inférieure du corps, d'où leur tendance à sous-estimer l'obésité gynoïde.

Il existe également d'autres méthodes ne faisant pas appel à l'anthropométrie. Ainsi, l'impédancemétrie bioélectrique[1] calcule la masse grasse par la mesure de la conduction électrique des tissus. Les tissus contenant la masse maigre, essentiellement constituée d'eau, constituent donc un meilleur conducteur électrique. Dans un cadre médical, deux électrodes sont généralement placées au niveau de la cheville et deux autres au niveau du poignet. On applique un courant pendant quelques secondes, la plupart du temps d'une intensité de 800 µAmp et de fréquence 50 kHz ce qui en fait une opération indolore, afin d'obtenir la mesure de l'eau corporelle totale, de la masse maigre et de la masse grasse du corps. Certains pèses-personnes vendus dans le commerce sont également équipées d'un impédancemètre qui fournit directement une estimation du taux de masse grasse en envoyant un courant électrique par deux électrodes situées sous les pieds. Toutefois, cette méthode déduit la masse grasse d'une équation dont la pertinence n'a été prouvée que sur certaines populations et les conditions de mesure (température, position plus ou moins droite de l'individu...) influencent les résultats. L'hydrodensitométrie est une technique encore plus fiable. Elle consiste à calculer la masse grasse d'un individu à partir de sa densité, obtenue en l'immergeant dans l'eau. Elle repose sur le principe d'Archimède qui donne le volume d'un corps en le plongeant dans l'eau. Mais cette technique est

[1] *En anglais* : bioelectrical impedance analysis, BIA.

évidemment difficile à mettre en œuvre dans les cas d'obésité les plus sévères et nécessite un équipement adapté, notamment une cuve de taille suffisante et des instruments permettant de calculer les volumes des gaz respiratoires et intestinaux

La dernière technique fréquemment mise en œuvre pour mesurer la masse grasse est d'un autre type. Elle ne repose pas sur une mesure physique telle que des densités ou des volumes. L'absorptiométrie biphotonique à rayons X[2] consiste à balayer le corps avec des rayons X de deux niveaux d'énergie. Le rapport des atténuations de ces deux rayonnements est fonction de la composition de la matière traversée. Cette méthode permet ainsi après traitement informatique de distinguer et de mesurer masse grasse, masse maigre et contenu minéral osseux dans l'ensemble du corps. Il est ainsi possible d'avoir des informations sur une partie seulement (bras, jambes, torse,...), ce que ne permettent pas les autres méthodes. Mis à part la rareté et l'inadaptation des appareils aux cas d'obésité les plus massifs, c'est surtout le coût de cette technique qui rend son utilisation difficile. L'intérêt porté aux indices construits à partir de la taille et du poids vient de leur facilité d'obtention et de manipulation, individuellement et surtout sur de larges populations. Toutefois, dès lors qu'on choisit d'étudier la corpulence et le poids « idéal » avec les mesures de la taille et du poids, plusieurs formes peuvent être retenues. Quelles sont les raisons qui justifient de retenir une forme plutôt qu'une autre ?

Le calcul d'un poids « idéal »

Il existe deux approches permettant de déterminer le surpoids par rapport à un poids dit "idéal". Tout d'abord une approche empirique, qui s'intéresse au poids en fonction de la taille, souvent selon le sexe, au sein d'une population donnée. La distribution des poids, qui a graphiquement la forme de la courbe en cloche, permet de déterminer un poids médian, considéré comme le "poids idéal théorique". Dans cette perspective on peut aussi définir un intervalle centré sur le poids médian dans lequel le poids sera considéré comme « normal » et d'autres où il sera regardé comme insuffisant ou trop important. On construit ainsi des étalons de poids renseignés en fonction de la taille.

Quetelet met pour la première fois en 1833 dans ses *Recherches sur le poids de l'homme aux différens âges* en rapport la taille et le poids dans une table. Il y fournit par genre un poids moyen en fonction de la taille à la naissance, puis pour une taille de 60 cm à 1m 90 par palier de 10 cm. Les tables de la Metropolitan Life Insurance Company (Metropolitan Life Insurance Company 1959 ; Metropolitan Life Insurance Company 1983) sont un autre exemple. Elles donnent un éventail de poids en fonction du sexe et de la taille. Ces tables ne sont toutefois valables que pour la population

[2] *En anglais* : Dual x-ray absorptiometry, DEXA

sur laquelle elles ont été construites et elles ne sont pas forcément utilisables pour une autre population, surtout si elles sont séparées de la population d'étude dans le temps ou dans l'espace.

Tableau 1 – les principales formules de calcul du poids idéal

Formule de Broca

Poids idéal (en kg) = Taille (en cm) – 100

Formules de Lorentz

$$\text{Poids idéal masculin (en kg)} = \text{Taille (en cm)} - 100 - \frac{\text{Taille (en cm)} - 150}{4}$$

$$\text{Poids idéal féminin (en kg)} = \text{Taille (en cm)} - 100 - \frac{\text{Taille (en cm)} - 150}{2{,}5}$$

Formules de Devine

Poids idéal masculin (en kg) = 50 [kg] + 2,3 × {Taille (en pouces) - 60}

Poids idéal féminin (en kg) = 45,5 [kg] + 2,3 × {Taille (en pouces) - 60}

Formule de Perrault

$$\text{Poids idéal (en kg)} = \text{Taille (en cm)} - 100 + \frac{\text{Âge (en années)}}{10} \times 0{,}9$$

Formules de Creff

Pour un individu possédant une morphologie "normale":

$$\text{Poids idéal (en kg)} = \text{Taille (en cm)} - 100 + \frac{\text{Âge (en années)}}{10} \times 0{,}9$$

Pour un individu possédant une morphologie "large":

$$\text{Poids idéal (en kg)} = \text{Taille (en cm)} - 100 + \frac{\text{Âge (en années)}}{10} \times 0{,}9 \times 1{,}1$$

Pour un individu possédant une morphologie "gracile":

$$\text{Poids idéal (en kg)} = \text{Taille (en cm)} - 100 + \frac{\text{Âge (en années)}}{10} \times 0{,}9 \times 0{,}9$$

Formule de Monnerot-Dumaine

$$\text{Poids idéal (en kg)} = \frac{\text{Taille (en cm)} - 100 + 4 \times \text{Circonférence du poignet (en cm)}}{2}$$

Formule de Bornhardt

$$\text{Poids idéal (en kg)} = \frac{\text{Taille (en cm)} \times \text{Tour de poitrine (en cm)}}{240}$$

L'approche mathématique est différente. Elle ne repose pas sur la comparaison avec une population de référence, mais sur la construction d'une formule mathématique permettant de déduire le poids idéal de la taille et d'un certain nombre d'autres informations. Il existe ainsi de nombreuses formules mathématiques permettant de déterminer le poids « idéal » théorique d'un individu en fonction de la taille (Tableau 1). Ces formules sont des tentatives pour approcher cette notion vague qu'est le poids idéal. Elles donnent des résultats qui peuvent varier fortement de l'une à l'autre. Si la taille demeure le paramètre principal, on y adjoint d'autres dimensions comme le sexe ou encore l'âge afin de toujours mieux cerner le poids considéré comme idéal.

Parmi ces formules, celle proposée par le Dr Paul Broca (1871-1878) et qui a pris son nom, est la plus ancienne mais aussi la plus facile à calculer. Une personne qui mesure 160 cm a tout simplement un poids idéal de 60 kg. Bien évidemment, si cette formule est pratique à utiliser, elle surestime non seulement le poids pour les femmes, mais aussi pour toute personne dont la taille est supérieure à 165 cm. Cette formule est parfois corrigée en multipliant le résultat par 0,9 pour les femmes et en enlevant à la taille 105 au lieu de 100 lorsque cette dernière est comprise entre 165 et 174 cm et 110 au dessus de 175 cm. Bien que cette formule, même corrigée, ne soit pas très satisfaisante, elle a laissé des traces dans les représentations collectives liées au poids et l'idée qu'on doit avoir un poids égal au nombre de centimètres de sa taille au-delà d'un mètre est toujours répandue.

La formule de Lorentz s'inspire de celle de Broca mais elle l'enrichit d'un terme correctif fonction de la taille et différent selon le sexe. Ces deux équations, qui s'inspirent de celle construite par le Dr Friedrich H. Lorentz, membre éminent du département d'hygiène du sport de l'Institut d'Hygiène de Hambourg, furent les formules de poids idéal les plus utilisées dans les pays à système métrique des années 1950 aux années 1990, moment où l'IMC s'impose à son tour. La formule a été élaborée par Lorentz à partir des mesures de tailles et de poids contenus dans cinq échantillons, constituant au total un groupe de près de 4 000 hommes, âgés de 18 à 30 ans, représentant de manière équilibrée les différentes catégories professionnelles (Spyckerelle *et al.* 1984). Lorentz (1929a) établit avec ces données qu'à partir de la taille de 1m 50 et du poids correspondant (50 kg), un centimètre de taille supplémentaire correspondait à 0,75 kg de plus. Afin de maintenir l'équivalence à 100 de la différence entre taille et le poids (formule de Broca), il faut au delà de 1m 50 soustraire 0,25 cm à la taille (en plus de 100) pour trouver le poids. Ce 0,25 est le 1/4 que l'on retrouve dans la formule actuellement utilisée pour les hommes (Tableau 1).

Si, dans un article publié deux mois après le premier, Lorentz (1929b) extrapolait sa formule aux femmes, on utilise aujourd'hui deux formules différentes pour les hommes et les femmes. Cette formule ne tient toutefois pas compte de l'âge des individus. Une autre limite se trouve au niveau de la morphologie, pour les individus qui ont soit des membres très courts, soit des membres très longs

(individus brévilignes et individus longilignes). On peut amender la formule en considérant que les bras et les jambes contiennent moins de graisse que le tronc. Il est alors d'usage d'augmenter le poids trouvé de 2 à 5 kg chez des individus aux membres courts et de le diminuer d'autant chez les individus aux membres longs.

C'est un peu la même logique qui sous-tend la formule de Devine, très utilisée dans les pays anglo-saxons et qui porte le nom de son créateur, le docteur B.J. Devine (1974). Plus de 200 articles parus entre 1974 et 2000 dans de grandes revues médicales et pharmaceutiques l'emploient (Pai et Paloucek 2000). Elle permet le passage d'une taille donnée en pouces[3] à un poids idéal en kilogrammes. Devant à l'origine servir au dosage de certaines substances médicamenteuses, comme la gentamicine ou la digoxine, l'usage de cette formule, qui ne tient cependant pas compte de l'âge et peut poser des problèmes notamment pour les femmes les plus petites, a été bien plus vaste.

En fonction de l'usage qu'on leur prêtait ou du champ de leur concepteur, d'autres formules aux diverses composantes ont été élaborées. La formule de Perrault est ainsi une variation de celle de Broca, corrigée par l'âge. Mais par contre, à la différence de Lorenz, elle ne prend pas en compte le sexe. La formule de Creff est très proche et introduit en plus une dimension ignorée par les formules précédentes : la morphologie. Le poids idéal d'une personne de morphologie « large » est ainsi majoré de 10 % par rapport à une personne de morphologie « normale ». À l'inverse, celui d'une personne de morphologie « gracile », c'est-à-dire mince, sera diminué de 10 %. Cependant l'usage de cette formule repose sur la distinction entre des personnes « normales », « larges » et « graciles », notions qui demeurent vagues et subjectives. Les formules de Monnerot-Dumaine et de Bornhardt intègrent dans le calcul du poids idéal d'autres mesures corporelles que la taille. Introduire la mesure de la circonférence du poignet vise ainsi pour la première à intégrer dans le calcul du poids idéal l'ossature, mais aussi dans une certaine mesure la masse musculaire du fait de sa corrélation avec la circonférence des membres. La formule de Bornhardt introduit quant à elle le tour de poitrine. Elle vise ainsi à tenir compte de la « largeur » de l'individu et cherche ainsi à tenir compte de la silhouette de l'individu.

Ces différentes formules montrent les efforts qui ont été effectués pour approcher toujours plus précisément le poids « idéal ». Toutes sont le résultat d'un arbitrage entre le caractère pratique et maniable (notamment en fonction des données disponibles) et le degré d'exactitude de l'approximation. L'indice de masse corporelle a aujourd'hui supplanté ces formules, qui ne sont plus usitées que dans des cas très précis. Il ne s'agit plus de calculer un poids idéal, mais d'approcher la

[3] Un pouce représente 25 centimètres.

corpulence au moyen d'un indice taille-poids et de la comparer ensuite à des seuils qui établissent un intervalle « idéal » de poids.

Quelle forme d'indice taille-poids choisir ?

Diviser le poids par le carré de la taille (P/T^2) n'est pas la seule forme possible d'un indice taille-poids. L'indice P/T^3 a en effet été décrit par Buffon à la fin du XVIIIe siècle et de nombreuses autres formes ont été proposées. Quetelet s'est quant à lui intéressé aussi bien au rapport P/T^3 que P/T^2, bien que cette dernière eut sa préférence. Comment expliquer la prédominance de l'IMC sur les autres ?

La forme la plus triviale d'indice rapportant le poids à la taille consisterait à diviser simplement le premier par la seconde. Appelée ratio poids-taille, cette forme n'a été que peu utilisée. Il est en effet difficile de relier le poids en fonction de la taille à des risques de mortalité et cet indice, évidemment, est fortement corrélé à la taille.

Proches de l'utilisation qui étaient faites des formules de poids idéal, d'autres indices ont été construits, notamment en rapportant le poids de l'individu à un poids de référence déterminé en fonction de la taille, mais aussi d'autres paramètres comme le sexe et l'âge. Ces indices sont appelés *poids relatif* (Cole 1991). Toutefois les poids relatifs conviennent mal à la comparaison de populations, qui évoluent et différent de l'une à l'autre. En outre, parce qu'ils utilisent une valeur de référence, ces statistiques partent de la manière dont sont les individus, alors que les prédictions de masse grasse se servent de la manière dont les gens devraient être. Par exemple, si les individus les plus grands sont en moyenne plus gros que les plus petits, alors le poids de référence des plus grands sera exagéré et le poids relatif sous estimera l'obésité des plus grands.

Deux chercheurs de l'Université de Liverpool ont proposé une formule alternative appelée « poids standard » qui se fonde sur la mesure du haut du bras et de la taille assise qui explique près de 20 % de plus de la variance du poids que P/T^2, mais repose sur une formule un peu complexe qui la rend difficilement applicable, d'autant que les mesures sur lesquelles elle repose ne sont que rarement collectées (Bagust et Walley 2000). Ce type d'indice n'est donc pas satisfaisant et il faut se tourner vers des indices du type P/T^n.

L'indice P/T^n, avec n variable, est différent des indices P/T^3 et P/T^2 dans la mesure où n est estimé à partir de la population étudiée afin qu'il ne soit pas corrélé avec la taille. Il est appelé indice de Benn, suite à un article publié par cet auteur (Benn 1971). Toutefois, P/T^n n'est pas un meilleur indicateur de la masse grasse que les autres indices (Frisancho et Flegel 1982), même si sa faible liaison avec la taille le rend intéressant dans certains cas. On le trouve aussi sous la forme P^q/T^r, avec q égal à 3,3 et r à 1,2 (Abdel-Malek *et al.* 1985). Mais ce type d'indices est assez lourd à utiliser et peu pratique pour les comparaisons entre différentes populations pour lesquelles les formes plus simples du type P/T^3 ou P/T^2 sont plus maniables.

L'intérêt porté à la forme P/T^3 tient d'abord à la volonté de construire un indicateur de densité, c'est-à-dire, mathématiquement parlant, de rapporter un poids à un volume. Or c'est bien un volume qu'on obtient en mettant au cube la taille. C'est cette même idée qui a amené Ridòlfo Livi à proposer le rapport $\sqrt[3]{P}/T$, plus connu sous le nom d'indice pondéral, pour ramener le poids à un autre de grandeur similaire à la taille (Livi 1897). Ces justifications s'opposent donc d'emblée à celle du rapport P/T^2 qui est plus statistique que mathématique et tient originellement à la liaison relevée par Quetelet entre poids et carré des tailles :

> « Si nous comparons maintenant entre eux les individus entièrement développés et régulièrement construits, pour connaître les relations qui peuvent exister entre le poids et la taille, nous trouverons que le poids chez les individus développés et de hauteurs différentes, sont à peu près comme les carrés des tailles. D'où suit naturellement que la section transversale, comprenant la largeur et l'épaisseur, est simplement comme la hauteur de l'homme. » (Quetelet 1835, p.52)

Ces indices ont été depuis Quetelet et Buffon maintes fois réinventés ou remis en lumière, comme par Rohrer (1908) pour P/T^3, qui prend ainsi parfois le nom d'indice de Rohrer, ou Kaup (1921) pour P/T^2. On doit également noter l'existence d'une variation autour de l'indice pondéral, T/P^3, qui prend le nom d'*index of bodily mass*, mais qui a le défaut d'être inversement proportionnel au poids quelle que soit la taille (Sheldon *et al.* 1940). Comme le notent A. Keys et ses collègues (1972), si les réflexions critiques sur la notion de poids corporel relatif ont longtemps été peu nombreuses, il n'y a eu aucun manque d'indices et de formules, portant généralement les noms de leurs partisans et accompagnés de déclarations arbitraires sur la « normalité ».

Du point de vue épidémiologique, construire un bon indicateur de la corpulence requiert trois principales caractéristiques :

– l'indicateur doit être le moins possible corrélé à la taille.

– l'indicateur doit être un bon prédicateur de la mortalité.

– l'indicateur doit être le plus possible corrélé à la masse grasse.

Le premier point, et le plus important, est l'indépendance de cet indice avec la taille. Il ne doit pas faire apparaître les individus les plus petits ou les plus grands comme plus obèses qu'ils ne sont en réalité. C'est pourquoi la littérature s'accorde à privilégier les indices le moins dépendants de la taille (Florey 1970 ; Keys *et al.* 1972. ; Staving *et al.* 1984). Or l'IMC a précisément une corrélation faible avec la taille des individus adultes (Keys *et al.* 1972 ; Garrow 1983).

Deuxièmement, il ne faut pas perdre de vue que la construction d'un indicateur de corpulence vise généralement l'étude des conséquences de cette dernière sur la santé et parmi elles, la plus grave, la mort. Or plus l'IMC est important, plus la mortalité est importante. Plus précisément, le risque de

mortalité en fonction de l'IMC suit une courbe en U (Waaler 1984). La mortalité est ainsi la plus faible autour de 23 kg/m^2 et augmente de part et d'autre très rapidement.

Enfin, comme nous l'avons déjà vu, l'obésité est définie non pas en fonction du poids, mais de la masse grasse. D'où l'importance de la corrélation de l'indicateur avec la masse grasse. Or de nombreuses études ont justement établi la forte corrélation entre l'IMC et la masse grasse (Frisancho et Flegel 1982. ; Garrow et Webster 1985 ; Micozzi *et al.* 1986 ; Leonhardt *et al.* 1987). Chez l'adulte, P/T^2 est ainsi l'indice poids-taille le plus corrélé avec la masse grasse totale du corps et la masse grasse exprimé en pourcentage du poids (Roche *et al.* 1981). L'IMC est d'ailleurs corrélé avec les autres indices, plus compliqués à utiliser ou à calculer, utilisant taille et poids (Society of Actuaries 1959). Pour toutes ces raisons, l'IMC a été préféré à d'autres méthodes ou à d'autres indices plus complexes ou moins adéquats. C'est ce qui fait dire à T. Cole (1991) dans son célèbre article qu'il y a très peu de raisons pouvant justifier l'utilisation d'un autre indice que le rapport P/T^2. Il faut cependant noter que les études que nous avons évoquées ne concernent que des populations adultes. Or il existe de nombreux résultats propres aux populations enfantines, qui font apparaître l'IMC comme le meilleur indice sur un plan médical aussi bien pour les adultes que pour les enfants.

2. Étudier la corpulence avec l'IMC : l'intérêt de cet indicateur et ses limites

Parfois appelé Indice de Quetelet, puisque, comme nous venons de le voir, le rapport P/T^2 tire ses origines d'une observation d'Adolphe Quetelet, l'IMC est aujourd'hui le principal outil utilisé pour étudier la corpulence. Un des principaux intérêts de l'IMC est de permettre les comparaisons sur de vastes populations. Peu de gens connaissent leur tour de taille et la mesure de la masse grasse nécessite un appareillage technique et coûteux. L'I.M.C présente donc l'immense avantage de reposer sur la taille et le poids, deux données relativement faciles à obtenir. Presque tous les individus connaissent eux-mêmes approximativement ces deux valeurs et l'introduction de questions sur la taille et le poids dans un certain nombre d'enquêtes quantitatives en fait un outil très pratique pour l'étude de la corpulence. L'IMC est ainsi devenu l'instrument privilégié des recherches sur la corpulence un peu partout sur la planète dans tous les domaines qui s'y intéressent, de la médecine à l'épidémiologie, en passant par les sciences sociales et humaines. Mais aussi répandu que soit son usage, celui-ci ne va pas sans risque. L'utilisation de l'IMC comporte en effet un certain nombre de limites qu'il ne faut pas négliger.

L'IMC est insuffisant pour caractériser finement la silhouette

La première limite de l'IMC que tout utilisateur doit impérativement garder à l'esprit est qu'il est insuffisant pour caractériser finement la silhouette d'un individu. Pour le médecin qui regarderait les

conséquences du surpoids sur la santé comme pour le sociologue qui s'intéresserait aux formes valorisées, l'IMC ne représente qu'une approximation plus ou moins satisfaisante de son objet d'étude. À travers la corpulence, on peut avoir une certaine idée de la forme du corps. Au fur et à mesure que la valeur de l'indice croît, les silhouettes sont évidemment de plus en plus corpulentes. Toutefois, l'IMC ne donne pas d'information sur la distribution de la graisse dans l'organisme. Or la distribution de la masse grasse est un facteur important aussi bien pour la santé (l'excès de graisse au niveau abdominal étant le plus néfaste) qu'au niveau des formes valorisées. Deux types de distribution sont généralement distingués. Le premier correspond plutôt aux hommes et à un excès de graisse abdominal et le second aux femmes et à une prise de poids au niveau des cuisses, des hanches et du fessier. Cette même différence se retrouve selon les auteurs sous les diverses appellations de type « androïde » et « gynoïde » (Vague 1956), de forme « en pomme » et « en poire » (Ashwell *et al.* 1985), de types « tronculaire » et « périphérique » (Blair 1984), ou types « supérieur » et « inférieur » (Krotkiewski *et al.* 1983). L'IMC ne permet pas de distinguer entre ces différentes distributions de la masse grasse.

Il faut alors faire appel à d'autres outils, comme le tour de taille, technique de mesure indépendante de la taille et appropriée pour identifier les personnes à risque de pathologies liées à la corpulence. Lorsque la circonférence du tour de taille dépasse 94-102 cm chez l'homme et 80-88 cm chez la femme, cela témoigne d'un excès de graisse au niveau abdominal, ce qui augmente la morbidité, même si l'IMC est relativement correct. Il existe ainsi d'autres mesures, utiles pour le médecin, comme le rapport taille/torse (le *waist-to-chest ratio* des Anglo-saxons) qui sont complémentaires de l'IMC, mais beaucoup plus difficiles à réunir sur une large population pour le chercheur en sciences sociales.

L'IMC ne reflète pas l'histoire du poids

L'indice de masse corporelle ne reflète par ailleurs pas l'histoire du poids. Or d'un point de vue médical, une perte ou un gain massif de poids entraînent un surcroît de risque pour la santé, et ce quel que soit l'IMC. Ce point pose problème dans certains cas particuliers, comme les femmes enceintes, qui présentent une surcharge pondérale non durable, en moyenne entre 8 et 13 kg, et souvent difficile, voire impossible, à identifier dans les bases de données.

L'IMC ne reflète pas seulement la masse grasse

Si l'un des intérêts de l'IMC, notamment pour les médecins, est sa forte liaison avec la masse grasse, il ne rend pas seulement compte de la masse grasse, mais aussi de la masse musculaire ou du poids des os. L'IMC n'explique qu'un peu plus de la moitié de la variance de la masse grasse (Staving *et al.* 1984). Ce qui est d'autant plus embêtant que le lien entre IMC et masse grasse n'est pas le même selon le sexe et selon l'âge (Harrison 1985).

La question du poids du squelette n'est cependant en réalité pas la seule à poser problème. Fréquemment évoquée comme limite de l'utilisation de l'IMC, elle doit être relativisée. Le squelette sec et complet d'un homme (mort) pèse autour de 4 kilos et demi et celui d'une femme 3 kilos et demi (Merz *et al.* 1956). Vivant, il représente près de 15 % du poids du corps. Le poids du squelette n'intervient ainsi que faiblement dans les différences de poids observées entre deux individus. En effet, l'écart de poids du squelette entre une forte et une frêle ossature ne dépasse pas les deux kilogrammes. La limite de l'IMC ne se situe donc pas seulement du côté du poids des os, mais aussi de celui de la masse musculaire. L'utilisation de l'IMC pose en effet un sérieux problème sur des individus avec un pourcentage de masse grasse atypique, comme les athlètes. En effet, la masse musculaire a un poids non négligeable et sa valorisation est différente de celle de la graisse. La musculature renvoie à l'idée de force, de vitalité, alors que la graisse est connotée plutôt négativement (Fischler 1990). Les sportifs de haut niveau ont ainsi un IMC très particulier, d'autant que la pratique sportive vise autant à développer la masse musculaire qu'à faire diminuer la masse grasse. Mis à part le cas de quelques disciplines, comme le bodybuilding, qui demande une masse importante, la plupart des sports nécessitent de maintenir un poids limité car tout excès de poids est un poids « inutile à porter » qui diminue les capacités physiques (puissance, endurance...) et qui peut occasionner de graves traumatismes notamment au niveau des articulations. Cette différence entre graisse et muscle est le principal écueil de l'IMC. Que signifie avoir un IMC élevé : est-ce être gros ou être musclé ? La corpulence se décompose donc en deux aspects : l'un valorisé (le muscle) et l'autre non (la graisse).

3. Des seuils de surpoids et d'obésité qui posent problème

L'utilisation de l'IMC pour étudier le surpoids et l'obésité nécessite la définition d'un seuil au-delà desquels les individus seront considérés dans ces situations. Il y a deux types de valeurs-seuils (Kuczmarski et Flegal 2000). Le premier type est l'utilisation d'une valeur de référence construite à partir de la distribution statistique du poids dans une population observée (utilisation de percentiles). Le second est l'usage d'étalons fondés sur la corrélation de la mesure utilisée avec les conséquences sur la santé et notamment la mortalité. Les seuils établis à partir des percentiles du NAHNES II sont du premier type et les seuils d'IMC de l'OMS sont du second type.

Les percentiles

Une manière de définir l'obésité et le surpoids consiste ainsi à observer la distribution de l'IMC ou du poids sur l'ensemble de la population. On regarde alors la position du poids d'un individu par rapport à celui des membres d'une population de référence. Un adulte dont le poids est proche du 50e percentile, c'est-à-dire la médiane, est proche de la situation moyenne des individus de cette population. Au contraire, un individu proche du 10e percentile est en situation de sous-poids puisque 90 % des individus de cette population sont plus lourds.

C'est cette méthode qui est préconisée pour les enfants par l'Organisation Mondiale de la Santé (2000) et recommandée en France par l'expertise collective de l'Inserm (2000). Le seuil de la situation de surpoids correspond à la frontière du 85e percentile de la population et l'obésité au 95e percentile. Mais la technique des percentiles et des courbes de référence n'est que rarement utilisée pour les adultes. On leur préfère l'usage plus pratique de seuils d'IMC, qui en sont en majorité indépendants du sexe, de l'âge et de la population et qui ne requièrent aucun calcul.

Les seuils retenus par l'OMS comme norme internationale

Lorsqu'au milieu des années 1990, l'OMS commença à conduire une consultation sur la question de l'obésité, elle fit appel au travail de l'Obesity Task Force (IOTF), notamment pour la constitution de documents de référence. Cette consultation, impliquant plus d'une centaine d'experts de par le monde, aboutit à une réunion en juin 1997 à Genève dont le rapport a joué un rôle essentiel dans la construction de normes relatives au surpoids et à l'obésité. L'Organisation Mondiale de la santé (OMS 2000) y établit des seuils ayant pour vocation de s'imposer à tous les travaux sur le sujet, seuils qui trouvent leur origine dans un livre de J. S. Garrow paru au début des années 1980 (Garrow 1981). Le surpoids est défini comme un IMC supérieur à *25* kg/m^2 et l'obésité comme un IMC supérieur à 30 (Tableau 2).

Tableau 2 – les seuils retenus par l'OMS

Situation de poids	IMC
dénutrition	*< 18,5*
Classe V	< 10,0
Classe IV	10,0 - 12,9
Classe III	13,0 - 15,9
Classe II	16,0 - 16,9
Classe I ou Insuffisance pondérale	17,0 - 18,4
valeurs de référence	*18,5 - 24,9*
surpoids	*25,0 - 29,9*
obésité	*≥ 30*
Classe I	30,0 - 34,9
Classe II	35,0 - 39,9
Classe III	≥ 40

Plus précisément, le texte de l'OMS distingue les personnes en sous-poids qui ont un IMC inférieur à 18,5, celles qui sont dans une situation normale entre 18,5 et 24,9, les préobèses entre 25 et 29,9. Puis viennent trois classes d'obésité : la première entre 30 et 34,9, la seconde entre 35 et 39,9 et la troisième classe au dessus de 40. Un obèse est donc pour l'OMS un individu dont l'IMC est supérieur à 30 kg/m^2.

Le système de classification du poids de l'OMS peut être utilisé chez tous les adultes, à l'exclusion bien sûr des femmes enceintes et des femmes qui allaitent. Certaines restrictions s'appliquent toutefois lorsqu'on l'utilise auprès de certains groupes, tels que les jeunes adultes dont la croissance n'est pas achevée, les adultes aux squelettes très légers, les adultes qui ont une très forte musculature et les personnes âgées (65 ans et plus), ainsi que certains groupes ethniques ou raciaux. Ces seuils servent de référence depuis le rapport de l'OMS dans la plupart des travaux sur le sujet et sont repris par un grand nombre d'institutions, comme par exemple le National Heart, Lung, and Blood Institute (NHLBI 1998) aux États-Unis.

L'usage d'autres valeurs ?

Comme le soulignent même plusieurs membres de l'International Obesity Task Force à l'origine de la construction de ceux de l'OMS (James *et al.* 2001), tous les seuils d'IMC comportent une certaine part d'arbitraire, arbitraire au prix duquel sont permises la comparaison de données de différents pays et la description des évolutions et des tendances dans le monde. Ils notent aussi que la valeur de 24,9 comme seuil d'un IMC « normal » leur apparaît « très généreuse » et est assez éloignée de l'optimum qui se situe entre 21 et 23 kg/m^2. Pour les non-fumeurs, un IMC autour de 20 kg/m^2 donnerait selon James *et al.* (2001) une espérance de vie optimale et une existence sans affections.

Tableau 3 – les seuils communément admis aux États-Unis avant 2000

Situation de poids	IMC Population féminine	IMC Population masculine
sous-poids	< 19,1	< 20,7
situation "normale"	19,1 - 25,8	20,7 - 26,4
surpoids léger	25,8 - 27,3	26,4 - 27,8
surpoids	27,3 - 32,3	27,8 - 31,1
surpoids important ou obèse	> 32,3	> 31,1

Avant le rapport de l'OMS et depuis la conférence du National Institutes of Health sur les implications de l'obésité sur la santé en 1985, les seuils du surpoids étaient habituellement fixés aux États-Unis à 27,8 pour les hommes et 27,3 pour les femmes (Tableau 3). Ces valeurs représentaient 85 % des personnes des deux sexes de 20-29 ans interrogées dans le NHANES II (2nd National Health and Nutrition Examination Survey), enquête sur la santé de la population américaine menée entre 1976 et 1980.

Alors pourquoi finalement fixer à 25 kg/m^2 la limite du surpoids et non à 27 ? Et pourquoi 30 pour l'obésité ? On doit d'ailleurs noter que dans cette ancienne version, les seuils pour les femmes étaient différents de ceux des hommes, ce qui est plus conforme aux observations cliniques, mais

évidemment moins pratique à utiliser. Ainsi si on applique les valeurs antérieures, la prévalence du surpoids chez les Américains de plus de 20 ans est 33,3 % pour les hommes et 36,4 % chez les femmes (Kuczmarski et Flegal 2000). À l'inverse avec un seuil de 25 kg/m^2, la prévalence est de 59,4 % pour les hommes et 50,7 pour les femmes. Ainsi un simple changement de seuil fait passer le nombre d'adultes en surpoids aux États-Unis de 61,7 millions dans le premier cas à 97,1 million. Le choix de ces seuils est donc essentiel.

Les défauts des seuils de l'OMS

Au travers l'établissement de cette norme, l'OMS a fait le choix de la simplicité et du caractère pratique des valeurs retenues. Si ce choix est compréhensible et tout à fait justifiable, l'utilisateur de ces seuils doit rester conscient du parti pris qui a été celui de l'OMS. Car ce qui constitue l'intérêt et l'avantage de ces seuils représente dans le même temps leurs principaux défauts et limites.

Tout d'abord, les seuils de l'OMS ne tiennent pas compte du sexe. Les hommes développent plus de muscles et les femmes plus de masse grasse. Chez une femme de poids "normal", 18 à 25 % du poids est constitué de tissu adipeux contre 10 à 15 % chez l'homme (Fricker 1995). Une étude américaine a montré qu'au seuil du surpoids, la masse grasse représente 25 % chez les hommes et 33 % chez les femmes et suggère qu'il devrait y avoir une différence de 2 kg/m^2 entre les deux sexes (Wellens *et al.* 1996). La différence entre hommes et femmes est toutefois difficile à apprécier et il n'existe aucun véritable accord sur ce sujet. Certains auteurs vont jusqu'à défendre une différence de 5 kg/m^2 entre hommes et femmes au seuil du surpoids (Wang *et al.* 1996).

Même s'il n'existe pas de véritable accord sur la valeur exacte de la différence, l'étude du pourcentage de masse grasse suggère que les hommes devraient avoir un IMC plus élevé que les femmes, ou que du moins les seuils devraient en tenir compte. R. Price, T. Sorensen et A. Stunkard (1989), recherchant des seuils alternatifs de surpoids à partir d'une méthode purement statistique, suggèrent un IMC de 25 pour les femmes et de 27,2 pour les hommes comme limite inférieure du surpoids. Les seuils de l'OMS ne tiennent pas compte de cette différence entre sexes. L'OMS a préféré des seuils identiques plus faciles à retenir et à appliquer.

Ensuite, les seuils de l'OMS ne tiennent pas compte de l'âge. Chez les adultes, l'IMC augmente jusqu'à l'âge de 50 ans, en croissant de près d'un 1 kg/m^2 par décennie (Waaler 1984; Bray 1987). Les seuils devraient donc prendre en compte cette évolution. G. Bray recommande que les seuils augmentent au même rythme que l'âge et donc de 1 kg/m^2 par décennie après 25-34 ans. Avec cette règle, le seuil d'IMC « normal » ne serait plus de 20-25 pour les plus de 65 ans, mais de 24-29 kg/m^2. L'analyse des différentes études sur le sujet est délicate et requiert une attention particulière aux détails méthodologiques, toutefois les recherches passées en revue par J. Stevens et ses collègues (1998) font également apparaître une forte augmentation de l'IMC optimal pour les plus de 74 ans.

Il faudrait par ailleurs tenir compte de la génération. En étudiant les risques de mortalité associés aux IMC d'une population d'Américains vivant autour de 1900 et d'un échantillon d'hommes du NHANES I, conduit entre 1971 et 1975, un chercheur américain parvient à la conclusion que les seuils du surpoids et de l'obésité changent avec le temps et que le risque potentiel est aujourd'hui associé à des IMC plus élevés (Henderson 2005). La cause en est d'après lui la croissance de la taille au fil des générations et le changement de l'ossature qui en découle.

Troisièmement, les seuils de l'OMS ne tiennent pas compte des caractéristiques ethniques ou nationales. Les seuils de l'OMS sont fondés sur population nord-américaine et européenne, ce qui pose des problèmes (Weisell 2002) quand on les utilise à l'autre bout du monde. La liaison entre IMC et masse grasse (et donc avec les risques associés) semble différente pour les Polynésiens (Swinburn *et al.* 1996), les Indonésiens (Gurrici *et al.* 1999) ou encore les Japonais (Gallagher *et al.* 2000). Le rapport *Asia-Pacific Perspective : Redefining Obesity and its Treatment* (OMS/IASO/IOTF 2000) souligne ainsi qu'on observe chez les Asiatiques un risque accru lié à l'obésité pour des valeurs inférieures de l'IMC et une plus grande prédisposition à l'obésité abdominale. De nouveaux seuils ont été ainsi proposés par l'IOTF en 2000 (Tableau 4). Le même rapport explique à l'inverse que les taux de masse grasse des habitants des îles du Pacifique, en moyenne plus musclés, sont plus faibles pour un même IMC que ceux des Occidentaux. Ils peuvent donc avoir un IMC plus important sans courir de risques pour leur santé. L'utilisation de seuils universels partout dans le monde telle que le préconisait l'OMS en 1997 soulève donc des problèmes. Mais l'abaissement de ces seuils a des conséquences directes sur la prévalence de l'obésité. Abaisser de 30 à 27 kg/m^2 le seuil de l'obésité à Singapour, valeur qui est plus en accord avec le pourcentage de masse grasse correspondant et les risques pour la santé, fait passer la prévalence de l'obésité de 6 % à 16 % (Deurenberg-Yap *et al.* 2000).

Tableau 4 – Seuils proposés par l'IOTF (2000) pour l'Asie

Situation de poids	IMC
sous-poids	< 18,5
normal	18,5 -22,9
exposé à l'obésité	23,0 - 24,9
obèse I	25,0 - 29,9
obèse II	≥ 30

Enfin, la représentation des individus ne corrobore pas les seuils de l'OMS. Une étude australienne (Crawford et Campbell 1999) montre qu'une part non négligeable des hommes ne se considère pas en surpoids alors que leur IMC est supérieur à 25. Ils considèrent le début du surpoids

entre 26 et 27 kg/m^2. L'utilisation de ces seuils pour les sciences sociales pose donc problème dès lors qu'elles s'intéressent au regard que les individus portent sur leur état de corpulence.

Conclusion

Si Quetelet n'a lui-même jamais défendu le rapport qui porte son nom comme mesure de la corpulence ou de la masse grasse et s'est contenté de relever que le rapport P/T^2 correspondait mieux à la croissance des tailles que P/T ou P/T^3, l'IMC s'est imposé aujourd'hui comme l'instrument incontournable pour saisir la corpulence. Il présente l'immense avantage de reposer sur des données faciles à recueillir et de permettre aisément des comparaisons entre populations différentes. De forme simple, il une faible corrélation avec la taille, est un bon prédicateur de la mortalité et est très corrélé avec la masse grasse.

Se servir de cet outil nécessite toutefois de rester conscient de son origine, et surtout de ses limites. L'IMC ne permet pas de différencier le poids de la graisse de celui des os et des muscles et les seuils proposés par l'OMS sont censés s'appliquer identiquement aux femmes et aux hommes, aux jeunes et aux personnes âgées, aux Français, aux Chinois et aux Soudanais. La définition du surpoids à 25, réalisée par les médecins pour des raisons surtout pragmatiques, n'est absolument pas représentative de la manière dont les gens se représentent le surpoids ou de la manière dont un docteur jugera son patient. Bien loin d'être un instrument de mesure exact de la corpulence, l'indice de masse corporelle en est avant tout une approximation, tout comme l'étaient ses ancêtres, les formules de poids "idéal". Dès lors qu'on n'oublie pas ce caractère approximatif, il devient un outil pratique et fiable.

Mais la multiplication de l'usage individuel de cet instrument à des fins de diagnostic, comme le recommandait en France le Ministre de la santé, risque de faire des seuils de l'OMS ce qu'ils ne sont pas : des étalons en dessous desquels il faut absolument que chaque individu se situe. Le développement des calculateurs d'IMC, dont une multitude est disponible en ligne sur Internet, ou l'omniprésence de ce thème dans les magazines féminins y contribuent également. On observe aujourd'hui un détournement de l'usage de l'IMC : l'instrument de mesure qui servait à comparer des groupes d'individus entre eux devient un outil précis de diagnostic d'un état de santé individuel, ce que les seuils utilisés actuellement ne permettent à l'évidence pas.

BIBLIOGRAPHIE

Abdel-Malek, Adel K., Debabrata Mukherjee et Alex F Roche. 1985. « A Method of Constructing an Index of Obesity ». *Human Biology* 57:415-430.

Ashwell, Margarett, Tim J. Cole et Adrian K Dixon. 1985. « Obesity : new insight into the anthropometric classification of fat distribution shown by computed tomography ». *British Medical Journal* 290:1692-1694.

Bagust, Adrian et Tom Walley. 2000. « An alternative to body mass index for standardising bodyweight for stature ». *The Quarterly journal of medicine* 93:589-96.

Benn, R. T.. 1971. « Some mathematical properties of. weight-for-height indices used as measures of adiposity ». *British Journal of Preventive and Social Medicine* 25:42–50.

Blair, Dorothy, Jean-Pierre Haluche, Ethan A. H. Sims, David Sylvester et Sidney Abraham. 1984. « Evidence for an increased risk for hypertension with centrally located body fat and the effects of race and sex on this risk ». *American Journal of Epidemiology* 119:526-540.

Bray, Georges A.. 1987. « Overweight is risking fate. Definition, classification, prevalence and risks ». *Annals of the New York Academy of Sciences* 499:14-28.

Broca, Paul. 1871-1878. *Mémoires d'anthropologie*. Paris: Reinwald.

Cole, Tim J.. 1991. « Weight-Stature Indices to Measure Underweight, Overweight, and Obesity ». *Anthropometric Assessment of Nutritional Status* 83-111.

Crawford, David et Karen Campbell. 1999. « Lay definitions of ideal weight and overweight ». *International Journal of Obesity* 23:738-745.

Deurenberg-Yap, Mabel, Gordon Schmidt, Wija A. van Staveren et Paul Deurenberg. 2000. « The paradox of low body mass index and high body fat percent among Chinese, Malays and Indians in Singapore ». *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders* 24:1011-1017.

Devine, Ben J.. 1974. « Gentamicin therapy ». *Drug Intelligence and Clinical Pharmacy* 8:650-655.

Fischler, Claude. 1990. *L'homnivore : le goût, la cuisine et le corps*. Paris: éditions Odile Jacob.

Florey, Charles du V.. 1970. « The use and interpretation of ponderal index and other weight-height ratios in epidemiological studies ». *Journal of Chronic Disease* 23:93-103.

Fricker, Jacques. 1995. *Obésité.* Paris: Masson.

Frisancho, A. Roberto et Pamela N. Flegel. 1982. « Relative merits of old and new indices of body mass with reference to skinfold thickness ». *American Journal of Clinical Nutrition* 36:697-699 .

Gallagher, Dympna, Steven B. Heymsfield, Moonseong Heo, Susan Jebb, Peter R. Murgatroyd et Yoichi Sakamato. 2000. « Health percentage fat ranges : an approach for developing guidelines based on body mass index ». *American Journal of Clinical Nutrition* 72:694-701.

Garrow, John S.. 1981. *Treat obesity seriously. A clinical manual.* Edinburgh, New York: Churchill Livingstone.

—. 1983. « Indices of adiposity ». *Nutrition Abstracts and Reviews* 53:697-708.

— et John Webster. 1985. « Quetelet's index (W/H^2) as a measure of fatness ». *International Journal of Obesity* 9:147-153.

Guricci, Syafri, Yayuk Hartriyanti, Joseph G.A.J Hautvast et Paul Deurenberg. 1999. « Differences in the relationship between body fat and body mass index between two different Indonesian ethnic groups : The effect of body build ». *European Journal of Clinical Nutrition* 53:468-472.

Harrison, Gail G.. 1985. « Height-weight tables ». *Annals of Internal Medicine* 103:.989-994.

Henderson, R. Max. 2005. « The bigger the healthier: Are the limits of BMI risk changing over time ? ». *Economics and Human Biology* 3:339-366.

James, Philip T., Rachel Leach, Eleni Kalamara et Maryam Shayeghi. 2001. « The Worldwide Obesity Epidemic ». *Obesity research* 9: 228S–233S.

Jones, Patrick R., Hari Bharadwaj, Mrigesh R. Bhatia et Monika S. Malhotra. 1976. « Differences between ethnic groups in the relationship of skinfold thickness to body density ». p. 373-376 in *Selected Topics in Environmental Biology*, New Delhi: Interprint Publications.

Kaup, Ignaz. 1921. « Ein Korperproportionsgesetz zur Beurteilung der langegewichtsund indexabweicher Populations-alter-gruppe ». *Münchener Medizinische Wochenschrift* 68:976-978.

Keys, Ancel, Flamino Fidanza, Martti J.Karvonen, Noboru Kimura et Henry L. Taylor. 1972. « Indices of relative weight and obesity ». *Journal of Chronic Diseases* 25:329-343.

Krotkiewski, Marcin, Per Bjorntorp, Lars Sjostrom et Ulf Smith. 1983. « Impact of obesity on metabolism of men and women ». *Journal of Clinical Investigation* 72:1150-1162.

Kuczmarski, Robert J et Katherine M. Flegal. 2000. « Criteria for definition of overweight in transition: background and recommendations for the United States ». *American Journal of Clinical Nutrition* 72:1074-81.

Leonhardt, Wolfgang, Markolf Hanefeld, Ulrich Julius, Jan Schulze, S. Fischer, Matthias Weck et Hans Haller. 1987. « Predictive value of the index of desirable body weight for total body fat mass as measured by dilution of tritiated water - problems and limitations ». *International Journal of Obesity* 11:221-228.

Livi, Ridolfo. 1897. « L'indice ponderale o il rapporto tra la statura e il peso ». *Atti della Societa romana di Antropologia* 5:125-153.

Lorentz, Friedrich H. 1929a. « Ein neuer Konstitutionsindex ». *Klinische Wochenschrift* 8:348-351.

Lorentz, Friedrich H.. 1929b. « Der Konstitutionsindex der Frau ». *Klinische Wochenschrift* 16:734-736.

Merz, Ann L., Mildred Trotter et Roy R. Peterson. 1956. « Estimation of skeleton weight in the living ». *American Journal of Anthropology* 14:586-609.

Metropolitan Life Insurance Company. 1959. « New weight standards for men and women ». *Statistical bulletin (Metropolitan Life Insurance Company)* 40:1–4.

Metropolitan Life Insurance Company. 1983. « Metropolitan height and weight tables ». *Statistical bulletin (Metropolitan Life Insurance Company)* 64:1–19.

Micozzi, Marc S., Demetrius Albanes, D. Yvonne Jones et W. Cameron Chumlea. 1986. « Correlations of body mass indices with. weight, stature, and body composition in men and women in NHANES I and II ». *American Journal of Clinical Nutrition* 44:725-31.

National Heart, Lung and Blood Institute. 1998. *Clinical Guidelines on the Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight and Obesity in Adults*, NIH Publication 98-4083.

National Institute of Health. 1985. « Consensus development conference statement ». *Annals of International Medicine* 103:1073-1077.

Organisation Mondiale de la Santé, International Association for the Study of Obesity et International Obesity TaskForce. 2000. *The Asia-Pacific Perspective: Redefining Obesity and its Treatment*. Melbourne: Health Communications.

Organisation Mondiale de la Santé. 2000. *Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic: report of a WHO Consultation on Obesity*. Genève: WHO Technical Report Series 894.

Pai, Manjunath P. et Franck P. Paloucek. 2000. « The Origin of the "Ideal" Body Weight Equations »., *The Annals of Pharmacotherapy* 34:1066-1069.

Price, R. Arlen, Thorkild I. Sorensen et Albert J. Stunkard. 1989. « Component distributions of body mass index defining moderate and extreme overweight in Danish women and men ». *American Journal of Epidemiology* 130:193-201.

Quetelet, Adolphe. 1835. *Sur l'homme et sur le développement de ses facultés. Essai de physique sociale*. Paris: Bachelier.

Roche, Alex F., Roger M. Siervogel, W. Cameron Chumlea et Paul Webb. 1981. « Grading body fatness from limited anthropometric data ». *American Journal of Clinical Nutrition* 34:2831-2838 .

Rohrer, Fritz. 1908. « Eine neue Sormel zur Bestimmung der Korperfulle ». *Korrespondenz-Blatt der deutschen Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte* 39:5-9.

Royal College of Physicians. 1983. « Obesity. A report of the Royal College of Physicians ». *Journal of the Royal College of Physicians of London* 17:5-64.

Ruiz, Llamil, John R. Colley et Peter J. Hamilton. 1971. « Measurement of triceps skinfold thickness an investigation of sources of variation ». *British Journal of Preventative and Social* 25:165-167.

Sheldon, William H., Stanley S. Stevens and William B. Tucker. 1940. *The varieties of human physique : an introduction to constitutional psychology*. New York, London: Harper & Brothers.

Society of Actuaries. 1959. « New weight standards for men and women ». *Statistical Bulletin of N.Y. Metropolitan Life Insurance Co.* 40:1-4.

Spyckerelle, Yves, S. Garillot et Jean-Pierre Deschamps. 1984. « Histoire du "poids idéal" de Lorentz », *Cahier Nutrition diététique* 19 :365-356.

Stavig, Gordon R., Alvin R. Leonard, Amnon Igra, et Paul Felten. 1984. « Indices of relative body weight and ideal weight charts ». *Journal of Chronic Disease* 37:255-262.

Stevens, June, Jianwen Cai, Elsie R. Pamuk, David F. Williamson, Michael J. Thun et Joy L. Wood. 1998. « The Effect of Age on the Association between Body-Mass Index and Mortality ». *New England J Medicine* 338:1-7.

Swinburn, Boyd et Garry Egger. 2004. « The runaway weight gain train: too many accelerators, not enough brakes ». *British medical journal* 329:736-739.

Swinburn, Boyd, Pippa L. Craig, Roro Daniel, D. P. Dent et Boyd J.G. Strauss. 1996. « Body composition differences between Polynesians and Caucasians assessed by bioelectrical impedance ». *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders* 20:889-894.

Vague, Jean. 1956. « The degree of masculine differentiation of obesities ; a factor determining predisposition to diabetes, atherosclerosis, gout and uric calculus disease ». *American Journal of Clinical Nutrition* 4:20-34.

Waaler, Hans Thomas. 1984. « Height, weight and mortality : The Norwegian experience », *Acta Medica Scandinavica* 679:S1-S51.

Wang, Jack, John C. Thornton, Samuele Burastero, Jing Shen, Sandra Tanenbaum, Steven B. Heymsfield, et Richard N. Pierson. 1996. « Comparisons for body mass index and body fat percent among Puerto Ricans, blacks, whites and Asians living in New York City area ». *Obesity Research* 4:377-84.

Weisell, Robert C. 2002. « Body mass index as an indicator of obesity ». *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* 11:S681-S684.

Wellens, Rita I., Alex F. Roche, Harry J. Khamis, Andrew S. Jackson, Michael L. Pollock et Roger M. Siervogel. 1996. « Relationships between the Body Mass Index and body composition ». *Obesity Research* 4:35-44.