

## 1

## Définition de l'obésité chez l'enfant

Pour définir l'obésité, il faut choisir une méthode permettant d'évaluer la masse grasse et les seuils correspondant aux degrés d'obésité. Des recommandations pour une définition de l'obésité chez l'adulte ont été proposées par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) (WHO, 1995), mais jusqu'à présent il n'existait pas de consensus en ce qui concerne l'enfant. Nous décrirons ici les méthodes utilisées pour évaluer la masse grasse et les valeurs de référence à partir desquelles sont établis les seuils définissant l'obésité chez l'enfant dans différents pays.

### Mesure de la masse grasse

La masse grasse peut être mesurée à partir de méthodes précises d'évaluation de la composition corporelle, mais de manière courante, elle est prédite à partir d'indicateurs anthropométriques (Rolland-Cachera, 1993). Chez l'adulte, les deux étapes consistant à choisir une mesure et des bornes délimitant des degrés d'obésité ont été franchies : l'OMS a proposé l'utilisation de l'indice de Quetelet ou indice de masse corporelle (IMC) correspondant au poids/taille<sup>2</sup> ( $P/T^2$  en  $\text{kg}/\text{m}^2$ ) pour évaluer le statut pondéral et a défini des classes sur la base des relations entre IMC et taux de mortalité. Chez l'enfant, l'OMS recommande l'utilisation de courbes du poids selon la taille établies par le *National Center for Health Statistics* (NCHS) (WHO, 1986), mais elles sont limitées à la tranche d'âge 0-10 ans pour les filles et 0-11,5 ans pour les garçons. Plus récemment, comme chez l'adulte, l'utilisation de l'IMC est devenue courante chez l'enfant et des courbes de référence ont été publiées dans différents pays tels que la France (Rolland-Cachera et coll., 1991), les Etats-Unis (Must et coll., 1991) ou le Royaume Unis (Cole et coll., 1995).

Il existe d'autres méthodes pour évaluer la masse grasse (tableau 1.1) ; les principales font appel à la mesure des plis cutanés en différents sites, aux calculs des surfaces brachiales à partir des plis cutanés et de la circonférence du bras. Des rapports de plis cutanés ou de circonférences (taille, hanche, cuisse) prédisent la répartition de la masse grasse.

**Tableau 1.1 : Sélection de mesures anthropométriques et indicateurs d'obésité chez l'enfant**

Mesure	Indices	Formules	Valeurs de référence
Poids en kg (P)			0 - 21 ans Sempé et coll., 1979
Taille en m (T)			0 - 21 ans Sempé et coll., 1979
	Indice de Masse Corporelle	$IMC = P/T^2$ en $kg/m^2$	0 - 87 ans Rolland-Cachera et coll., 1991
Pli cutané sous scapulaire en cm (SS)			1 mois - 19 ans Sempé et coll., 1979
Pli cutané tricipital en cm (TRI)			1 mois - 19 ans Sempé et coll., 1979
	Répartition de la masse grasse	SS/TRI	1 mois - 19 ans Rolland Cachera et coll., 1990
Circonférence brachiale en cm (C)	Surface Brachiale Totale	$SBT = C^2/4\pi$ en $cm^2$	1 mois - 17 ans Rolland-Cachera et coll., 1997
	Surface Adipeuse Brachiale	$SAB = C \times TRI/2$ en $cm^2$	1 mois - 17 ans Rolland-Cachera et coll., 1997
	Surface Musculaire Brachiale	$SMB = SBT - SAB$ en $cm^2$	1 mois - 17 ans Rolland-Cachera et coll., 1997
	% Masse Adipeuse Brachiale	$MAB = (SAB/SBT) (100$	1 mois - 17 ans Rolland-Cachera et coll., 1997
Circonférence de la taille en cm (CT)	Graisse abdominale		6 - 12 ans Rolland-Cachera et coll., communication personnelle

### Indices basés sur le poids et la taille

Le choix de la valeur de l'exposant des indices de corpulence (Poids/Taille<sup>n</sup>) doit permettre d'obtenir un indice qui est indépendant de la taille mais qui est corrélé au poids et à la masse grasse. L'indice qui réunit ces trois caractéristiques a des valeurs de n le plus souvent proches de 2 mais variables en fonction de l'âge (Cole, 1991). Chez l'enfant, après avoir comparé les indices P/T, P/T<sup>2</sup> et P/T<sup>3</sup>, il est apparu que l'indice P/T<sup>2</sup> répondait le mieux à ces trois caractéristiques : il est, plus souvent que les autres, indépendant de la taille et bien corrélé au poids et à la masse grasse.

Dès 1982, des courbes de l'évolution de la distribution en percentiles de cet indice ont été établies pour les garçons et les filles de l'âge de 1 mois à 16 ans (Rolland-Cachera et coll., 1982). La similarité des courbes de l'IMC avec les courbes des plis cutanés (Rolland-Cachera, 1995) indique que l'évolution de l'IMC reflète bien l'évolution de la masse grasse. Elle reflète aussi l'évolution

de la cellularité du tissu adipeux (figure 1.1). Par ailleurs, cet indice répond mieux que les plis cutanés à certains critères (Rolland-Cachera, 1993) tels qu'une meilleure spécificité (Himes et Bouchard, 1989) ou une meilleure association avec des facteurs de risque cardiovasculaire chez l'enfant (Sangi et Mueller, 1991). Enfin, étant basé sur des mesures simples comme le poids et la taille, il présente d'évidents avantages pratiques. En conséquence, le comité OMS d'experts sur l'utilisation et l'interprétation de l'anthropométrie

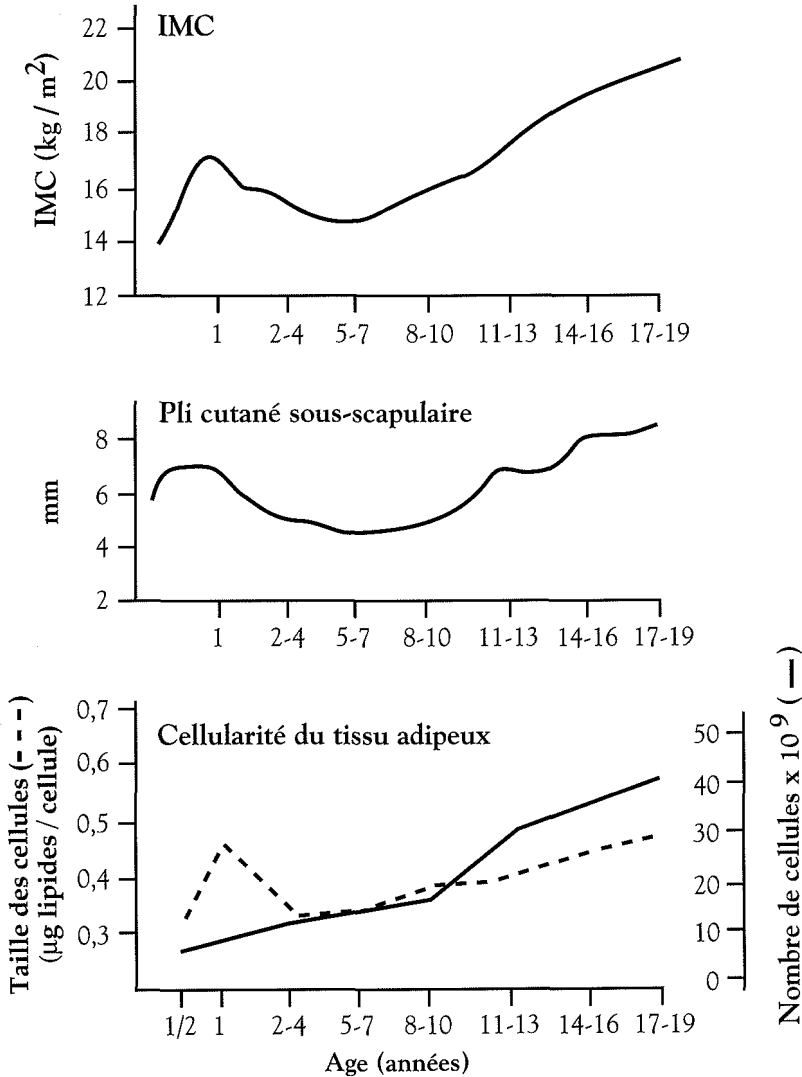


Figure 1.1 : Evolution de l'adiposité représentée par l'IMC (Rolland-Cachera et coll., 1982), l'épaisseur du pli cutané sous-scapulaire (Sempé et coll., 1979) et évolution de la cellularité du tissu adipeux (Knittle et coll., 1979)

(WHO, 1995) a recommandé l'utilisation de l'IMC en fonction de l'âge chez l'enfant, et en particulier chez l'adolescent (Rolland-Cachera, 1993).

Il faut souligner que les courbes de l'IMC selon l'âge prennent en compte simultanément les données du poids, de la taille et de l'âge ce que ne faisaient pas les méthodes précédentes basées sur des courbes de poids en fonction de l'âge et de poids en fonction de la taille. Elles sont plus précises que les courbes classiques et permettent de connaître l'intervalle de temps entre deux mesures. Cependant, comme toutes les méthodes basées sur le poids et la taille, l'IMC présente diverses limites : en effet, il ne prédit pas précisément la part de masse grasse et de masse maigre, ni les risques réels de développer des pathologies à l'âge adulte. Pour estimer ces paramètres, il faudra utiliser des méthodes plus élaborées de composition corporelle et déterminer des critères utilisant par exemple des données biologiques ou génétiques.

### **Plis cutanés**

La mesure des plis cutanés évalue l'épaisseur de la graisse sous-cutanée. Le pli cutané tricipital prédit le pourcentage de masse grasse, tandis que les plis sous-scapulaires et suprailliac prédisent la masse grasse totale (Roche et coll., 1981).

### **Circonférences et surfaces brachiales**

La circonférence brachiale seule ou ajustée pour la taille, est traditionnellement utilisée comme index de malnutrition chez l'enfant (Briend et Zimicki, 1981). Associée au pli cutané tricipital, elle permet d'évaluer la part de la masse maigre et de la masse grasse. Si on fait l'hypothèse que le bras et ses constituants sont cylindriques (Jelliffe et Jelliffe, 1969), la surface brachiale totale (SBT) est calculée à partir de la circonférence du bras (C) :  $SBT = C^2/4\pi$ . La surface brachiale musculaire calculée à partir de la circonférence brachiale et du pli cutané tricipital (TRI) est égale à  $(C - (TRI\pi))^2/4\pi$ . La surface de la graisse au niveau du bras est obtenue par différence. Cette méthode sous-évalue la surface grasseuse, particulièrement chez les obèses (Forbes et coll., 1988). A partir du même principe, un nouvel indice plus simple à calculer et plus précis a été validé chez l'enfant en le comparant à des mesures réalisées par résonance magnétique (Rolland-Cachera et coll., 1997). La surface de la graisse brachiale est égale à  $C \times (TRI/2)$  et la surface musculaire est obtenue par différence avec la surface brachiale totale.

### **Répartition de la masse grasse**

La quantité de graisse corporelle est un paramètre important mais c'est surtout sa localisation qui est associée au risque de développer des pathologies telles que les maladies cardiovasculaires, le diabète, et certains cancers. Les plis

mesurés au niveau du tronc (par exemple, le pli cutané sous-scapulaire (SS)) sont des marqueurs de ce risque (Vague, 1956 ; Björntorp, 1996) alors que ceux mesurés au niveau des extrémités (par exemple le pli cutané tricéphal (TRI)) ne le sont pas. Par exemple chez l'enfant, la répartition de la masse grasse peut être évaluée par le rapport des plis cutanés tronc/extrémité (SS/TRI) (Sangi et Mueller, 1991). Une valeur basse correspond à une répartition de type périphérique, peu liée aux facteurs de risque cardiovasculaires alors qu'une valeur élevée correspond à un type centralisé, associé aux facteurs de risque.

Les circonférences permettent également de prédire la répartition de la masse grasse. Un rapport taille/hanche ou taille/cuisse élevé correspond à une répartition androïde de la graisse. Ces mesures sont plus simples à réaliser chez les obèses que celles des plis cutanés.

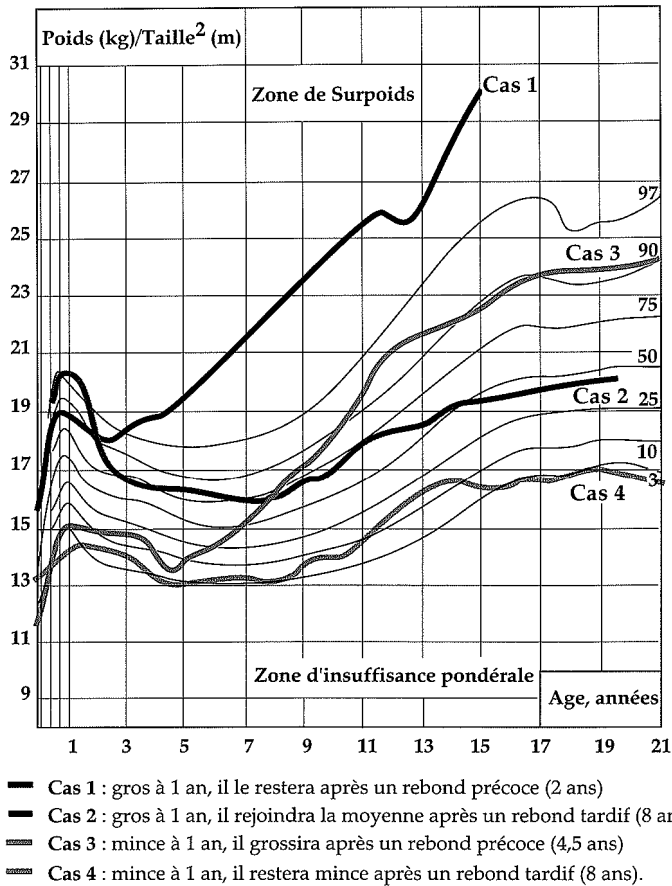
Chez l'enfant, des études récentes ont montré que les circonférences de la taille et des hanches étaient l'une et l'autre prédictrices de la graisse viscérale. Contrairement à ce que l'on avait observé chez l'adulte, le rapport des circonférences taille/hanche chez l'enfant est un mauvais prédicteur de la graisse viscérale (Brambilla et coll., 1997 ; Goran et coll., 1998). En conséquence, l'utilisation de la circonférence de la taille seule est recommandée chez l'enfant.

## Indicateurs de croissance liés à l'obésité

La mesure d'indicateurs anthropométriques simple comme le poids et la taille permet de suivre la croissance des enfants. Le rebond d'adiposité, déterminé à partir des courbes d'IMC selon l'âge est un paramètre qui permet d'estimer le risque de survenue de l'obésité. Chez les enfants obèses, c'est également l'indicateur d'une accélération de la croissance, tout comme l'avance de maturation.

### Rebond d'adiposité

Au cours de la première année de la vie, l'IMC comme la mesure des plis cutanés, augmente puis diminue jusqu'à l'âge de 6 ans. A cet âge, la courbe augmente à nouveau. Cette remontée de la courbe est appelée rebond d'adiposité (Rolland-Cachera et coll., 1984). L'âge du rebond d'adiposité prédit l'adiposité à l'âge adulte : plus il est avancé, plus le risque de devenir obèse est élevé (Rolland-Cachera et coll., 1984 ; Siervogel et coll., 1991 ; Prokopec et Bellisle, 1993 ; Whitaker et coll., 1998 ; Williams et coll., 1999). La figure 1.2 permet de comprendre les différents types d'évolution. Un enfant gros à l'âge de un an restera gros après un rebond précoce (cas 1) ou rejoindra la moyenne après un rebond tardif (cas 2). Un enfant mince à un an pourra développer une obésité après un rebond précoce (cas 3), ou restera mince s'il a un rebond



**Figure 1.2 : Représentation graphique de 4 types d'évolution de la corpulence de la naissance à l'âge adulte (d'après Rolland-Cachera et coll., 1987)**

tardif (cas 4). L'évolution vers l'obésité peut être visible sur la courbe alors que l'enfant est encore mince (cas 3). Cette figure illustre le fait qu'avant l'âge de 8 ans, les enfants changent souvent de niveau de corpulence, tandis qu'après cet âge, la majorité des enfants suivra le même rang de centile. En effet, de nombreuses études s'accordent à montrer que la majorité des enfants obèses au début de la vie ne le restera pas (Prokopec et Bellisle, 1993 ; Rolland-Cachera et coll., 1987 ; Whitaker et coll., 1997). Le caractère transitoire des obésités au début de la vie est un élément important à prendre en compte lorsque l'on s'intéresse à l'obésité des jeunes enfants. Un rebond d'adiposité précoce a été retrouvé chez pratiquement tous les enfants obèses (Rolland-Cachera et coll., 1987 ; Girardet et coll., 1993). L'examen des courbes d'enfants obèses suivis en consultation pour obésité à l'hôpital Necker Enfants malades à Paris a montré que l'âge moyen du rebond d'adiposité était de 3 ans au lieu de 6 ans chez des enfants de corpulence normale.

L'âge du rebond d'adiposité prédit aussi l'âge osseux : plus le rebond est précoce, plus l'âge osseux est avancé (Rolland-Cachera et coll., 1984). Le rebond d'adiposité précoce des enfants obèses reflète l'accélération de leur croissance.

### Avance de maturation

Les enfants obèses présentent une avance de maturation, ils sont plus grands et ont une masse maigre plus développée (Knittle et coll., 1979 ; Garn et Clark, 1975 ; Forbes, 1977). Les filles obèses ont des règles plus précoces. Seulement 1 % des filles de poids normal ont des règles avant 11 ans alors qu'elles sont 26 % dans un groupe ayant un poids supérieur à 120 % du poids idéal (Stark et coll., 1989).

## Choix des seuils définissant l'obésité de l'enfant

Chez l'adulte, les seuils définissant les différents degrés d'obésité ont été établis à partir des relations entre l'IMC et les taux de mortalité. Chez l'enfant, on se réfère à des distributions calculées à partir de populations de référence. Quelle que soit la mesure utilisée pour définir l'obésité chez l'enfant, il est indispensable, étant donné les importantes variations au cours de la croissance, de se reporter à des valeurs établies en fonction de l'âge ou de la taille et du sexe. Pour choisir un seuil, il faut choisir une unité de mesure, une population de référence et un niveau dans la distribution.

### Choix de l'unité de mesure

Afin d'être indépendantes de l'âge et du sexe, les unités de mesure (kg pour le poids corporel, mm d'épaisseur pour les plis cutanés,  $\text{cm}^2$  pour les surfaces brachiales ou  $\text{kg}/\text{m}^2$  pour l'IMC) peuvent être transformées, à partir des valeurs de référence, en pourcentage de la médiane, en écart réduit à la moyenne (ou Z-scores) ou en rang de centile. La méthode du pourcentage de la médiane n'est pas recommandée, car elle ne tient pas compte de la variation de la distribution selon l'âge et le sexe. Les calculs de centiles et de Z-scores sont préférables et de plus en plus utilisés. Le Z-score est l'écart entre une valeur individuelle et la médiane d'une population de référence, divisée par l'écart type de la population de référence. Pour calculer les valeurs exactes des centiles et des Z-scores, en particulier lorsque les valeurs ne sont pas distribuées normalement, on utilisera la méthode *Least Mean Square*, LMS (Cole, 1990).

### Choix des valeurs de références

Le comité OMS d'experts sur l'utilisation et l'interprétation de l'anthropométrie (WHO, 1995) recommande les courbes du poids selon la taille chez le

jeune enfant et l'IMC de 9 à 24 ans. Les données de référence s'appuient sur la première enquête « *National Health and Nutrition Examination Survey* » (NHANES 1), réalisée aux Etats Unis d'Amérique. Les valeurs de référence de la circonférence brachiale, des plis cutanés et de l'IMC sont présentées en centiles en annexe du rapport technique (WHO, 1995).

En France, on dispose de valeurs de référence, en particulier pour les indicateurs d'adiposité présentés dans le tableau I.I. Elles proviennent de l'étude longitudinale internationale de la croissance coordonnée par le Centre International de l'Enfance (CIE), réalisée en collaboration avec Nathalie Masse et Frank Falkner. Cette étude a débuté en 1953 en Europe (Bruxelles, Londres, Stockholm et Zürich) aux Etats Unis (Louisville) et en Afrique (Dakar). Un grand nombre de mesures anthropométriques ont été publiées dans un document intitulé *Auxologie, Méthode et Séquences* (Sempé et coll., 1979). Il présente l'étude et décrit les techniques de mesure standardisées pour l'étude internationale (Falkner et coll., 1961).

Les données relatives à la surcharge pondérale présentées dans ce livre sont le poids selon l'âge, le poids selon la taille, et les plis cutanés. D'autres valeurs de référence ont été publiées à partir des données de cette étude, telles que les rapports des plis cutanés (Rolland-Cachera et coll., 1990), les surfaces brachiales (Rolland-Cachera et coll., 1997) et l'IMC. Ces dernières sont présentées sous forme de courbes de centiles (3<sup>ème</sup>, 10<sup>ème</sup>, 25<sup>ème</sup>, 50<sup>ème</sup>, 75<sup>ème</sup>, 90<sup>ème</sup> et 97<sup>ème</sup>) de 1 mois à 16 ans (Rolland-Cachera et coll., 1982), puis ont été complétées par d'autres données françaises, allant ainsi de la naissance à 87 ans (Rolland-Cachera et coll., 1991). Les valeurs de  $P/T^2$  sont présentées sous forme de moyennes et écarts types et de 7 centiles. Les paramètres qui permettent de calculer les valeurs exactes des Z-cores sont également disponibles (Rolland-Cachera et coll., 1982).

Les courbes de l'IMC ont été diffusées par l'INSERM en 1985 sous forme de fiches individuelles, pour les garçons et pour les filles, à destination des médecins. Actuellement, elles sont présentes dans les carnets de santé des enfants français. Ces références ont été recommandées par un comité européen réuni pour définir l'obésité chez l'enfant (Poskitt, 1995).

D'autres données de l'étude de référence française sont disponibles, telles que l'âge osseux (Sempé, 1988), l'âge du rebond d'adiposité dont la moyenne est égale à  $6,3 \pm 1,6$  (Rolland-Cachera et coll., 1987), l'âge des premières règles qui est en moyenne de 13 ans  $\pm$  10,5 mois (Roy et coll., 1972). Une étude longitudinale plus récente de la nutrition et la croissance a débuté en 1985-86 chez des enfants de 10 mois et suivis jusqu'à l'âge de 12 ans (Deheeger et coll., 1994). Elle comporte les données anthropométriques habituelles présentées au tableau I.I, dont les circonférences de la taille, des hanches et de la cuisse qui n'étaient pas incluses dans l'étude de référence.



## Choix du niveau des seuils

Pendant la croissance, les courbes de centiles des plis cutanés ou de l'IMC définissent les classes du statut pondéral de l'enfant. Le comité OMS d'experts (WHO, 1995) a proposé d'utiliser à cet effet l'association d'un IMC élevé ( $> 85^{\text{ème}}$  centile) et d'une surcharge graisseuse sous-cutanée ( $\geq 90^{\text{ème}}$  centile pour le pli cutané sous-scapulaire et le pli cutané tricépal). Cette définition devrait atteindre une spécificité maximale pour l'identification des enfants qui présentent à la fois une surcharge pondérale et une surcharge graisseuse.

En France, l'obésité de l'enfant peut se définir par des valeurs supérieures au  $97^{\text{ème}}$  centile de l'IMC et/ou des plis cutanés. Les valeurs du  $97^{\text{ème}}$  centile de la distribution de l'IMC des enfants français (Rolland-Cachera et coll., 1991) correspondent approximativement aux valeurs du  $85^{\text{ème}}$  percentile de la distribution des enfants nord américains (Must et coll., 1991). La figure 1.3 compare ces deux distributions (De Onis et Habicht, 1996) et montre que bien que basées sur des populations et des rangs de centiles différents, ce sont les mêmes valeurs de l'IMC qui définissent l'obésité dans les deux pays.

## Nouvelle définition internationale de l'obésité de l'enfant

Le *Childhood Obesity Working Group* de l'*International Obesity TaskForce* (IOTF), groupe de travail sous l'égide de l'OMS, a élaboré une nouvelle définition (Cole et coll., 2000).

Différents points ont été retenus :

- L'IMC a été choisi pour évaluer l'adiposité car il répondait le mieux à différents critères de composition corporelle et cliniques.
- La population de référence est constituée de données recueillies dans six pays ayant des données nationales représentatives. Des courbes de centiles ont été établies à partir de cette population, séparément pour les garçons et les filles.
- Les seuils définissant les degrés 1 et 2 de surpoids chez l'enfant sont constitués par les courbes de centiles de l'IMC atteignant à 18 ans les valeurs 25 et  $30 \text{ kg/m}^2$  qui correspondent aux seuils des degrés 1 et 2 de surpoids chez l'adulte.

Cette nouvelle méthode présente l'avantage d'établir une continuité entre la définition de l'obésité pendant l'enfance et l'âge adulte. De plus, les nouvelles bornes étant basées sur des données statistiques reliant l'IMC et les taux de mortalité et non sur une population de référence, cela devrait résoudre le problème du choix des distributions, jusque là variables d'un pays à l'autre et dans le temps.

En France, les courbes d'IMC établies à partir de l'étude longitudinale de référence française figurent dans le carnet de santé des enfants. Elles doivent être utilisées pour compléter l'examen des courbes du poids et de la taille. De plus, elles comportent 7 rangs de centiles, permettant d'évaluer le déficit et l'excès pondéral ainsi que l'évolution de l'IMC au cours de la croissance.

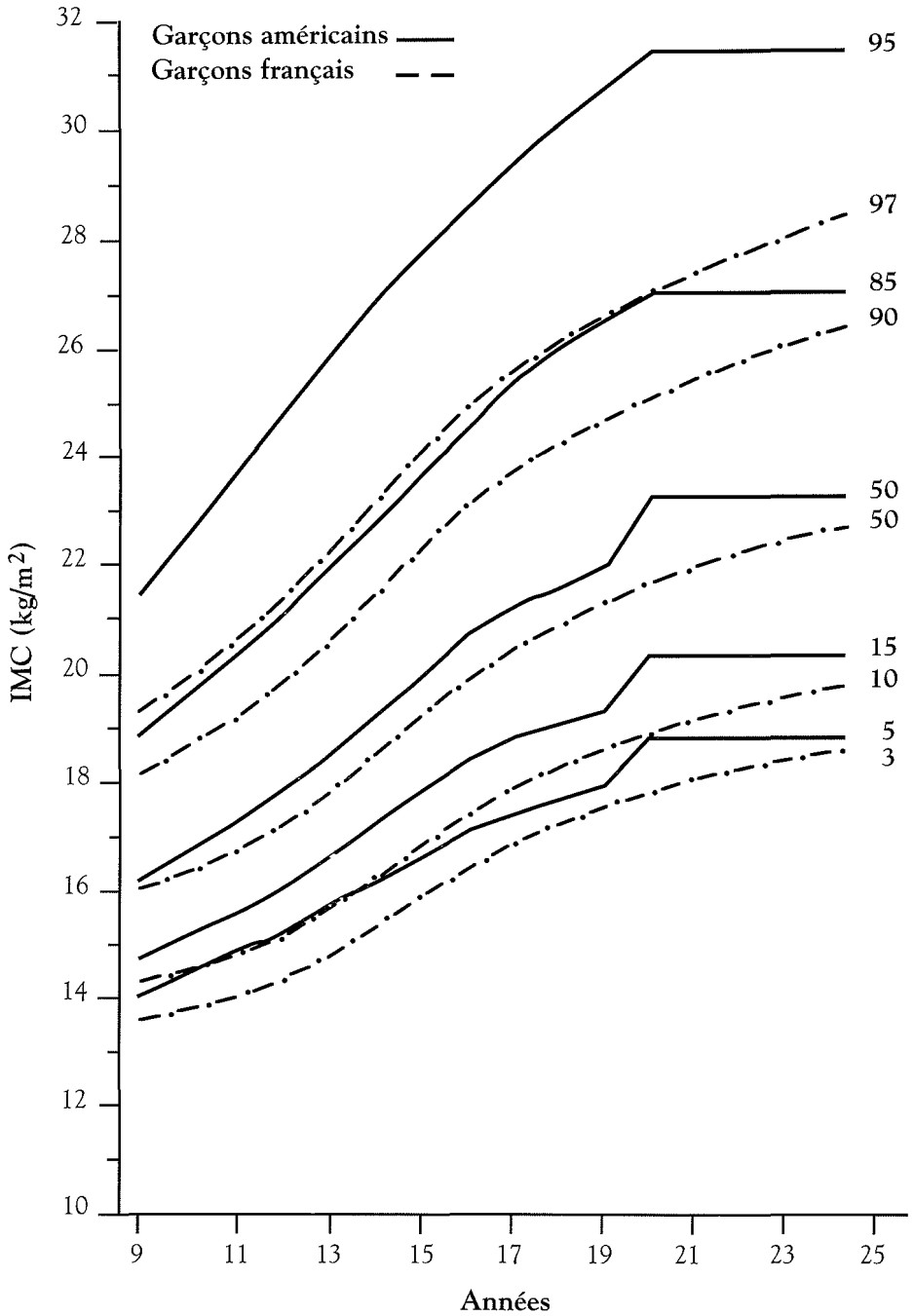


Figure 1.3 : Comparaison des valeurs de référence françaises (Rolland-Cachera et coll., 1991) et américaines (de Onis et Habicht, 1996)

Les nouvelles références internationales, présentées au tableau 1.II, sont destinées à évaluer la prévalence de l'obésité. Leur utilisation est recommandée pour comparer différentes études et différents pays.

**Tableau 1.II : Nouvelles bornes internationales de l'indice de masse corporelle (IMC) pour définir le surpoids et l'obésité chez l'enfant entre 2 et 18 ans (Cole et coll., 2000)**

Age (ans)	IMC seuil du surpoids		IMC seuil de l'obésité	
	Garçons	Filles	Garçons	Filles
2	18,41	18,02	20,09	19,81
2,5	18,13	17,76	19,80	19,55
3	17,89	17,56	19,57	19,36
3,5	17,69	17,40	19,39	19,23
4	17,55	17,28	19,29	19,15
4,5	17,47	17,19	19,26	19,12
5	17,42	17,15	19,30	19,17
5,5	17,45	17,20	19,47	19,34
6	17,55	17,34	19,78	19,65
6,5	17,71	17,53	20,23	20,08
7	17,92	17,75	20,63	20,51
7,5	18,16	18,03	21,09	21,01
8	18,44	18,35	21,60	21,57
8,5	18,76	18,69	22,17	22,18
9	19,10	19,07	22,77	22,81
9,5	19,46	19,45	23,39	23,46
10	19,84	19,86	24,00	24,11
10,5	20,20	20,29	24,57	24,77
11	20,55	20,74	25,10	25,42
11,5	20,89	21,20	25,58	26,05
12	21,22	21,68	26,02	26,67
12,5	21,56	22,14	26,43	27,24
13	21,91	22,58	26,84	27,76
13,5	22,27	22,98	27,25	28,20
14	22,62	23,34	27,63	28,57
14,5	22,96	23,66	27,98	28,87
15	23,29	23,94	28,30	29,11
15,5	23,60	24,17	28,60	29,29
16	23,90	24,37	28,88	29,43
16,5	24,19	24,54	29,14	29,56
17	24,46	24,70	29,41	29,69
17,5	24,73	24,85	29,70	29,84
18	25	25	30	30

**En conclusion**, l'obésité correspond à un excès de masse grasse. Pour définir l'obésité, il faut donc choisir une mesure de l'adiposité et déterminer des seuils. Les mesures les plus utilisées sont l'épaisseur des plis cutanés, le poids selon la taille et l'indice de masse corporelle (poids/taille<sup>2</sup>) selon l'âge. Etant donné que l'adiposité subit de grandes variations au cours de la croissance, il faut se reporter à des valeurs de référence établies pour chaque âge. Les valeurs des centiles les plus élevés seront les seuils définissant l'obésité. En France, les distributions des plis cutanés, du poids selon la taille et de l'IMC ont été établies de 0 à 21 ans à partir des données longitudinales de l'échantillon français de l'étude internationale de la croissance (Sempé et coll., 1979), courbes de référence françaises de l'IMC qui sont utilisées dans de nombreux pays (Rolland-Cachera et coll., 1991).

La nouvelle définition internationale de l'obésité chez l'enfant, qui vient d'être proposée (Rolland-Cachera, 1999b ; Cole et coll., 2000), s'appuie sur des courbes de centiles de l'IMC établies à partir de données de différents pays. Les seuils sont constitués par les courbes de centiles passant par les valeurs de l'IMC égales à 25 et 30 kg/m<sup>2</sup> à 18 ans correspondant aux degrés 1 et 2 de surpoids chez l'adulte. Cette nouvelle définition permettra une meilleure analyse des données existantes.

## BIBLIOGRAPHIE

BJÖRNTORP P. The regulation of adipose tissue distribution in humans. *Int J Obes* 1996, **20** : 291-302

BRAMBILLA P, AGOSTINI G, BURGIO G, BECCARIA L, SIRONI S et coll. Waist circumference can predict visceral adiposity in obese adolescents. *Int J Obesity* 1997, **21** : S140

BRIEND A, ZIMICKI S. Validation of arm circumference as an indicator of risk of death in one to four year old children. *Nutr Res* 1986, **6** : 249-261

COLE TJ. The LMS method for constructing normalized growth standards. *Eur J Clin Nutr* 1990, **44** : 45-60

COLE TJ. Weight-Statute indices to measure underweight, overweight and obesity. In : Anthropometric assessment of nutritional status. HIMES JH, Ed. Willey & Sons Inc, New York 1991, 83-112

COLE TJ., FREEMAN JV, PREECE MA. Body mass index reference curves for the UK 1990. *Arch Dis Child* 1995, **73** : 25-29

COLE TJ, BELLIZI MC, FLEGAL KM, DIETZ WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide : international survey. *Brit Med J* 2000, **320** : 1-6

DE ONIS M, HABICHT JP. Anthropometric referencè data for international use : recommendations from a World Health Organisation expert commitee. *Am J Clin Nutr* 1996, **64** : 650-658

DEHEEGER M, ROLLAND-CACHERA MF, LABADIE MD, ROSSIGNOL C. Etude longitudinale de la croissance et de l'alimentation d'enfants examinés de l'âge de 10 mois à 8 ans.

*Cah Nutr Diét* 1994, **29** : 1-8

FALKNER F, HINDLEY CB, GRAFFAR M, SENEAL J, DEAN RFA et coll. Croissance et développement de l'enfant normal, une méthode internationale d'étude. Centre International de l'Enfance. Travaux et documents XIII. Masson & C<sup>ie</sup> Ed. Paris, 1961, 261p

FORBES GB, BROWN MR, GRIFFITHS HJL. Arm muscle plus bone area : anthropometry and CAT scan compared. *Am J Clin Nutr* 1988, **47** : 929-931

FORBES GB. Nutrition and growth. *J Pediatr* 1977, **91** : 40-42

GARN SM, CLARK DC. Nutrition, growth, development and maturation. *Pediatrics* 1975, **56** : 306-319

GIRARDET JP, TOUNIAN P, LE BARS MA, BOREUX A. Obésité de l'enfant : intérêt des indicateurs cliniques d'évaluation. *Ann Pédiatr* 1993, **40** : 297-303

GORAN MI, GOWER BA, TREUTH M, NAGY TR. Prediction of intraabdominal and subcutaneous abdominal adipose tissue in healthy pre-pubertal children. *Int J Obes* 1998, **22** : 549-558

HIMES J, BOUCHARD C. Validity of anthropometry in classifying youths as obese. *Int J Obes Relat Disord* 1989, **13** : 183-193

JELLIFFE EFP, JELLIFFE DB. The arm circumference as a public health index of protein-calorie malnutrition of early childhood. *J Trop Pediatr* 1969, **32** : 1527-1530

KNITTLE JL, TIMMERS K, GINSBERG-FELLNER F, BROWN RE, KATZ DP. The growth of adipose tissue in children and adolescents. Cross sectional and longitudinal studies of adipose cell number and size. *J Clin Invest* 1979, **63** : 239-246

MUST A, DALLAL GE, DIETZ WH. Reference data for obesity : 85th and 95th percentiles of body mass index and triceps skinfold thickness. *Am J Clin Nutr* 1991, **53** : 839-846

OPPERT JM, ROLLAND-CACHERA MF. Prevalence, Evolution dans le temps et conséquences économiques de l'obésité. *Méd Sci* 1998, **14** : 938-943

POSKITT E. Defining Childhood obesity : the relative body mass index (BMI). *Acta Pediatr* 1995, **84** : 961-963

PROKOPEC M, BELLISLE F. Adiposity in Czech children followed from one month of age to adulthood : analysis of individual BMI patterns. *Ann Hum Biol* 1993, **20** : 517-525

ROCHE AF, SIERVOGEL RM, CHUMLEA WB, WEBB P. Grading body fatness from limited anthropometric data. *J Am Clin Nutr* 1981, **34** : 2831-2838

ROLLAND-CACHERA MF, SEMPE M, GUILLOUD-BATAILLE M, PATOIS E, PEQUIGNOT-GUGGENBUHL F, FAUTRAD V. Adiposity indices in children. *J Am Clin Nutr* 1982, **36** : 178-184

ROLLAND-CACHERA MF, DEHEEGER M, BELLISLE F, SEMPE M, GUILLOUD-BATAILLE M, PATOIS E. Adiposity rebound in children : a simple indicator for predicting obesity. *Am J Clin Nutr* 1984, **39** : 129-135

ROLLAND-CACHERA MF, DEHEEGER M, AVONS P, GUILLOUD-BATAILLE M, PATOIS E, SEMPE M. Tracking adiposity patterns from 1 month to adulthood. *Ann Hum Biol* 1987, **14** : 219-222

ROLLAND-CACHERA MF, BELLISLE F, PEQUIGNOT F, DEHEEGER M, SEMPE M. Influence of body fat distribution during childhood on body fat distribution in adulthood. *Int J Obesity* 1990, **14** : 473-481

- ROLLAND-CACHERA MF, COLE TJ, SEMPE M, TICHET J, ROSSIGNOL C, CHARRAUD A. Body Mass Index variations : centiles from birth to 87 years. *Eur J Clin Nutr* 1991, **45** : 13-21
- ROLLAND-CACHERA MF. Body composition during adolescence : methods, limitations and determinants. *Horm Res* 1993, **39** : 25-40
- ROLLAND-CACHERA, MF. Prediction of adult body composition from childhood measurements. In : Body composition techniques in health and diseases. DAVIES PSW, COLE TJ, Eds, Cambridge University Press, 1995b, 100-145
- ROLLAND-CACHERA MF, BRAMBILLA P, MANZONI P, AKROUT M, DEL MASCHIO A, CHIU-MELLO G. A new anthropometric index, validated by Magnetic Resonance Imaging (MRI), to assess body composition. *Am J Clin Nutr* 1997, **65** : 1709-1713
- ROY MP, SEMPE M, ORSSAUD E, PEDRON G. Evolution clinique de la puberté de la fille. Etude longitudinale somatique de 80 adolescentes. *Arch Fr Pédiatr* 1972, **29** : 155-168
- SANGI H, MUELLER WH. Which measure of Body Fat distribution is best for epidemiological research among adolescents ? *Am J Epidemiol* 1991, **133** : 870-783
- SEMPE M. L'analyse de la maturation squelettique du poignet de la main et du coude. La pédiatrie au quotidien. Les éditions Inserm, Doin Editeur, Paris, 1988
- SEMPE M, PEDRON G, ROY-PERNOT MP. Auxologie, méthode et séquences. Théraplix, Paris, 1979, 1-205
- SIERVOGEL RM, ROCHE AF, GUO S, MUKHERJEE D, CHUMLEA WC. Patterns of change in weight/stature<sup>2</sup> from 2 to 18 years : findings from long-term serial data for children in the Fels longitudinal growth study. *Int J Obesity* 1991, **15** : 479-85
- STARK O, PECKHAM CS, MOYNIHAM C. Weight and age at menarche. *Arch Dis Child* 1989, **64** : 383-387
- VAGUE J. The degree of masculine differentiation of obesities : a factor determining predisposition to diabetes, arteriosclerosis, gout, and uric calculous diseases. *Am J Clin Nutr* 1956, **4** : 20-34
- WHITAKER RC, WRIGHT JA, PEPE MS, SEIDEL KD, DIETZ WH. Predicting obesity in young adulthood from childhood and parental obesity *N Engl J Med* 1997, **337** : 869-87
- WHITAKER R, PEPE MS, WRIGHT JA, SEIDEL KD, DIETZ WH. Early adiposity rebound and the risk of adult obesity. *Pediatrics* 1998, **101** : e5
- WILLIAMS S, DAVIE G, LAM F. Predicting BMI in young adults from childhood data using two approaches to modelling adiposity rebound. *Int J Obesity*, 1999, **23** : 358-354
- WHO EXPERT COMMITTEE. Physical status : the use and interpretation of anthropometry. WHO Technical Report Series n° 854, Geneva, WHO, 1995, 368-369
- WHO WORKING GROUP. Use and interpretation of anthropometric indicators of nutritional status. Bulletin of the World Health Organisation 1986, **64** : 929-941