

---

# 1

## Prévention de l'obésité de l'enfant en population générale

Le nombre d'enfants présentant un excès de poids est en augmentation régulière en France (Inserm, 2000). Le pourcentage d'enfants de 5-12 ans dont l'indice de masse corporelle est au delà du 97<sup>e</sup> percentile des courbes de références françaises (Rolland-Cachera et coll., 1991) est passé de 3 % dans l'étude de 1955 à 10-12 % vers 1995 atteignant 16 % en 2000 (Rolland-Cachera et coll., 2002). Un certain nombre d'études épidémiologiques documentent un risque notable de persistance de l'obésité à l'âge adulte (de 50 à 70 % pour les adolescents obèses), un risque de surmortalité essentiellement cardiovasculaire lié au fait d'avoir été un enfant obèse et la mise en évidence d'un diabète de type II, présent chez l'enfant alors qu'il était jusqu'alors limité aux adultes. Ces arguments justifient les actions de prévention de l'obésité de l'enfant (Inserm, 2000) d'autant plus que le traitement de l'obésité est difficile, même s'il semble un peu plus efficace chez l'enfant que chez l'adulte (Story, 1999).

### Définition et prévalence de l'obésité

La corpulence évaluée par l'indice de Quetelet ou indice de masse corporelle [IMC = poids (kg) / taille<sup>2</sup> (m)] variant au cours de la croissance, l'interprétation du caractère normal ou pathologique du niveau d'adiposité doit se faire en tenant compte de l'âge de l'enfant. Il existe diverses courbes de référence de la corpulence. Nous citerons les références françaises et les références de l'*International obesity task force* (IOTF).

En 1982, à partir des données françaises de l'étude internationale de la croissance, la France a publié des courbes de référence de l'IMC, révisées en 1991 (Rolland-Cachera et coll., 1991). La France a été suivie par de nombreux pays en Europe, et par les États-Unis. L'excès pondéral a pu être ainsi défini dans chaque pays à partir des percentiles les plus élevés de la distribution (97<sup>e</sup> percentile par exemple pour le surpoids incluant l'obésité).

En 2000, l'IOTF a élaboré une nouvelle définition de l'obésité chez l'enfant : l'IMC a été retenu pour évaluer l'adiposité parce qu'il répondait mieux que

d'autres indices à différents critères de composition corporelle et était associé à divers facteurs de risque. Les seuils définissant le surpoids et l'obésité sont constitués par les percentiles IOTF C-25 et IOTF C-30, qui aboutissent respectivement aux valeurs de 25 et 30 kg/m<sup>2</sup> à 18 ans. On notera que le percentile IOTF C-25 est proche du 97<sup>e</sup> percentile des références françaises (tableau 1.I).

**Tableau 1.I : Termes utilisés pour définir le surpoids et l'obésité selon les auteurs**

Auteurs	Termes utilisés	Seuils
Cole et coll., 2000 (IOTF)	Surpoids (incluant obésité)	percentile IOTF C-25
	Obésité	percentile IOTF C-30
Rolland-Cachera et coll., 2002	Surpoids (incluant obésité)	97 <sup>e</sup> percentile références françaises
Courbes du PNNS, 2003*	Obésité degré 1	97 <sup>e</sup> percentile références françaises
	Obésité degré 2	percentile IOTF C-30

\*PNNS (Programme national nutrition santé) disponible sur le site [www.sante.gouv.fr](http://www.sante.gouv.fr), rubrique « les dossiers », « nutrition »

### Prévalence et tendance

L'obésité touche une proportion croissante d'enfants et d'adultes. L'absence de définition homogène de l'obésité de l'enfant rendait jusqu'à présent difficile l'analyse des données disponibles. La nouvelle définition internationale établie par l'IOTF permet maintenant de mieux comparer les différentes études et les différents pays.

### Évolution en France

Selon la définition de l'IOTF, 18,1 % de l'ensemble des enfants français âgés de 7 à 9 ans en 2000 présentaient un surpoids et parmi eux, 3,8 % étaient obèses.

La définition française de l'excès pondéral (97<sup>e</sup> percentile des références françaises) étant disponible depuis plus longtemps, il a été possible de comparer des études réalisées antérieurement. Ainsi, dans le Centre-Ouest de la France, la prévalence du surpoids chez les enfants de 10 ans est passée de 5,1 à 12,5 % entre 1980 et 1996. En 2000, elle atteignait 16,3 %. On a pu de même observer que la prévalence des obésités massives augmentait beaucoup plus rapidement que la prévalence des obésités modérées. Par ailleurs, l'augmentation de la prévalence du surpoids chez l'enfant (passant de 5,1 % à 12,5 % entre 1980 et 1996) est plus rapide que chez l'adulte (passant de 6 à 9 %), ce qui laisse prévoir une aggravation de cette épidémie chez l'adulte dans les années à venir.

**Evolution en Europe**

Les figures 1.1a et 1.1b résument les données les plus récentes sur la prévalence de l'obésité et du surpoids des enfants européens par rapport aux enfants américains, selon la définition de l'IOTF. La prévalence de l'obésité est nettement plus élevée aux États-Unis qu'en Europe ; en revanche, le pourcentage d'enfants présentant un surpoids est peu différent entre les deux continents. Il

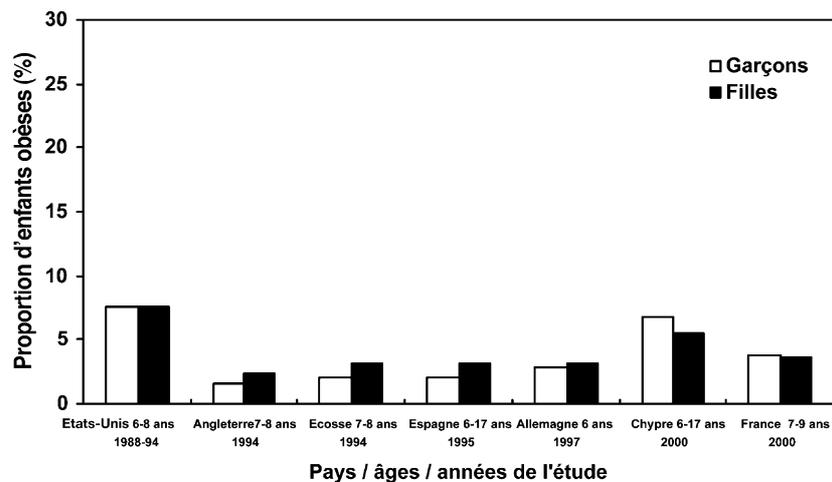


Figure 1.1a : Prévalence de l'obésité chez les enfants européens et américains (d'après Rolland-Cachera et Thibault, 2002)

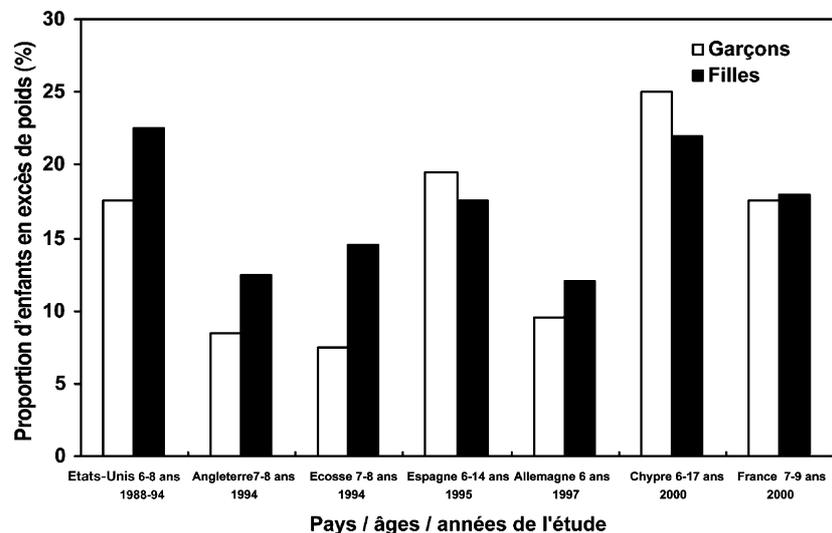


Figure 1.1b : Prévalence de l'excès de poids (incluant l'obésité) selon la définition de l'IOTF (Cole et coll., 2000) chez les enfants européens et américains (d'après Rolland-Cachera et Thibault, 2002)

faut noter toutefois que les données américaines (1988-94) sont plus anciennes que celles des autres pays (en particulier les données françaises ont été recueillies en 2000), pouvant expliquer en partie cette faible différence entre ces deux continents.

D'après l'ensemble de ces données, il s'agit donc d'un phénomène inquiétant, de par son ampleur et du fait qu'il entraîne une aggravation des risques morbides.

## **Facteurs de risque de l'obésité**

Les deux principaux facteurs de risque évoqués concernent les aspects nutritionnels et le rôle de l'activité physique.

### **Aspects nutritionnels**

L'obésité, qui est une maladie polygénique à forte composante environnementale (Astrup, 1999 ; Maffei, 1999), s'installe lorsque les apports énergétiques sont supérieurs aux dépenses. Mais il faut également prendre en compte le rôle des macronutriments en termes de bilan ou de balance, en distinguant les lipides des autres nutriments, car ils ont des effets particuliers sur les mécanismes de régulation de la composition corporelle (Ziegler et Debry, 1997 ; Astrup, 1999 ; Jéquier et Tappy, 1999). Le caractère hyperlipidique de l'alimentation est un facteur de risque de l'obésité, chez l'enfant comme chez l'adulte (Golay et Bobbioni, 1997), mais probablement pas au cours des premiers mois de la vie (Koletzko, 1999).

La prise alimentaire est le versant comportemental de la régulation du métabolisme énergétique et de l'équilibre nutritionnel (Bellisle, 1999 ; Basdevant, 2000). Mais le comportement alimentaire a aussi d'autres significations, qu'elles soient hédoniques, symboliques ou sociales (Bellisle, 1999 ; Guy-Grand et Le Barzic, 2000). Le nourrisson, qui a une alimentation uniforme, va en grandissant être confronté progressivement à l'extrême diversité de l'alimentation de l'adulte (Birch, 1998a ; Birch, 1999). Des phénomènes de conditionnement lui permettent d'associer les caractéristiques sensorielles d'un aliment aux signaux physiologiques qui en suivent l'ingestion (Birch, 1998a ; Bellisle, 1999 ; Birch, 1999). Cet apprentissage concerne les goûts, les mécanismes de l'appétit et du rassasiement, comme le plaisir de manger (Birch, 1998a ; Bellisle, 1999).

### ***Alimentation dans la petite enfance***

La période de la petite enfance est importante pour l'apprentissage des comportements futurs. Elle a certainement un rôle propre, comme le suggère le rebond d'adiposité précoce relevé chez la plupart des obèses (vers 3 ans en

moyenne au lieu de 6 ans chez les enfants normo-pondéraux) (Rolland-Cachera et coll., 1999). Le rôle protecteur de l'allaitement maternel été souligné par plusieurs études (Von Kries et coll., 1999 et 2000 ; Bergmann et coll., 2003). Pour les sujets qui avaient bénéficié d'une durée d'allaitement supérieure à 6 mois, le risque de surpoids diminuait de plus de 30 % et le risque d'obésité de plus de 40 %. Ces études ont montré une relation dose-effet entre la durée de l'allaitement et la prévalence de l'obésité chez l'enfant. Ces résultats constituent un argument pour encourager l'allaitement maternel. En France, moins de la moitié des mères allaitent. Par ailleurs, des données issues des modèles animaux montrent que les conditions nutritionnelles et métaboliques durant la gestation peuvent provoquer des modifications de poids corporel à la naissance qui, associées à des perturbations des systèmes neuro-peptidergiques, peuvent être précurseurs du développement de l'obésité (Inserm, 2000). La proportion des différents macronutriments consommés au début de la vie pourrait influencer la constitution d'une obésité. Ainsi, dans les préparations pour nourrissons (laits infantiles de premier âge), une proportion trop importante d'acide gras polyinsaturé n-6 (linoléate) pourrait favoriser la formation en excès de cellules adipeuses. La période périnatale mérite des recherches approfondies pour identifier les facteurs alimentaires pouvant avoir des conséquences à long terme. L'importance de cette période dans la constitution d'une obésité pourrait expliquer les résultats peu encourageants des interventions destinées à des âges plus tardifs.

### **Adaptation de la prise alimentaire**

L'enfant est capable de réguler la quantité d'aliments qu'il consomme en fonction de leur densité énergétique et de ses besoins (Birch et Fisher, 1998). Comme l'ont montré Fomon et coll. (1983) chez des nourrissons âgés de 6 semaines, la consommation de lait augmente lorsque celui-ci est dilué. Les auteurs (Birch et Deysher, 1986 ; Birch, 1998a) ont mis en évidence les capacités d'ajustement immédiat et d'ajustement conditionné de jeunes enfants âgés de 3 à 5 ans. Ceux-ci se sont montrés capables de maintenir un apport énergétique constant au cours d'un même repas dont on faisait varier les modalités. De la même façon, lorsque le repas est précédé d'une précharge riche en énergie, l'enfant mange moins (Birch et Deysher, 1986 ; Birch et coll., 1993). Il apprend (apprentissage conditionné) à associer la saveur de l'aliment à un apport énergétique donné (Birch et Deysher, 1986). Les enfants de 2 à 5 ans ont aussi la faculté d'adapter leur prise alimentaire de façon à équilibrer leur bilan énergétique sur une période de quelques jours (Birch et coll., 1991). Les coefficients de variation de l'énergie ingérée variaient de 33,6 % d'un repas à l'autre mais seulement de 10 % d'un jour à l'autre au cours des 6 jours pendant lesquels les enfants pouvaient consommer *ad libitum* des aliments qu'ils choisissaient (Birch et coll., 1991). Les auteurs constatent qu'il existe des enfants bons régulateurs, capables de modifier rapidement leurs choix alimentaires pour les ajuster à leurs besoins et des enfants moins bons régulateurs, dont l'adaptation est incomplète (Bellisle, 1999 ; Michaelsen et

Jorgensen, 1995). Le rôle de l'apprentissage est probablement capital dans ce domaine et mériterait d'être évalué par des études prospectives (Birch, 1998b ; Birch, 1999). En particulier, les enfants ayant un surpoids sont souvent classés comme moins bons régulateurs et les garçons sont généralement meilleurs que les filles dans ce domaine (Johnson et Birch, 1994). Il est possible que progressivement l'environnement familial et socioculturel exerce une influence défavorable sur les capacités d'adaptation de l'enfant. La socialisation conduit l'enfant à avoir un comportement alimentaire de moins en moins spontané (Bellisle, 1999). En d'autres termes, l'enfant utilise moins les signaux physiologiques de la faim et de la satiété pour se conformer aux usages de la vie en société (vider complètement son assiette, manger à heures fixes...).

### **Choix et préférences alimentaires**

Les goûts et les préférences influencent les choix alimentaires à tous les âges de la vie, mais ils peuvent évoluer avec le temps (Birch, 1999). Les nourrissons réagissent avec un réflexe gusto-facial évoquant le contentement lorsqu'ils reçoivent un produit sucré. Le goût pour le sucré reste puissant chez le jeune enfant, mais la consommation de produits sucrés varie énormément entre les âges de 2 et 8 ans comme l'a montré une étude longitudinale (Deheeger et coll., 1996). Il n'a d'ailleurs pas été trouvé de lien avec l'incidence de l'obésité. Selon Birch (1992), les enfants ont une certaine préférence pour les aliments sucrés et gras, parce qu'ils ont appris à choisir les aliments à densité énergétique élevée pour satisfaire leurs besoins énergétiques. Ils associent la flaveur de ces aliments aux signaux physiologiques agréables qui résultent d'un apport énergétique élevé, tout spécialement lorsqu'ils ont faim (Birch, 1992 ; Johnson et coll., 1991). Mais rien ne prouve que ce phénomène soit plus marqué chez les sujets à risque d'obésité. Néanmoins, il a été récemment montré que le goût des enfants pour les aliments riches en lipides, de même que la consommation alimentaire de lipides de ces enfants, étaient corrélés à l'indice de masse corporelle (IMC) des parents (Fisher et Birch, 1995) ; l'influence de la famille paraît donc considérable dans le processus des choix alimentaires (Oliveria et coll., 1992 ; Vauthier et coll., 1996). Peu d'études ont été consacrées aux facteurs génétiques qui jouent probablement un rôle dans ce domaine (Faith et coll., 1997 ; Reed et coll., 1997 ; Birch, 1999).

Il s'établit donc au cours de la petite enfance une sorte de hiérarchie dans la sélection des aliments, qui est fortement influencée par l'attitude des parents et plus généralement de l'environnement familial (*Joint working group of the canadian paediatric society and health canada*, 1995 ; Birch, 1998b ; Birch, 1999). La disponibilité et l'accessibilité des aliments sont essentielles, de même que la notion d'aliment familier. Les stratégies éducatives basées sur le système de punition-récompense peuvent avoir des effets défavorables sur cet apprentissage. Les aliments interdits deviennent encore plus désirables et l'aliment-récompense utilisé comme renforçateur voit sa valeur affective augmentée (Birch et Fisher, 1998 ; Fisher et Birch, 1999). Un contrôle trop strict des parents, destiné par exemple à favoriser la consommation de fruits et

de légumes et à limiter celle de sucreries, peut avoir l'effet inverse de celui recherché (Birch et Fisher, 1998). L'important est que l'enfant apprenne à ajuster sa prise alimentaire en fonction des signaux internes de faim et de satiété qui le renseignent sur ses besoins (Bellisle, 1999). Proposer une alimentation saine et diversifiée est donc de la responsabilité des parents, mais l'enfant doit apprendre à choisir quand il peut manger et ce qu'il doit manger (Birch et Fisher, 1998).

### ***Modalités des prises alimentaires et risque d'obésité***

Les arguments mettant en cause la répartition des apports énergétiques au cours de la journée sont globalement peu convaincants, si l'on considère ces effets indépendamment de leurs conséquences quantitatives sur le bilan énergétique (Bellisle et coll., 1997 ; Mela et coll., 1999), mais le débat reste ouvert (Speechly et coll., 1999). Des perturbations du cycle lipogénèse-lipolyse ont été évoquées chez l'animal, mais les mécanismes ne sont pas connus chez l'homme. Nous évoquerons successivement le rôle du décalage vespéral de la prise alimentaire, le nombre de repas, les prises extra-prandiales et la vitesse de la prise alimentaire.

Depuis une dizaine d'années les études se multiplient et montrent qu'un petit déjeuner correct permet d'assurer les apports journaliers adéquats en énergie, macro- et micronutriments. Souvent, le déficit qualitatif et quantitatif du petit déjeuner n'est pas compensé par les autres repas de la journée, chez les enfants et les adolescents en particulier (Morgan et coll., 1981 ; Louis-Sylvestre, 1997). Selon diverses études, l'obésité est associée à des apports énergétiques plus faibles au petit déjeuner (Machinot et coll., 1975 ; Bellisle et coll. 1988 ; Deheeger et coll., 1993 ; Préziosi et coll., 1999). Bellisle et coll. (1988) ont rapporté dans une étude française que les enfants obèses âgés de 7 à 12 ans mangeaient moins au petit déjeuner que les enfants de corpulence normale (15,7 % *versus* 19 % des apports énergétiques quotidiens) mais plus au dîner (32,5 % *versus* 28,7 %). Le fait a été également décrit chez l'adulte (Mela et coll., 1999). Cependant, en France, contrairement à d'autres pays, en particulier les États-Unis d'où proviennent de nombreuses études, le « saut » du petit déjeuner par les enfants et les adolescents reste rare : il concerne moins de 10 % d'entre eux (Préziosi et coll., 1996 ; Préziosi et coll., 1999).

Il ne semble pas que le nombre quotidien de repas ait, en tant que tel, un rôle régulateur majeur vis-à-vis du bilan énergétique et de la régulation pondérale. Dans une étude d'intervention concernant 226 enfants âgés de 6 à 16 ans, pensionnaires dans trois établissements différents, les auteurs (Fabry, 1970 ; Fabry et Tepperman, 1970) avaient pourtant montré que le poids par rapport à la taille était plus élevé au bout d'un an dans l'école où l'on servait 3 repas par jour, par rapport à celles où l'on en servait 5 ou 7. Mais l'hypothèse qu'un nombre élevé de repas (Fabry, 1970 ; Fabry et Tepperman, 1970 ; Debry, 1996) puisse avoir un effet protecteur n'a pas été confirmée (Bellisle et coll., 1997 ; Mela et coll., 1999).

On connaît mal les effets de la consommation de collations ou de snacks (définis comme une prise alimentaire en dehors des 3 ou 4 principaux repas, le goûter étant souvent considéré comme un vrai repas chez l'enfant) sur la régulation du bilan énergétique (Kennedy et Goldberg, 1995 ; Mela et coll., 1999). En revanche, les prises extra-prandiales, qui chez l'enfant se font habituellement sous forme de grignotage, jouent probablement un rôle important dans le bilan énergétique, car elles modifient les signaux de la faim et de la satiété. Elles sont souvent importantes chez l'enfant obèse. Mais le niveau de preuves est faible pour affirmer qu'elles ont systématiquement un effet pathologique. Paradoxalement, les études sur les conduites alimentaires de l'enfant ou de l'adolescent sont rares, à l'exception de celles concernant l'anorexie mentale et la boulimie. Bandini et coll. (1999) n'ont pas trouvé que les adolescents obèses consommaient plus d'aliments hypercaloriques et à faible densité nutritionnelle (« *junk food* ») que les autres adolescents. Ces auteurs (Bandini et coll., 1999) avaient tenu compte de la sous-déclaration globale des apports énergétiques liés à l'obésité, en ajustant ceux-ci sur les dépenses énergétiques mesurées par l'eau doublement marquée. Ceci n'exclut pas, cependant, que ce type d'aliments (chips, sucreries, sodas, pâtisseries, glaces) soit spécifiquement sous-déclaré par les sujets.

La cinétique de la consommation des aliments est un paramètre important, quel que soit l'âge. Les enfants obèses d'âge préscolaire mangent souvent plus vite et mastiquent moins que des enfants de poids normal (Drabman et coll., 1979). La mastication est moins longue, les mastications par bouchée moins nombreuses et la durée des pauses entre bouchées successives plus courte chez les sujets obèses adultes que chez les témoins normo-pondéraux (Bellisle, 1999). Il semble que la vitesse de la prise alimentaire ne diminue pas au cours d'un repas chez les enfants obèses comme cela est observé chez les enfants non obèses ; un trouble du rassasiement pourrait être en cause (Bellisle, 1999).

### **Facteurs psychologiques**

La prise alimentaire peut être influencée par les émotions (Braet et Ipema, 1997 ; Braet et Van Strien, 1997 ; Wardle, 1999 ; Ziegler, 2000) et cette influence pourrait jouer un rôle majeur dès le plus jeune âge dans les transactions nourricières entre la mère et son enfant. Hilde Bruche (Bellisle, 1999) a proposé l'hypothèse de la « confusion des affects » qui est le support de ce que l'on peut appeler « l'alimentation émotionnelle » (Wardle, 1999). La mère répond à toutes les demandes de l'enfant par la présentation de nourriture, à tel point que celui-ci devient incapable de faire la différence entre ses besoins affectifs et ses besoins nutritionnels.

Le stress joue aussi un rôle considérable dans le développement de l'obésité même si les études qui lui sont consacrées sont peu nombreuses chez l'adulte comme chez l'enfant (Rosmond et coll., 1996 et 1998). Une prise de poids rapide entre l'âge de 7 et 13 ans peut être le révélateur d'un stress psychosocial selon une étude de cohorte suédoise (Mellbin et Vuille, 1989a et b). L'anxiété

et la dépression sont des déterminants importants de l'estime de soi, de l'image corporelle et finalement du comportement alimentaire (Ruderman, 1983 ; Bellisle et coll., 1990 ; Canals et coll., 1996). Ces troubles sont généralement la conséquence de l'excès pondéral, mais leur rôle dans la genèse de l'obésité mériterait d'autres études, en particulier chez l'adolescent (Pine et coll., 1997). En effet, la prise alimentaire pourrait avoir un effet anxiolytique (Bellisle, 1999) et un effet régulateur sur la thymie (Bellisle et coll., 1998). De plus, il est probable que certains comportements alimentaires (alimentation impulsive) soient l'expression d'un comportement de dépendance (Pine et coll., 1997 ; Neumark-Sztainer et coll., 1998 ; Wardle, 1999).

### ***Restriction alimentaire cognitive***

Le comportement de restriction alimentaire chronique est devenu en quelques années un sujet majeur de préoccupation (Braet et Van Strein, 1997 ; Mela et coll., 1999 ; Pirke et Laessle, 1993 ; Wardle, 1999). Il est responsable en effet d'une dérégulation comportementale qui empêche le sujet d'analyser ou d'utiliser de manière physiologique les signaux internes de la faim ou de la satiété. Le sujet « restreint » limite ses apports alimentaires pour perdre du poids dans le but, conscient ou non, de correspondre à l'idéal de minceur qui prévaut dans notre système culturel (Hill et coll., 1994). Ce comportement de restriction favorise la survenue de troubles du comportement alimentaire (grignotage, compulsions, accès boulimiques) à l'occasion de phénomènes de désinhibition. Il se crée donc un véritable cercle vicieux : restriction – frustration – échappement et désinhibition – prise alimentaire non contrôlée – prise de poids – restriction. L'association désinhibition-restriction pourrait être un élément important dans la transmission familiale de l'obésité, car le fait que la mère ait ce trait de comportement est un facteur de risque d'obésité pour sa fille (Cutting et coll., 1999).

Des pratiques médicales inadaptées, basées sur des objectifs pondéraux irréalistes et aboutissant à des prescriptions de régimes sévèrement hypocaloriques peuvent favoriser ce comportement de restriction, qui est de plus en plus fréquent chez la jeune fille (Hill et coll., 1992). Il s'agit souvent d'un véritable effet iatrogène, qui est dénoncé par les sociétés savantes dans leurs recommandations sur la prévention et le traitement de l'obésité (Afero-Alfediam-Sndlf, 1998 ; Basdevant et coll., 1998). Ce comportement inadapté est parfois à l'origine de carences nutritionnelles, voire de troubles de la croissance, lorsqu'il conduit à une alimentation réellement hypocalorique.

### **Rôle de l'activité physique**

Quelle que soit la façon d'apprécier le niveau d'activité physique des enfants et même si les résultats restent sujets à critiques, il semble bien exister une association entre l'augmentation de la prévalence de l'obésité infantile et l'évolution actuelle vers une plus grande sédentarité (Ravussin et coll., 1988 ;

Davies et coll., 1995 ; Maffei et coll., 1997 ; Van Mil et coll., 1999). Cependant, le lien de causalité n'est pas encore démontré. Salbe et coll. (1997), comparant des enfants indiens Pima, dont on connaît la susceptibilité à devenir obèses, âgés de 5 ans à des enfants blancs du même âge, notent que l'activité physique des deux groupes est inférieure de 20 à 30 % à celle recommandée par l'OMS, ce qui en fait à l'évidence des sédentaires. Ils montrent cependant que les jeunes indiens sont significativement plus gros, alors même que la dépense d'énergie totale et la dépense énergétique de repos ne sont pas différentes entre les deux groupes.

En Suède, l'étude de Bratteby et coll. (1998) portant sur 50 adolescents ne met pas en évidence de relation entre l'augmentation de poids et d'IMC constatée par rapport aux générations précédentes et la plus faible activité physique de l'actuelle génération ; ces auteurs mettent l'accent sur la nécessité d'apprécier parfaitement les apports énergétiques.

Aux tout premiers âges de la vie, Stunkard et coll. (1999) arrivent à la même conclusion en montrant qu'à un an, l'apport d'énergie influence significativement le poids et la composition corporelle de l'enfant, mais ce n'est le cas ni pour l'obésité parentale ni pour la dépense d'énergie totale. Enfin, très récemment, Levine et coll. (1999) ont remis en lumière le concept « d'activité physique non volontaire », le « *fidgiting* » des auteurs anglo-saxons que l'on pourrait traduire par « mouvements spontanés d'agitation », tels que marcher de long en large, croiser, décroiser et balancer les jambes... Ravussin et coll. (1988) avaient montré les premiers l'importance de la dépense énergétique liée à ce type d'activité, par mesure directe en chambre calorimétrique, dépense estimée à 100 à 800 kcal/jour. Cette étude transversale n'apportait pas de renseignement sur l'éventuel rôle de cette activité dans la protection contre la prise de poids. Pour répondre à cette question, Levine et coll. (1999) ont réalisé une mesure de la balance énergétique de 16 volontaires soumis pendant deux mois à un régime excédant de 1 000 kcal/jour les apports énergétiques nécessaires au maintien de leur poids corporel. Le « stockage » d'énergie a varié d'un facteur 1 à 10 suivant les sujets ; il était principalement lié à cette activité dite d'agitation, alors que n'entraient en ligne de compte ni modifications du métabolisme de base, ni modifications de la dépense d'énergie liée à la prise alimentaire. Là encore, ce type d'activité physique échappe aux questionnaires et autres agendas et peut expliquer les différences entre sédentaires « vraiment passifs » ou « agités ».

Un des problèmes qui apparaît à l'analyse des études reliant sédentarité et obésité est le fait qu'elles sont pour la plupart transversales et que les études longitudinales sont rares. Une étude française (Deheeger et coll., 1997) a montré un effet favorable de l'activité physique sur la croissance des enfants. Cette étude a également montré que les enfants plus actifs avaient un meilleur équilibre alimentaire : une proportion plus élevée de glucides et plus faible de lipides. On peut cependant utiliser certaines études menées dans un but autre que celui de l'obésité, comme l'étude Framingham, qui montre que les enfants

ayant une activité physique préscolaire basse, auront à un âge plus avancé un gain beaucoup plus substantiel de tissu adipeux sous-cutané (apprécié par la mesure des plis cutanés) que les enfants plus actifs (Moore et coll., 1995). Plus récemment, Goran et coll. (1998) étudiant pendant 5 ans l'évolution de la dépense énergétique chez des enfants des deux sexes, âgés de 5,5 ans en moyenne, montrent une augmentation permanente de la dépense totale d'énergie avec l'âge chez les garçons, alors que chez les filles, après une augmentation initiale entre 5,5 et 6,5 ans, la dépense énergétique baisse significativement, sans diminution des apports d'énergie. Cette diminution est expliquée par une réduction de 50 % de la dépense liée à l'activité physique. Même si l'échantillon exploré est petit (11 garçons et 11 filles), les résultats mettent en évidence une période à risque chez la jeune fille (Van Mil et coll., 1999). Cependant, si *The Belgian Luxembourg child study II* (1 028 enfants de 6 à 12 ans), étude transversale mise en place pour évaluer les relations entre activité physique et facteurs de risque cardiovasculaire, montre bien une relation entre inactivité et IMC chez le garçon, cette étude, ne met pas en évidence une telle corrélation chez la jeune fille (Guillaume et coll., 1997). Il est à noter que cette étude, menée dans une population essentiellement rurale, remet en cause l'affirmation que la tendance à la sédentarité est un trait essentiellement urbain. Là encore, la télévision semble être la cause de cette évolution. Dans leur analyse descriptive de l'activité physique des adolescents, Pate et coll. (1994) constatent une durée de 3 h/jour (c'est-à-dire 21 h/semaine) passées devant la télévision aux États-Unis et au Canada, et concluent que les adolescents restent assez actifs (les garçons plus que les filles) mais, du fait de leur participation déclinante à des exercices structurés, un grand nombre sont à risque de devenir des adultes sédentaires.

En résumé, de nombreuses études montrent (en dépit de désaccords sur les moyens d'apprécier le niveau d'activité physique des enfants) qu'il semble bien exister une association entre l'augmentation de la prévalence de l'obésité infantile et l'évolution actuelle vers une plus grande sédentarité de cette jeune population. Même si l'attention est actuellement attirée sur la dépense énergétique liée aux mouvements spontanés dits « d'agitation », qui pourraient expliquer les inégalités des individus vis-à-vis de la prise de poids, il n'en reste pas moins que c'est la réduction de l'activité physique au profit de la télévision ou des consoles de jeux vidéo qui semble favoriser le surpoids, en particulier à des moments critiques de la vie, comme la période pré-pubertaire chez la jeune fille. Il semble donc clair en termes de prévention et/ou de traitement de l'obésité infantile qu'il est nécessaire d'agir au niveau de la dépense énergétique liée à l'activité physique.

## Prévention de l'obésité

À l'évidence, l'augmentation récente de l'obésité de l'enfant est liée aux transformations majeures de notre mode de vie depuis la dernière guerre

mondiale. Même s'il est indéniable qu'il existe des susceptibilités individuelles très variables à l'obésité, l'importance des variations documentées depuis les années 1950 montre que l'augmentation de l'adiposité touche une proportion notable des enfants. Il est donc admis de considérer une prévention primaire de l'obésité en population générale. Pour être efficaces, les actions préventives doivent concerner des facteurs dont on sait qu'ils se sont considérablement modifiés dans les cinquante dernières années et qu'ils touchent la majeure partie de la population. Enfin, ces actions doivent être applicables sans risque à l'ensemble des enfants. Dans le domaine de la prévention de l'obésité, la promotion de l'activité physique et d'une alimentation équilibrée moins riche en graisses répond à ces critères. Ce sont ces actions qui ont été pour l'instant les plus utilisées dans les études de prévention de l'obésité en population générale chez l'enfant.

La plupart des études se sont déroulées en milieu scolaire, le plus souvent à l'école primaire pour des raisons de facilité d'implémentation, chez des enfants de 8 ans et plus, qui sont plus accessibles au raisonnement et moins dépendants de leurs parents que les plus jeunes. Le milieu scolaire permet de délivrer l'intervention à l'immense majorité des enfants, même les plus défavorisés. Il offre un contact régulier avec les enfants et l'accès aux parents.

Lorsque l'on fait le bilan des études publiées de prévention en population générale, le premier constat qui s'impose est qu'il existe très peu d'études concernant spécifiquement la prévention de l'obésité de l'enfant. Ceci s'explique par le fait qu'il s'agit d'un phénomène relativement récent, qu'il a fallu un certain temps pour le reconnaître et pour décider que son ampleur était suffisante pour nécessiter une prévention en population générale. Plusieurs études sont en cours, notamment aux États-Unis et en Grande Bretagne et les années qui vont venir vont certainement apporter beaucoup de données précises.

Cependant, en l'absence d'études antérieures de prévention de l'obésité de l'enfant suffisamment nombreuses, à l'heure où, dans notre pays, se dessine une volonté de s'engager dans ce type d'intervention, on peut tirer un certain nombre d'enseignements des études de prévention cardiovasculaire menées chez l'enfant. Ces études étaient centrées sur l'éducation nutritionnelle et la promotion de l'activité physique, qui sont également deux axes majeurs dans la lutte contre l'obésité. Elles ont été réalisées essentiellement en milieu scolaire et ont montré des résultats décevants quant à leur action sur l'indice de masse corporelle ou l'adiposité sous-cutanée mesurée par les plis cutanés.

Dans une revue de neuf études publiées entre 1966 et 1992 (Resnicow, 1993), trois ont retrouvé une diminution significative de l'indice de masse corporelle et deux sur cinq une diminution significative des plis cutanés.

Les études plus récentes ont associé à l'éducation, des interventions portant sur les paramètres psychologiques jugés importants dans le déterminisme des comportements alimentaires et vis-à-vis de l'activité physique. Dans l'étude

CATCH (Edmundson et coll., 1996 ; Luepker et coll., 1996) aux États-Unis, qui est la plus longue (3 ans d'intervention, 4 000 enfants inclus initialement dans une classe équivalente au CE2 en France, randomisation des écoles témoins et intervention), aucune différence significative n'a été observée sur l'indice de masse corporelle ni sur le pli cutané tricipital en fin d'étude (figure 1.2), alors que des modifications des connaissances nutritionnelles, des apports alimentaires et de l'activité physique à l'école ont été documentées (figure 1.3). Une étude australienne portant sur 1 200 enfants de 10-12 ans pendant 1 an (Vandongen et coll., 1995) a permis de comparer l'effet d'une éducation nutritionnelle à l'école ou avec les parents à la maison, d'une éducation sur l'activité physique ou de la combinaison de deux de ces modalités sur le pli cutané tricipital des enfants. Chez les filles comme chez les garçons, la seule modalité qui a entraîné une diminution significative du pli tricipital est l'association de l'éducation nutritionnelle et de l'activité physique à l'école.

On peut envisager plusieurs raisons aux résultats plutôt décevants de ces études dans la prévention cardiovasculaire :

- le but de ces études n'était pas la prévention de l'obésité ;
- les interventions choisies n'étaient pas ou peu efficaces sur le long terme ;
- les outils utilisés pour les évaluer n'étaient pas bons : une intervention visant à diminuer la masse grasse et à augmenter la masse maigre pourrait ne pas entraîner de modification de l'indice de masse corporelle, la mesure des plis cutanés souffre d'une grande variabilité ;
- les modifications d'adiposité induites par la puberté ont rendu difficile la mise en évidence de l'effet des interventions.

La première étude spécifique sur la prévention de l'obésité a été réalisée aux États-Unis (Donnelly et coll., 1996). De taille beaucoup plus modeste que les précédentes études (300 enfants dans les classes équivalentes aux CE2-CM2), elle a permis de montrer dans l'école d'intervention par rapport à l'école

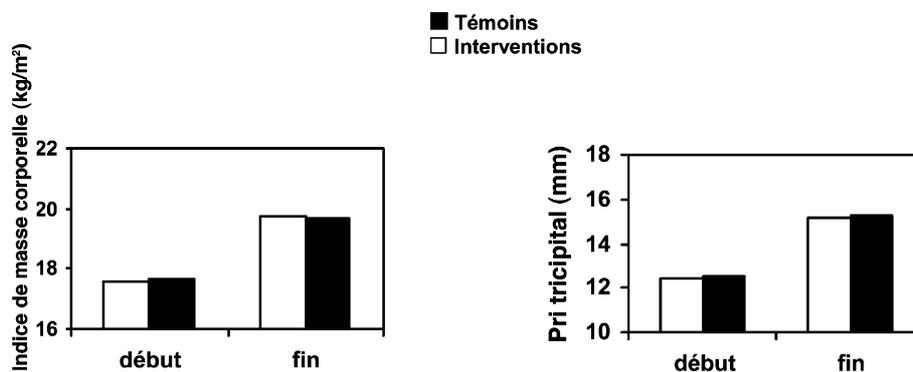
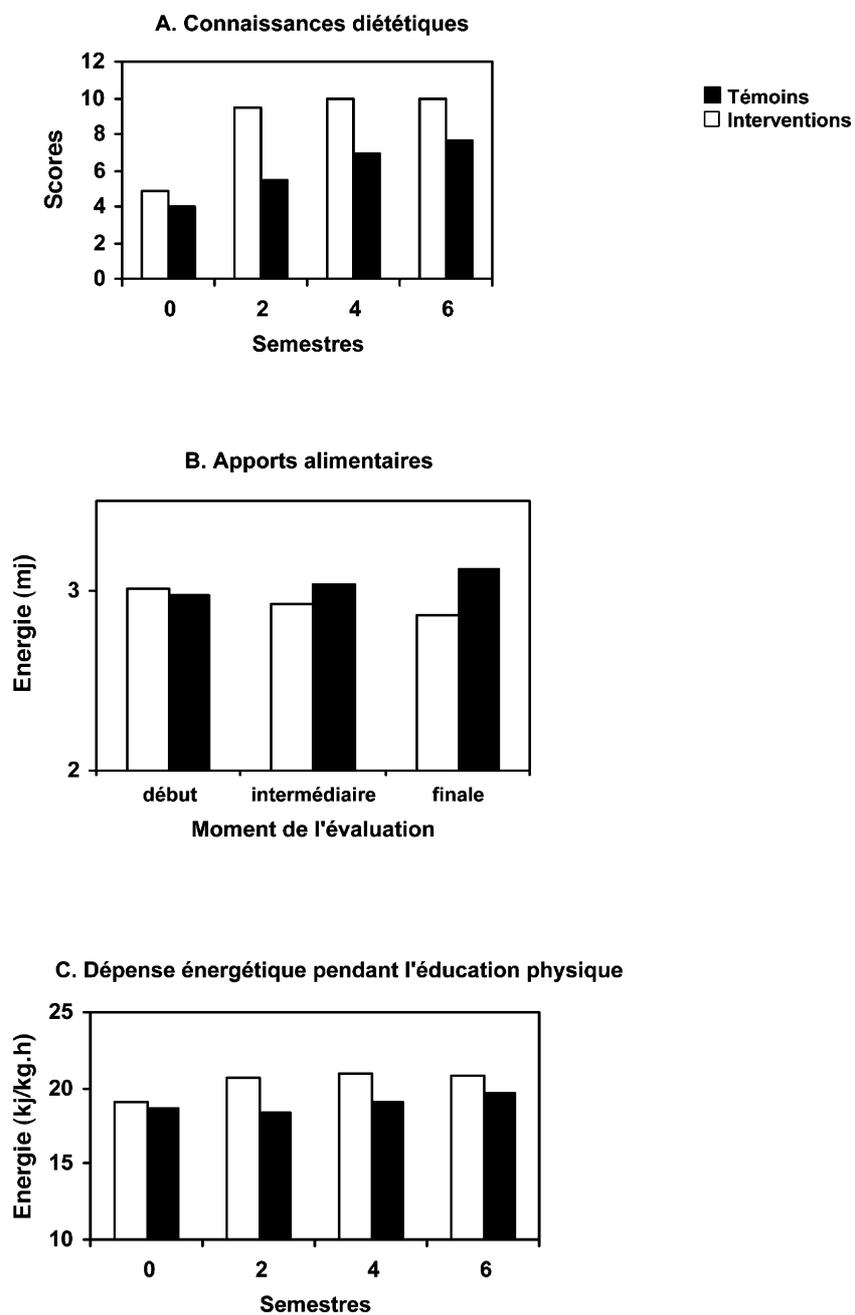


Figure 1.2 : Mesures de l'indice de masse corporelle et du pli cutané tricipital dans l'étude CATCH



20 **Figure 1.3 : Mesures des connaissances nutritionnelles, des apports alimentaires et de l'activité physique à l'école dans l'étude CATCH**

témoin une réduction significative de l'énergie totale et du contenu en graisses des repas servis à l'école, une augmentation significative des connaissances nutritionnelles des enfants, une augmentation significative du temps passé à l'extérieur pendant les cours d'éducation physique, une réduction significative du temps nécessaire aux enfants pour parcourir un mile en courant. Pourtant, la mesure du pourcentage de masse grasse effectuée en fin d'étude uniquement sur une fraction des enfants du fait de sa complexité (hydrodensitométrie) n'a pas permis de mettre en évidence de différence significative entre les enfants des deux groupes. Plus récemment, l'essai anglais APPLES (Sahota et coll., 2001), portant sur 634 enfants dans 10 écoles primaires dans les classes équivalentes aux CE2-CM2, n'a également pas pu retrouver de différence significative sur l'indice de masse corporelle entre les enfants des écoles intervention et témoin, malgré de meilleures connaissances nutritionnelles chez ceux qui avaient bénéficié de l'intervention. Enfin, une troisième étude de prévention de l'obésité doit être signalée car elle a utilisé une approche différente de celle adoptée dans les études précédentes. L'intervention, effectuée par les enseignants, visait uniquement à diminuer le temps passé à regarder la télévision et à jouer aux jeux vidéo (Robinson, 1999). Les parents recevaient une lettre d'information. L'intervention a duré 7 mois chez 106 enfants dans des classes équivalentes aux CE2-CM1 dans une école primaire. En comparaison avec les 121 enfants de mêmes classes d'une autre école de caractéristique similaire, les enfants soumis à l'intervention ont significativement moins augmenté leur indice de masse corporelle et leur pli cutané tricipital.

Citons encore l'étude *Pathways* réalisée aux États-Unis dans le cadre d'une expérience de prévention de l'obésité auprès d'enfants d'origine indienne, dont les taux d'obésité sont supérieurs à la moyenne nationale (Caballero, 2001). L'étude porte sur 41 écoles, soit 1 700 enfants. Le programme d'intervention développé sur 3 années portait sur plusieurs points :

- réduction de l'apport de graisses dans la composition des menus à la cantine ;
- développement de l'activité physique ;
- implication des familles dans les modifications des habitudes alimentaires.

Les mesures réalisées concernaient le pourcentage de graisse corporelle, l'analyse des menus, l'activité physique et les connaissances des comportements et habitudes alimentaires. Les résultats du programme montrent une diminution du pourcentage de calories provenant des graisses au petit déjeuner et au déjeuner, une évolution des connaissances, mais pas d'effet significatif sur le pourcentage de graisse corporelle et l'activité physique. Les auteurs précisent que c'est seulement au cours de la troisième année, lorsque le programme est bien établi, que des effets ont pu être décelés.

Un programme de promotion de l'activité physique et d'information sur les bénéfices de l'activité physique a été conduit au Brésil (*Agita São Paulo program*) et a servi de support à la journée mondiale de la santé OMS de 2002.

Ce programme s'intéresse à plusieurs groupes de population (enfants, adolescents, personnes âgées, personnes actives) et mobilise des relais éducatifs et communautaires. La communication a mis en avant les bénéfices de l'activité physique sur la santé physique mais aussi son impact psychologique et éducatif sur la prévention de la consommation de substances psychoactives, des troubles du comportements et sur le développement de l'estime de soi. On observe une augmentation du temps consacré à l'exercice physique chez les adolescents participant au programme (Matsudo et coll., 2002).

**En conclusion**, ce bilan permet de dire qu'il est possible de modifier, par des interventions en milieu scolaire, les connaissances nutritionnelles des enfants, l'alimentation à l'école ainsi que l'activité physique et la sédentarité des enfants. La prévention de l'obésité de l'enfant devra reposer sur ces trois axes. D'ores et déjà, il est évident que le maintien à long terme de l'effet de ces interventions sera le problème crucial. Il est illusoire de penser que l'école peut à elle seule résoudre le problème de l'obésité de l'enfant. C'est certainement le message principal des études qui ont été présentées. L'obésité de l'enfant est apparue comme une conséquence de transformations profondes des modes de vie, elles-mêmes déterminées par le monde des adultes. Une réponse efficace et durable ne pourra être apportée sans une implication globale des adultes (éducateurs, parents, professionnels de santé, décideurs, médias...). Elle est indispensable pour engager les adaptations structurelles nécessaires afin qu'adultes et enfants s'alimentent plus sainement et mènent une vie plus active.

Un dernier point mérite d'être souligné. Les modifications des modes de vie semblent avoir affecté les enfants plus rapidement que les adultes puisque les données dont nous disposons chez les adultes français ne montrent une augmentation manifeste de l'obésité que depuis le début des années 1990 (Maillard et coll., 1999). Il est donc possible qu'il existe des facteurs non encore identifiés qui favorisent spécifiquement l'obésité de l'enfant, probablement pendant les périodes prénatales et post-natales précoces. C'est une nouvelle voie de recherche qui s'ouvre, avec des conséquences potentielles dans le domaine de la prévention.

## BIBLIOGRAPHIE

AFERO-ALFEDIAM-SNDLF. Recommandations pour le diagnostic, la prévention et le traitement de l'obésité. *Diabetes Metab* 1998, **24** : 5-9

ASTRUP A. Macronutrient balances and obesity : the role of diet and physical activity. *Public Health Nutr* 1999, **2** : 341-347

BANDINI LG, VU D, MUST A, CYR H, GOLDBERG A, DIETZ WH. Comparison of high-calorie, low-nutrient-dense food consumption among obese and non-obese adolescents. *Obes Res* 1999, **7** : 438-443

- BASDEVANT A. Analyse clinique du comportement alimentaire. *Rev Prat* 2000, **50** : 484-488
- BASDEVANT A, LAVILLE M, ZIEGLER O. Guide pratique pour le diagnostic, la prévention, le traitement des obésités en France. *Diabetes Metab* 1998, **24** : 10-42
- BELLISLE F. Le comportement alimentaire humain. Approche scientifique. Institut Danone, Bruxelles, 1999
- BELLISLE F, ROLLAND-CACHERA MF, DEHEEGER M, GUILLOUD-BATAILLE M. Obesity and food intake in children : evidence for a role of metabolic and/or behavioral daily rhythms. *Appetite* 1988, **11** : 111-118
- BELLISLE F, LOUIS-SYLVESTRE J, LINET N, ROCABOY B, DALLE B et coll. Anxiety and food intake in men. *Psychosom Med* 1990, **52** : 452-457
- BELLISLE F, MCDEVITT R, PRENTICE AM. Meal frequency and energy balance. *Br J Nutr* 1997, **77** : S57-S70
- BELLISLE F, BLUNDELL JE, DYE L, FANTINO M, FERN E et coll. Functional food science and behaviour and psychological functions. *Br J Nutr* 1998, **80** : S173-S193
- BERGMANN KE, BERGMANN RL, VON KRIES R, BOHM O, RICHTER R et coll. Early determinants of childhood overweight and adiposity in a birth cohort study : role of breast-feeding. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2003, **27** : 162-172
- BIRCH LL. Children's preferences for high-fat foods. *Nutr Rev* 1992, **50** : 249-255
- BIRCH LL. Development of food acceptance patterns in the first years of life. *Proc Nutr Soc* 1998a, **57** : 617-624
- BIRCH LL. Psychological influences on the childhood diet. *J Nutr* 1998b, **128** : 407S-410S
- BIRCH LL. Development of food preferences. *Annu Rev Nutr* 1999, **19** : 41-62
- BIRCH LL, DEYSHER M. Caloric compensation and sensory specific satiety : evidence for self regulation of food intake by young children. *Appetite* 1986, **7** : 323-331
- BIRCH LL, FISHER JO. Development of eating behaviors among children and adolescents. *Pediatrics* 1998, **101** : 539-548
- BIRCH LL, JOHNSON SL, ANDRESEN G, PETERS JC, SCHULTE MC. The variability of young children's energy intake. *N Engl J Med* 1991, **324** : 232-235
- BIRCH LL, MCPHEE LS, BRYANT JL, JOHNSON SL. Children's lunch intake : effects of midmorning snacks varying in energy density and fat content. *Appetite* 1993, **20** : 83-94
- BRAET C, IPEMA J. Conflicts in adolescence : is there a relationship between emotional eating and emotional instability in obese youngsters ? *Int J Adolesc Med Health* 1997, **9** : 123-133
- BRAET C, VAN STRIEN T. Assessment of emotional, externally induced and restrained eating behaviour in nine to twelve-year-old obese and non-obese children. *Behav Res Ther* 1997, **35** : 863-873

BRATTEBY LE, SANDHAGEN B, FAN H, ENGHARDT H, SAMUELSON G. Total energy expenditure and physical activity as assessed by the doubly labeled water method in Swedish adolescents in whom energy intake was underestimated by 7-d diet records. *Am J Clin Nutr* 1998, **67** : 905-911

CABALLERO B. Expérience unique de prévention de l'obésité infantile aux États-Unis : l'étude Pathways. In : La prévention de l'obésité infantile, de la recherche à l'action. Les éditions Inserm, Paris 2001 : 39-49

CANALS J, CARBAJO G, FERNANDEZ J, MARTI-HENNEBERG C, DOMENECH E. Biopsychopathologic risk profile of adolescents with eating disorder symptoms. *Adolescence* 1996, **31** : 443-450

COLE TJ, BELLIZZI MC, FLEGAL KM, DIETZ WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide : international survey. *BMJ* 2000, **320** : 1240-1243

CUTTING TM, FISHER JO, GRIMM-THOMAS K, BIRCH LL. Like mother, like daughter : familial patterns of overweight are mediated by mothers' dietary disinhibition. *Am J Clin Nutr* 1999, **69** : 608-613

DAVIES PS, GREGORY J, WHITE A. Physical activity and body fatness in pre-school children. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1995, **19** : 6-10

DEBRY G. Glucides à saveur sucrée, édulcorants et santé. Volume 1 : Sucres et santé. John Libbey Eurotext, Paris 1996

DEHEEGER M, ROLLAND-CACHERA MF, LABADIE MD, ROSSIGNOL C. Évolution du petit déjeuner avec l'âge chez les mêmes enfants aux âges de 4 ans, 6 ans et 8 ans. *Informations Diététiques* 1993 ; **3** : 8-13

DEHEEGER M, AKROUT M, BELLISLE F, ROSSIGNOL C, ROLLAND-CACHERA MF. Individual patterns of food intake development in children : a 10 months to 8 years of age follow-up study of nutrition and growth. *Physiol Behav* 1996, **59** : 403-407

DEHEEGER M, ROLLAND-CACHERA MF, FONTVIEILLE AM. Physical activity and body composition in 10 year old french children : linkages with nutritional intake ? *Int J Obes Relat Metab Disord* 1997, **21** : 372-379

DRABMAN RS, CORDUA GD, HAMMER D, JARVIE GJ, HORTON W. Developmental trends in eating rates of normal and overweight preschool children. *Child Dev* 1979, **50** : 211-216

DONNELLY JE, JACOBSEN DJ, WHATLEY JE, HILL JO, SWIFT LL et coll. Nutrition and physical activity program to attenuate obesity and promote physical and metabolic fitness in elementary school children. *Obes Res* 1996, **4** : 229-243

EDMUNDSON E, PARCEL GS, FELDMAN HA, ELDER J, PERRY CL et coll. The effects of the Child and Adolescent Trial for Cardiovascular Health upon psychosocial determinants of diet and physical activity behavior. *Prev Med* 1996, **25** : 442-454

FABRY P. Significance of meal frequency in man. *N Y State J Med* 1970, **70** : 668-670

FABRY P, TEPPERMAN J. Meal frequency - a possible factor in human pathology. *Am J Clin Nutr* 1970, **23** : 1059-68

FAITH MS, JOHNSON SL, ALLISON DB. Putting the behavior into the behavior genetics of obesity. *Behav Genet* 1997, **27** : 423-439

- FISHER JO, BIRCH LL. Fat preferences and fat consumption of 3- to 5-year-old children are related to parental adiposity. *J Am Diet Assoc* 1995, **95** : 759-764
- FISHER JO, BIRCH LL. Restricting access to foods and children's eating. *Appetite* 1999, **32** : 405-419
- FOMON SJ, ZIEGLER EE, NELSON SE, EDWARDS BB. Sweetness of diet and food consumption by infants. *Proc Soc Exp Biol Med* 1983, **173** : 190-193
- GOLAY A, BOBBIONI E. The role of dietary fat in obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1997, **21** (suppl.3) : S2-S11
- GORAN MI, GOWER BA, NAGY TR, JOHNSON RK. Developmental changes in energy expenditure and physical activity in children : evidence for a decline in physical activity in girls before puberty. *Pediatrics* 1998, **101** : 887-891
- GUILLAUME M, LAPIDUS L, BJORNTORP P, LAMBERT A. Physical activity, obesity, and cardiovascular risk factors in children. The Belgian Luxembourg Child Study II. *Obes Res* 1997, **5** : 549-556
- GUY-GRAND B, LE BARZIC M. Les trois fonctions du comportement alimentaire (nutritionnelle, symbolique et sociale). *Rev Prat* 2000, **50** : 480-483
- HILL AJ, OLIVER S, ROGERS PJ. Eating in the adult world : the rise of dieting in childhood and adolescence. *Br J Clin Psychol* 1992, **31** : 95-105
- HILL AJ, DRAPER E, STACK J. A weight on children's minds : body shape dissatisfactions at 9-years old. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1994, **18** : 383-389
- INSERM. Obésité. Dépistage et prévention chez l'enfant. Expertise collective Inserm. Les éditions Inserm, Paris 2000 : 325 p
- JEQUIER E, TAPPY L. Regulation of body weight in humans. *Physiol Rev* 1999, **79** : 451-480
- JOHNSON SL, BIRCH LL. Parents' and children's adiposity and eating style. *Pediatrics* 1994, **94** : 653-661
- JOHNSON SL, MCPHEE L, BIRCH LL. Conditioned preferences : young children prefer flavors associated with high dietary fat. *Physiol Behav* 1991, **50** : 1245-1251
- JOINT WORKING GROUP OF THE CANADIAN PAEDIATRIC SOCIETY AND HEALTH CANADA. Nutrition recommendations update : dietary fats and children. *Nutr Rev* 1995, **53** : 367-375
- KENNEDY E, GOLDBERG J. What are American children eating ? Implications for public policy. *Nutr Rev* 1995, **53** : 111-126
- KOLETZKO B. Response to and range of acceptable fat intakes in infants and children. *Eur J Clin Nutr* 1999, **53** : S78-S83
- LEVINE JA, EBERHARDT NL, JENSEN MD. Role of nonexercise activity thermogenesis in resistance to fat gain in humans. *Science* 1999, **283** : 212-214
- LOUIS-SYLVESTRE J. Le petit déjeuner actuel des Français : trois enquêtes récentes. *Cah Nutr Diet* 1997, **32** (suppl 1) : 1S23-1S31

LUEPKER RV, PERRY CL, MCKINLAY SM, NADER PR, PARCEL GS et coll. Outcomes of a field trial to improve children's dietary patterns and physical activity. The Child and Adolescent Trial for Cardiovascular Health. CATCH collaborative group. *JAMA* 1996, **275** : 768-776

MACHINOT S, MIMOUNI M, LESTRADET H. L'alimentation spontanée de l'enfant obèse au moment de la première consultation.. *Cah Nutr Diet* 1975, **1** : 45-46

MAFFEIS C. Childhood obesity : the genetic-environmental interface. *Bailliere's Clin Endocrinol Metab* 1999, **13** : 31-46

MAFFEIS C, ZAFFANELLO M, SCHUTZ Y. Relationship between physical inactivity and adiposity in prepubertal boys [published erratum appears in *J Pediatr* 1998 Apr ;132(4) : 747]. *J Pediatr* 1997, **131** : 288-292

MAILLARD G, CHARLES MA, THIBAUT N, FORHAN A, SERMET C et coll. Trends in the prevalence of obesity in the French adult population between 1980 and 1991. *J Obes Relat Metab Disord* 1999, **23** : 389-394

MATSUDO V, MATSUDO S, ANDRADE D, ARAUJO T, ANDRADE E et coll. Promotion of physical activity in a developing country : the Agita São Paulo experience. *Public Health Nutr* 2002, **5** (1A) : 253-261

MELA D, RITSON C, KUZNESOF S. Aetiology of obesity X : Food choice, food policy and eating patterns. In : Obesity. The report of the British Nutrition Foundation Task Force. BRITISH NUTRITION FOUNDATION, ed, Blackwell Science, Oxford 1999 : 101-115

MELLBIN T, VUILLE JC. Rapidly developing overweight in school children as an indicator of psychosocial stress. *Acta Paediatr Scand* 1989a, **78** : 568-575

MELLBIN T, VUILLE JC. Further evidence of an association between psychosocial problems and increase in relative weight between 7 and 10 years of age. *Acta Paediatr Scand* 1989b, **78** : 576-580

MICHAELSEN KF, JORGENSEN MH. Dietary fat content and energy density during infancy and childhood ; the effect on energy intake and growth. *Eur J Clin Nutr* 1995, **49** : 467-483

MOORE LL, NGUYEN US, ROTHMAN KJ, CUPPLES LA, ELLISON RC. Preschool physical activity level and change in body fatness in young children. The Framingham Children's Study. *Am J Epidemiol* 1995, **142** : 982-988

MORGAN KJ, ZABIK ME, LEVEILLE GA. The role of breakfast in nutrient intake of 5- to 12-year-old children. *Am J Clin Nutr* 1981, **34** : 1418-1427

NEUMARK-SZTAINER D, STORY M, DIXON LB, MURRAY DM. Adolescents engaging in unhealthy weight control behaviors : are they at risk for other health-compromising behaviors ? *Am J Public Health* 1998, **88** : 952-955

OLIVERIA SA, ELLISON RC, MOORE LL, GILLMAN MW, GARRAHIE EJ et coll. Parent-child relationships in nutrient intake : the Framingham Children's Study. *Am J Clin Nutr* 1992, **56** : 593-598

PATE RP, LONG BJ, HEATH G. Descriptive epidemiology of physical activity in adolescents. *Paediatr Exerc Sci* 1994, **6** : 434-437

PINE DS, COHEN P, BROOK J, COPLAN JD. Psychiatric symptoms in adolescence as predictors of obesity in early adulthood : a longitudinal study. *Am J Public Health* 1997, **87** : 1303-1310

PIRKE KM, LAESSLE RG. Restrained eating. In : Obesity : theory and therapy. STUNKARD AJ, WADDEN TA eds, Raven Press, New York 1993 : 151-162

PREZIOSI P, GALAN P, YACOUB N, KARA G, DEHEEGER M, HERCBERG S. La consommation du petit déjeuner dans l'étude du Val de Marne. 1. Type, fréquence et ration moyenne des principaux aliments consommés. *Cah Nutr Diet* 1996, **31** (Suppl. 1) : 2-8

PREZIOSI P, GALAN P, DEHEEGER M, YACOUB N, DREWNOWSKI A, HERCBERG S. Breakfast type, daily nutrient intakes and vitamin and mineral status of French children, adolescents and adults. *J Am Coll Nutr* 1999, **18** : 171-178

RAVUSSIN E, LILLIOJA S, KNOWLER WC, CHRISTIN L, FREYMOND D et coll. Reduced rate of energy expenditure as a risk factor for body-weight gain. *N Engl J Med* 1988, **318** : 467-472

REED DR, BACHMANOV AA, BEAUCHAMP GK, TORDOFF MG, PRICE RA. Heritable variation in food preferences and their contribution to obesity. *Behav Genet* 1997, **27** : 373-387

RESNICOW K. School-based obesity prevention : population versus high-risk interventions. In : Prevention and treatment of childhood obesity. WILLIAMS C, KIMM S eds, 1993 : 154-166

ROBINSON TN. Reducing children's television viewing to prevent obesity : a randomized controlled trial. *JAMA* 1999, **282** : 1561-1567

ROLLAND-CACHERA MF. Obesity among adolescents : evidence for the importance of early nutrition. In : Human Growth in context. JOHNSTON FE, ZEMEL B, EVELETH PB eds, Smith Gordon London UK 1999 : 245-258

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, CASTETBON K, ARNAULT N, BELLISLE F, ROMANO MC et coll. Body mass index in 7 to 9 year-old French children : frequency of obesity, overweight and thinness. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2002, **26** : 1610-1616

ROLLAND-CACHERA MF, THIBAUT H. Définition et évolution de l'obésité infantile. *J Pédiatr Puériculture* 2002, **15** : 448-453

ROSMOND R, LAPIDUS L, MARIN P, BJORNTORP P. Mental distress, obesity and body fat distribution in middle-aged men. *Obes Res* 1996, **4** : 245-252

ROSMOND R, DALLMAN MF, BJORNTORP P. Stress-related cortisol secretion in men : relationships with abdominal obesity and endocrine, metabolic and hemodynamic abnormalities. *J Clin Endocrinol Metab* 1998, **83** : 1853-1859

RUDERMAN AJ. Obesity, anxiety, and food consumption. *Addict Behav* 1983, **8** : 235-242

- SAHOTA P, RUDOLF MC, DIXEY R, HILL AJ, BARTH JH, CADE J. Randomised controlled trial of primary school based intervention to reduce risk factors for obesity. *BMJ* 2001, **323** : 1029-1032
- SALBE AD, FONTVIEILLE AM, HARPER IT, RAVUSSIN E. Low levels of physical activity in 5-year-old children. *J Pediatr* 1997, **131** : 423-429
- SPEECHLY DP, ROGERS GG, BUFFENSTEIN R. Acute appetite reduction associated with an increased frequency of eating in obese males. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1999, **23** : 1151-1159
- STORY M. School-based approaches for preventing and treating obesity. *Int J Obes* 1999, **23** (Suppl. 2) : S43-S51.
- STUNKARD AJ, BERKOWITZ RI, STALLINGS VA, SCHOELLER DA. Energy intake, not energy output, is a determinant of body size in infants. *Am J Clin Nutr* 1999, **69** : 524-530
- VANDONGEN R, JENNER DA, THOMPSON C, TAGGART AC, SPICKETT EE et coll. A controlled evaluation of a fitness and nutrition intervention program on cardiovascular health in 10- to 12-year-old children. *Prev Med* 1995, **24** : 9-22
- VAN MIL E, GORIS AHC, WESTERTERP KR. Physical activity and the prevention of childhood obesity-Europe versus the United States. *Int J Obes* 1999, **23** : S41-S44
- VAUTHIER JM, LLUCH A, LECOMTE E, ARTUR Y, HERBETH B. Family resemblance in energy and macronutrient intakes : the Stanislas Family Study. *Int J Epidemiol* 1996, **25** : 1030-1037
- VON KRIES R, KOLETZKO B, SAUERWALD T, VON MUTIUS E, BARNET D et coll. Breast feeding and obesity : cross sectional study. *BMJ* 1999, **319** : 147-150
- VON KRIES R, KOLETZKO B, SAUERWALD T, VON MUTIUS E. Does breast-feeding protect against childhood obesity ? *Adv Exp Med Biol* 2000, **478** : 29-39
- WARDLE J. Aetiology of obesity VIII : Psychological factors. In : Obesity. The report of the British Nutrition Foundation Task Force. BRITISH NUTRITION FOUNDATION ed, Blackwell Science, Oxford 1999 : 83-90
- ZIEGLER O. Le comportement alimentaire et ses désordres : pour la pratique. *Rev Prat* 2000, **50** : 521-525
- ZIEGLER O, DEBRY G. Traitement des obésités primitives. In : Encyclopédie Médicale et Chirurgicale, Éditions Elsevier, Paris 1997 : 10-506-H-10