

**MORPHOLOGIE ET
ALIMENTATION DE L'ENFANT :
ÉVOLUTION AU COURS
DES DERNIÈRES DÉCENNIES**

Marie-Françoise Rolland-Cachera

Résumé

La croissance est une période privilégiée pour rechercher l'influence des facteurs d'environnement sur la composition corporelle et les facteurs de risques de pathologies ultérieures, car de nombreux paramètres peuvent être étudiés. Depuis de nombreuses années, la science de l'anthropométrie a contribué à de grandes avancées scientifiques. L'examen de l'évolution au cours des dernières décennies de la nutrition d'une part et des paramètres de croissance d'autre part devrait permettre de mieux comprendre ces tendances et d'en évaluer les conséquences. A partir d'enquêtes comportant des données nutritionnelles et des mesures anthropométriques que nous avons réalisées à différentes périodes, nous avons pu étudier les changements au cours du temps. Par ailleurs, nous avons développé différents indicateurs de la croissance : les courbes de corpulence, le rebond d'adiposité et les surfaces musculaires et graisseuses brachiales.

Une augmentation de la taille au cours des dernières décennies est observée dans la plupart des pays industrialisés. Nous retrouvons cette tendance dans nos enquêtes. Dans l'étude sur la prévalence de l'obésité en France, à l'âge de 8 ans, la taille moyenne était de 1,31 m chez les garçons et 1,30 m chez les filles en 2000. Selon les références françaises vers 1960, elle était de 1,27 et 1,26 m, soit une augmentation de 4 cm chez les garçons comme chez les filles en 40 ans. Les deux études longitudinales réalisées à 30 ans d'intervalle montrent que l'augmentation de la taille relevée à l'âge de 18 ans est la conséquence d'une avance staturale gagnée dès les premières années de vie et que cette augmentation s'explique uniquement par l'allongement des jambes. Les différentes données relevées dans nos enquêtes ne mettent pas en évidence de tendances concernant le poids moyen de naissance selon les époques. Plus tard par contre, on relève une augmentation du poids. Défini par le 97^{ème} percentile des courbes de corpulence françaises, la fréquence du surpoids est passée d'environ 3% en 1965 à 6% en 1980, 12% en 1995 et 16% en 2000 chez les enfants de 5 à 12 ans. L'âge du rebond d'adiposité est passé de 6,2 ans chez les enfants nés en 1955 à 5,6 ans chez les enfants nés en 1985 reflétant une accélération de la croissance.

Alors que les enfants sont de plus en plus grands, de plus en plus gros et ont une croissance accélérée, les apports énergétiques diminuent dans le temps, en particulier les apports lipidiques. L'alimentation du jeune enfant (6-12 mois) se caractérise par des apports très élevés en protéines et à teneur faible en lipides. Les apports élevés en protéines pourraient expliquer l'accélération des processus de croissance au début de la vie. De nombreux travaux convergent actuellement vers la conclusion qu'une croissance accélérée au début de la vie serait un facteur de risque d'obésité et de diverses pathologies à l'âge adulte. L'obésité de l'enfant est associée, comme chez l'adulte, à de nombreux risques pathologiques.

En conclusion, la croissance est la période de la vie où s'impriment les influences de l'environnement qui se répercutent à l'âge adulte. Les tendances séculaires observées dans de nombreux pays, telles que l'augmentation de la taille, l'accélération de la croissance ou l'augmentation du nombre d'obèses, auraient pour origine la modification des facteurs d'environnement au début de la vie. Il semble donc important de poursuivre et développer la recherche sur l'environnement du jeune enfant et sur ses conséquences sur la santé de l'adulte.

Introduction

Les dix dernières années ont vu l'orientation des recherches sur les maladies chroniques se déplacer du cas de l'adulte à celui du jeune enfant. Cela s'explique par les études de plus en plus nombreuses mettant en évidence des relations entre des caractéristiques de la croissance au début de la vie et le risque de développer ultérieurement diverses pathologies. Ces observations renforcent le concept selon lequel les facteurs agissant au début de la vie pourraient laisser une « empreinte » persistante. Enfin, la recherche étudiant l'impact de l'environnement sur les mesures corporelles est certainement plus riche d'informations chez l'enfant que chez l'adulte, chez qui la majorité des paramètres corporels sont fixés. Ce ne seront plus alors que la masse grasse et sa répartition qui seront influencées par le mode de vie. Très rapidement ces dernières années, l'environnement a changé. De même, également rapidement, la morphologie des enfants a changé.

L'examen de l'évolution au cours des dernières décennies de la nutrition d'une part et des paramètres de croissance d'autre part devrait permettre de mieux comprendre ces tendances et d'en évaluer les conséquences.

Rappels sémantiques

L'étude de la croissance est une science précise, analysée aussi bien par des biologistes que par des mathématiciens. Elle utilise une sémantique rigoureuse (1,2,3). Le terme croissance se distingue du développement et de la maturation. La *croissance* est analysable en terme d'agrandissement (taille, poids). Le *développement* est le processus de transformations quantitatives ou qualitatives qui partent d'un état immature indifférencié pour atteindre l'état mature hautement spécialisé. La *maturation* est l'ensemble des changements survenant depuis la conception jusqu'à l'âge adulte, âge auquel la maturité est atteinte. Il peut s'agir de données d'évidence (apparition des caractères sexuels secondaires, stade de la marche) ou le résultat d'explorations cliniques, radiologiques, biologiques ou psychologiques.

Le terme *anthropométrie* a été utilisé pour la première fois par Elsholtz (1623-88). La signification qu'il donna à ce terme était « mesure de l'homme ». Il appela « anthropometron » une sorte de toise inspirée de l'instrument utilisé deux siècles auparavant par le sculpteur Léon Batista Alberti pour mesurer les proportions de ses statues.

En 1903, Paul Godin dans un essai intitulé « Recherches anthropométriques sur la croissance des diverses parties du corps » nomme *Auxologie* la science métrique de la croissance et plus précisément l'« étude de la croissance suivie chez les mêmes sujets pendant de nombreux semestres successifs par un grand nombre de mesures ». Ce terme provient du champ de la botanique (auxines). Dès la fin du 19^{ème} siècle, Franz Boas fut le premier à noter que tout au long de leur croissance, les sujets pouvaient suivre des itinéraires très éloignés les uns des autres avant d'atteindre à la maturité des tailles identiques. Il introduisit le concept d'âge physiologique et proposa l'expression *tempo* de la croissance pour décrire les sujets ayant une maturation lente ou rapide.

Approches statistiques au 19^{ème} siècle

En 1835, Lambert Adolphe Quételet, né à Gand en Belgique, publia la première étude statistique complète sur la croissance du poids et de la taille des enfants. Il est le premier à utiliser le concept de courbe *normale* actuellement appelée communément *distribution normale* ou courbe en *cloche* pour décrire la distribution des mesures de croissance. Il est aussi connu pour avoir proposé en 1870 dans un document intitulé « Anthropométrie ou mesures des différentes facultés de l'homme » l'indice de corpulence poids/taille² appelé indice de Quételet.

Galton (1822-1911) fit de nouveaux apports à la statistique tels que les analyses de corrélations, montrant « l'héritabilité » de la taille. Présentant un schéma de la dispersion des tailles, il fut le premier à utiliser les *percentiles* permettant d'étudier un individu par rapport à un groupe de personnes.

Les études de croissance

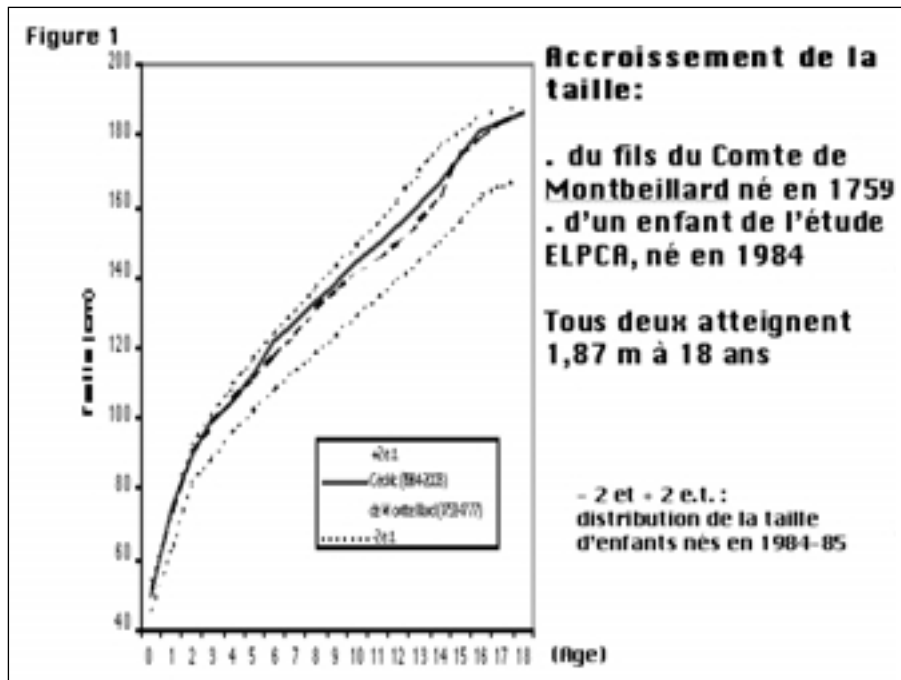
Dès le 17^{ème} siècle sont apparues des études sur la croissance. Elles furent réalisées à partir de données recueillies chez des hommes recrutés dans l'armée. Les mesures des recrues de la Marine Marchande et de la Marine Royale d'Angleterre relevées pendant plusieurs décades depuis 1786 permirent d'évaluer les variations séculaires de la taille.

Très tôt il apparut que l'étude de la croissance devait se faire à partir d'études longitudinales.

Bien connu pour ses nombreux travaux, en particulier la publication de l'Histoire naturelle en 15 volumes, Georges-Louis Leclerc de Buffon réalisa des études sur la croissance de l'enfant. Il persuada l'un de ses assistants, le Comte Philibert Guéneau de Montbeillard, de mesurer la taille de son fils tous les six mois depuis l'année de sa naissance en 1759 jusqu'à l'âge adulte. Ce fut la première étude longitudinale jamais réalisée. Elle fut publiée en 1777 dans un supplément de la grande « Histoire naturelle ». Ces données exprimées en unités anciennes ont été reconverties en cm par Richard Scammon en 1927.

Figure 1, nous avons reporté ces valeurs sur une distribution de la taille d'enfants français nés en 1984-5 (4) et avons ajouté la courbe d'un enfant de cette cohorte, qui comme le fils du Comte de Montbeillard, atteignait la taille de 1,87 m à 18 ans. Ces deux cas illustrent bien le tempo de la croissance, plus lent chez le fils du Comte de Montbeillard, plus rapide chez Cédric né environ un quart de millénaire plus tard.

Il y eu deux périodes dans la réalisation des grandes études longitudinales. La première aux EU au début du 20^{ème} siècle et la seconde en Europe au milieu du 20^{ème} siècle. Chaque étude a ses caractéristiques. L'étude du Centre de recherche du Bien-être de l'Enfant de l'Université de l'Iowa dirigée par Baldwin et plus tard par Meredith débutée en 1917 s'intéressa à la relation entre performances scolaires, taille, poids et capacité vitale. A partir de l'étude de croissance d'Harvard, Shuttleworth proposa de nouvelles méthodes statistiques pour analyser les données longitudinales publiées en 1937, celles-ci étant toujours utilisées actuellement. D'autres études utilisèrent les rayons-X, ce qui permit d'établir les Atlas de la maturation. La plus longue étude réalisée aux EU a débuté en 1929 au Fels Research Institute. C'est à partir des données de cette étude qu'a été confirmée en 1991 (5) la relation entre l'âge au nadir de la courbe de corpulence (le rebond d'adiposité) et l'adiposité à l'âge adulte que nous avons décrite en 1984 à partir des données de l'échantillon français de l'étude longitudinale internationale de la croissance (6).



Vers 1950, le Centre International de l'Enfance (CIE) dirigé par Nathalie Masse a coordonné une étude qui sera réalisée dans 7 pays. Tous suivirent le même protocole. La partie française de l'étude internationale du CIE réalisée par le Pr M Sempé et ses collaborateurs (1) a permis d'établir les courbes de référence françaises de la croissance. D'autres importantes études longitudinales ont été réalisées en Europe, en particulier en Suède, Finlande, Tchécoslovaquie, Pologne, Hongrie et Ecosse.

Bien que certaines de ces études comportaient des éléments du comportement, la principale orientation était médicale. Elles comportaient un grand nombre de mesures anthropométriques et de la maturation sexuelle et squelettique. En 1984-5, soit 30 ans après le début de l'étude longitudinale internationale de la croissance du CIE, nous avons entrepris une étude longitudinale sur la croissance et l'alimentation d'enfants parisiens (ELPCA) (4,7). Les particularités de cette étude sont sa durée (le prochain examen aura lieu en 2004 lorsque les sujets de l'étude suivis depuis l'âge de 10 mois auront 20 ans), ainsi que l'inclusion dans cette étude de données alimentaires (depuis l'âge de 10 mois) et d'activité physique (depuis l'âge de 10 ans). Ce type d'information dans un long suivi longitudinal est exceptionnel.

Le mode de recrutement et le protocole des deux études longitudinales françaises (CIE et ELPCA) étant voisins, il a été possible de comparer les processus de croissance d'enfants nés à 30 ans d'intervalle.

Présentation de nos études

Les études que nous avons soit réalisées, soit analysées, concernent des enfants de diverses tranches d'âges (8). Trois études transversales ont été réalisées entre 1973 et 2000. L'une concernait des enfants âgés de 1 à 3 ans, l'autre des enfants âgés de 7 à 12 ans. Une étude réalisée en 2000 afin d'évaluer la prévalence de l'obésité infantile en France concernait des enfants âgés de 7 à 9 ans (9).

Enfin nous avons réalisé une étude longitudinale Nutrition Croissance (ELPCA) et analysé les données de l'échantillon français de l'étude longitudinale internationale de la croissance (CIE), l'une et l'autre évoquées ci-dessus.

A l'exception de l'enquête sur la prévalence de l'obésité, et de l'étude internationale de la croissance, les autres études comportaient des informations sur l'alimentation. Ces études ont abouti à divers résultats (8), en particulier sur l'analyse des comparaisons « within » et « between populations » concernant l'alimentation, l'obésité et les classes sociales. L'étude longitudinale a permis de mieux connaître l'alimentation des enfants à différents âges et de mettre en évidence une relation entre excès d'apports protéiques au début de la vie et rebond d'adiposité précoce, suscitant actuellement de nombreuses recherches sur ce thème. Elle a montré également l'effet bénéfique de l'activité physique sur la composition corporelle et l'équilibre alimentaire.

Les indicateurs anthropométriques

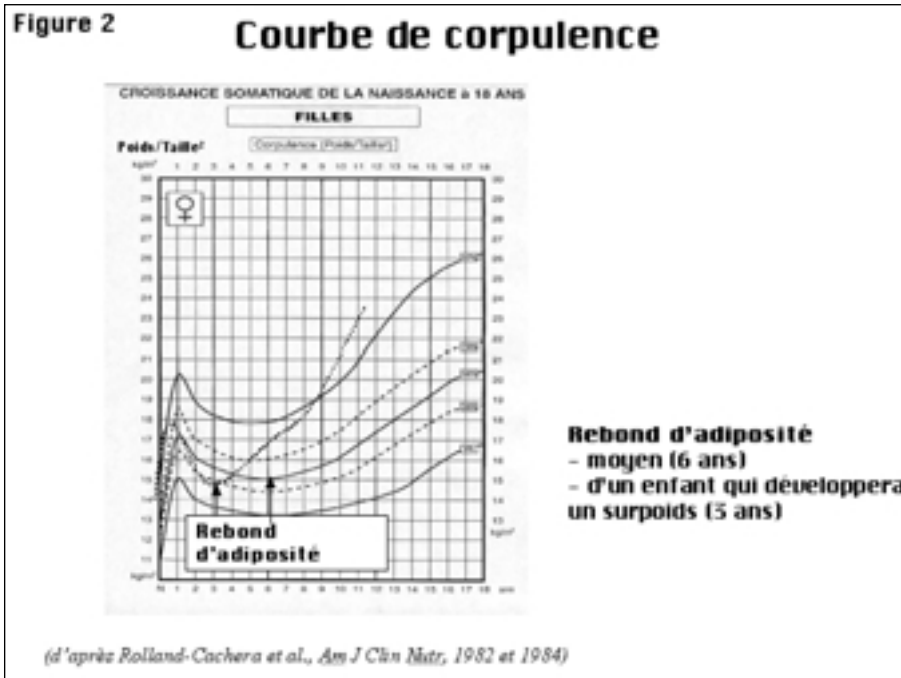
L'anthropométrie distingue deux notions pour décrire le corps humain : « size » et « shape », le premier représentant les dimensions (poids, taille, épaisseur du pli cutané par exemple), le second les formes et proportions (corpulence, distribution de la masse grasse, rapports des segments inférieur (jambe) et supérieur du corps). Un ensemble bien choisi de mesures permet de décrire l'ensemble de la morphologie d'un individu.

Les mesures anthropométriques relevées dans nos études étaient le poids, la taille (debout, assis), les circonférences (bras, taille, hanche), les plis cutanés (tricipital, sous-scapulaire). A partir de ces données des indices ont été calculés : l'indice de corpulence ou de Quételet ou Indice de Masse Corporelle, le rapport des plis cutanés (sous-scapulaire/tricipital) ou des circonférences (taille/hanche), l'indice Skélique de Manouvrier correspondant au rapport du segment inférieur (longueur des jambes) sur le segment supérieur (taille assis).

A partir de l'échantillon français de l'étude internationale, nous avons développé trois types d'indicateurs de la croissance : les courbes de corpulence (10) (**Figure 2**), le rebond d'adiposité (6) et les surfaces musculaires et graisseuses brachiales (11).

Les courbes de corpulence que nous avons publiées en 1982, méthode reconnues par l'OMS en 1995 (12) puis par le Centre for Disease Control (CDC) en 2000 et qui figurent actuellement dans les carnets de santé des enfants français, étaient les premières jamais établies auparavant. Elles ont été révisées en 1991 en collaboration avec TJ Cole du Medical Research Council à Cambridge, utilisant la méthode de lissage (LMS).

L'analyse des courbes individuelles de la corpulence a permis de mettre en évidence différents types d'évolution. En moyenne l'adiposité, évaluée par l'indice poids/taille², comme par la mesure des plis cutanés, augmente la première année de la vie, puis diminue jusqu'à 6 ans et augmente à nouveau jusqu'à la fin de la croissance. Cette remontée de la courbe que nous avons appelée rebond d'adiposité (6) a lieu en moyenne à 6 ans mais elle peut être plus précoce ou plus tardive. Un rebond précoce est associé à un âge osseux avancé. De façon générale, il a été observé que plus le rebond d'adiposité était précoce, plus le risque de développer une obésité ultérieurement était élevé. Un rebond précoce a été relevé chez la plupart des sujets obèses. L'âge du rebond d'adiposité est utilisé comme indicateur prédictif de l'évolution de la corpulence. Ce travail sur le rebond d'adiposité a été confirmé et développé dans de nombreuses études aux EU, en Europe et en Nouvelle Zélande.



L'indice de corpulence est un outil très utile car pour le calculer, il n'est nécessaire de disposer que des simples mesures du poids et de la taille. Cependant, il ne permet pas de distinguer la part de la masse grasse et de la masse maigre. En collaboration avec l'équipe du Pr Chiumello de Milan, nous avons développé de nouveaux indices de composition corporelle que nous avons comparés à des mesures de résonance magnétique (11). Comme les indices de surface brachiale établis selon Jelliffe, ils sont fondés sur les mesures de la circonférence du bras (C) et du pli cutané tricipital (TRI) mais ils évaluent de façon plus précise la masse grasse et la masse maigre, en particulier chez les obèses.

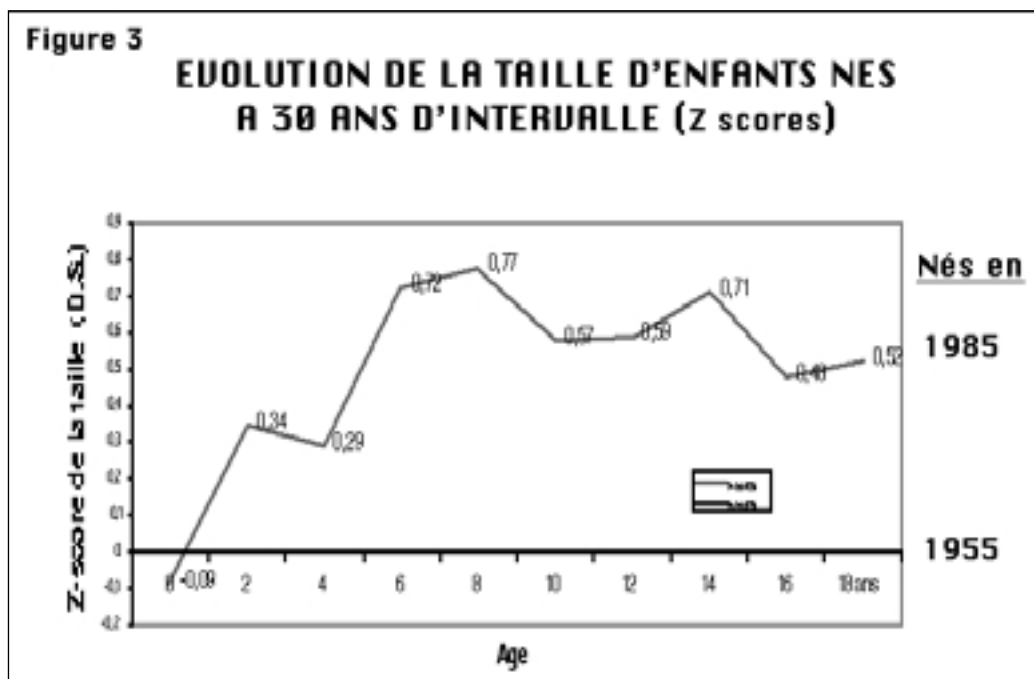
L'ensemble des mesures présentées ci-dessus permet d'évaluer les dimensions (ex : poids, taille, surface brachiale), la forme ou morphologie (ex : rapport taille/hanche ou indice Skélique) ainsi que le rythme de la croissance en repérant l'âge du rebond d'adiposité.

Evolution de la morphologie des enfants

La taille. Une augmentation de la taille au cours des dernières décennies est observée dans la plupart des pays industrialisés. Nous retrouvons cette tendance dans nos enquêtes. Dans l'étude réalisée en 2000 sur la prévalence de l'obésité en France (9), la taille moyenne des enfants de 8 ans était de 1,31 m chez les garçons et 1,30 m chez les filles. Selon les références françaises vers 1960, elle était de 1,27 et 1,26 m, soit une augmentation de 4 cm chez les garçons comme chez les filles en 40 ans. La taille atteinte à 18 ans dans les deux études longitudinales est de 1,75 et 1,63 chez les garçons et les filles nés en 1955 et de 1,79 et 1,64 m chez les garçons et les filles nés 30 ans plus tard. L'augmentation de la taille dans ces deux études est uniquement expliquée par l'allongement des jambes. Ainsi, l'indice Skélique est passé de 0,89 à 0,94 chez les garçons et de 0,86 à 0,90 chez les filles, reflétant l'allongement des jambes par rapport au buste.

Si l'augmentation de la taille est particulièrement visible à partir de l'adolescence, une accélération de la croissance apparaît en fait dès les premières années de vie. Cette avance sera maintenue tout

au long de la croissance, mais pas complètement, la croissance s'arrêtant plus tôt actuellement. La **figure 3** décrivant l'évolution de la taille exprimée en Z-scores (l'unité étant la Déviation Standard ou l'écart type) montre que l'avance staturale correspond à 0,5 DS à la fin de la croissance, mais elle était d'environ 0,75 DS vers 4-5 ans. L'avance staturale observée chez les adolescents des jeunes générations est donc bien la conséquence d'une accélération de la croissance au début de la vie. Ceci est confirmé par l'allongement des jambes qui avant la puberté explique l'essentiel de la croissance de la taille. Les longues jambes relativement à la taille totale chez l'enfant reflètent une accélération du tempo de la croissance et une puberté précoce (13).



Le poids, masse grasse, masse maigre. Les différentes données relevées dans nos enquêtes ne mettent pas en évidence de tendances concernant les poids de naissance selon les époques. A partir des données de 4 enquêtes décrites ci-dessus, le poids moyen de naissance des enfants nés en 1955, 1970, 1985 ou 1992 étaient de 3,4, 3,4, 3,3 et 3,3 kg chez les garçons et 3,3, 3,2, 3,1 et 3,2 kg chez les filles.

Chez l'enfant plus âgé, le poids varie selon les époques et la fréquence du surpoids et de l'obésité augmente en France (**Figure 4**) comme dans de nombreux pays. La fréquence du surpoids définie par le 97^{ème} percentile des courbes de corpulence françaises est passée d'environ 3% en 1965 à 6% en 1980, 12% en 1995 et 16% en 2000 chez les enfants âgés de 5-12 ans. Dans le même temps la répartition de la masse grasse mesurée par le rapport tronc/extrémité des plis cutanés ou le rapport des circonférences taille/hanche évolue vers une répartition de type plus centralisée. A l'âge de 8 ans chez les garçons, le tour de taille est passé de 56 cm en 1992 dans l'enquête ELPCA à 59 cm en 2000 dans l'étude de prévalence de l'obésité. Chez les filles il est passé de 55 à 58 cm. Par ailleurs, les mesures de la masse maigre, évaluée par la surface brachiale à plusieurs périodes montrent peu de changement.

Les données des deux études longitudinales débutées à 30 ans d'intervalle ont permis de comparer l'évolution des processus de croissance. Un rebond d'adiposité plus précoce ($5,6 \pm 2$ ans) est observé chez les enfants nés en 1985 alors qu'il avait lieu à $6,2 \pm 1.3$ ans chez ceux nés 30 ans plus tôt,



soulignant l'accélération des processus de croissance.

Les résultats de nos études confirment les résultats recueillis dans d'autres études et précisent l'évolution des composantes de la morphologie et de la croissance des enfants.

Evolution de la nutrition des enfants

L'évolution des mesures anthropométriques (enfants plus grands, plus gros, croissance plus rapide) suggère que les apports énergétiques des enfants auraient augmenté au cours des dernières décennies. Cependant, de même que cela a été montré chez l'adulte (14), la plupart des études réalisées auprès des enfants relèvent une diminution des apports énergétiques dans le temps, en particulier des apports lipidiques (**Tableau 1**). L'alimentation du jeune enfant (6-12 mois) se caractérise par des apports très élevés en protéines ($\cong 4\text{g/kg}$ de poids de l'enfant soit près de 4 fois supérieurs aux besoins), à teneur faible en lipides ($\cong 28\%$) (15) et par des apports modérés (16) en énergie. La diminution des apports en énergie devrait pouvoir s'expliquer par une diminution des besoins liée à la diminution des dépenses d'énergie, mais cela semble peu vraisemblable chez les très jeunes enfants. Cela pourrait plutôt être la conséquence de la diminution des apports en lipides. Les apports élevés en protéines pourraient expliquer l'accélération des processus de croissance au début de la vie.

Conséquences possibles de l'évolution des caractéristiques morphologiques des enfants

L'augmentation de la taille a toujours été considérée comme une amélioration des conditions de vie. Cela était sans doute vrai dans un contexte où la malnutrition ralentissait la croissance ayant pour conséquence une taille diminuée à l'âge adulte. Dans le contexte où la surnutrition prévaut dans les

Tableau 1: Evolution dans le temps des consommations alimentaires des enfants

(Classement par âge croissant)

Pays	Périodes	Age	Apports nutritionnels				Références
			Energie	Nutriments (% Energie)			
				Protides	Lipides	Glucides	
Angleterre	1967 - 1993	1,5-2,5	↓	↑	↓	↔	Gregory et coll., 1995
France	1973 - 1986	2		↑	↓	↔	Deheeger et coll.,
USA (NHANES I)	1974 - 1994	2-5			↓		Troiano et coll., 2000
USA	1977 - 1987	3-5	↓		↓		Schlicker et coll., 1994
Angleterre	1950 - 1993	4	↓	↔	↓	↑	Prynne et coll., 1999
USA	1977 - 1987	6-11	↓		↓		Schlicker et coll., 1994
Suède	1967 - 1981	8				↓	Sunnegardh et coll., 1986
France	1978 - 1995	10	↓	↑	↓	↔	Rolland-Cachera et coll 1996
USA (Bogalusa)	1973 - 1988	10	↔	↑	↓	↑	Nicklas et coll., 1993
Finlande	1970 - 1980	13-18	↓	↑	↓	↔	Räsänen et coll., 1985
USA, GB, Autra	1930 - 1978	0,5-18	↓				Whitehead et coll., 1982
USA	1977 - 1987	12-19	↓		↓		Schlicker et coll., 1994

(d'après Rolland-Cachera & Bellisle, *Cambridge Univ Press*, 2002 (8))

pays industrialisés, la taille est directement associée à la mortalité par cancer. En particulier, la relation entre la longueur du segment inférieur et le risque de cancer est maintenant bien établie. Cette mesure qui reflète une croissance accélérée, peut être utilisée comme marqueur du risque de cancer (13). Les relations avec d'autres pathologies dont les MCV semblent moins claires (17). Cependant de nombreux travaux convergent actuellement vers la conclusion qu'une croissance accélérée au début de la vie serait un facteur de risque d'obésité et de diverses pathologies à l'âge adulte (17).

La relation bien documentée chez l'adulte, entre l'excès de poids et les risques pathologiques a également été retrouvée chez l'enfant (18). On relève actuellement dès l'adolescence des pathologies telles que le diabète de type 2 qui n'était pensait-on réservées qu'aux adultes. L'observation d'une répartition plus centralisée des graisses dès l'enfance suggère également une augmentation du risque cardiovasculaire (19).

Par ailleurs, l'augmentation de la taille (hauteur), sans augmentation proportionnelle de la masse musculaire pourrait poser des problèmes de statique.

CONCLUSION

La croissance est la période de la vie où s'impriment les influences de l'environnement qui se répercutent à l'âge adulte. Les outils que nous avons développés contribuent à préciser l'évaluation des critères de croissance chez l'enfant. Des travaux de plus en plus nombreux montrent qu'une croissance accélérée au début de la vie serait un facteur de risque d'obésité et de diverses pathologies à l'âge adulte. Les tendances séculaires observées dans de nombreux pays, telles que l'augmentation de la taille (surtout l'allongement des jambes), l'accélération de la croissance ou l'augmentation du nombre d'obèses, pourraient avoir comme origine la modification des facteurs d'environnement, en particulier nutritionnels au début de la vie.

L'importance des premières années de la vie sur les processus de croissance pourrait expliquer les

résultats peu encourageants des traitements et des études d'interventions menés chez les enfants d'âge scolaire. Il semble donc important dans l'avenir de poursuivre et développer les recherches sur l'influence de l'environnement du jeune enfant et les conséquences à long terme. La recherche d'outils de surveillance de la croissance, en particulier de méthodes utilisant les mesures anthropométriques devrait contribuer à améliorer la recherche des facteurs de risques.

Les résultats des études présentées ici sont le fruit de recherches que j'ai réalisées depuis de nombreuses années entourée par les équipes qui m'ont accueillie. Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à mes fidèles collaborateurs.

Références

1. Sempé M, Pédrón G, Roy-Pernot MP. Auxologie, Méthode et Séquences. 1979, Paris: *Théraplax*,1:205p.
2. Boguin B. Patterns of Human Growth. 2nd ed. *Cambridge University Press*, Cambridge 1999.
3. Tanner JM A brief history of the study of human growth. In Ulijaszek SF, Johnston FE, Preece MA (eds). *The Cambridge Encyclopedia of Human Growth*, Cambridge University Press 1998.
4. Deheeger M, Bellisle F, Rolland-Cachera MF. The French longitudinal study of growth and nutrition: data in adolescent males and females. *J Human Nutr & Dietetics* 2002;15:429-38.
5. Siervogel RM, Roche AF, Guo S, Mukherjee D, Chumlea WC. Patterns of change in weight/stature² from 2 to 18 years: findings from long-term serial data for children in the Fels longitudinal growth study. *Int J Obes* 1991 ;15 :479-85.
6. RollandCachera MF, Deheeger M, Bellisle F, Sempé M, Guilloud-Bataille M, Patois E. Adiposity rebound in children: a simple indicator for predicting obesity. *Am J Clin Nutr* 1984;39:129-35.
7. Rolland-Cachera MF, Deheeger M, Akrou M, Bellisle F. Influence of macronutrients on adiposity development: a follow up study of nutrition and growth from 10 months to 8 years of age. *Int J Obesity* 1995;19:573-578.
8. Rolland-Cachera MF, Bellisle F. Nutrition In «The obese and overweight child» Eds Burniat W, Lissau I & Cole TJ. *Cambridge University Press* 2001, pp 69-92.
9. Rolland-Cachera MF, Castetbon K, Arnault N, Bellisle F, Romano MC, Lehingue Y, Frelut ML, Hercberg S. Body Mass Index in 7 to 9 year-old French children: frequency of obesity, overweight, and thinness *Int J Obesity* 2002;26:1610-1616.
10. Rolland-Cachera MF, Sempé M, Guilloud-Bataille M, Patois E, Péquignot-Guggenbuhl F, Fautrad V. Adiposity indices in children. *Am J Clin Nutr* 1982;36,178-84.
11. Rolland-Cachera MF, Brambilla P, Manzoni P, Akrou M, Del Maschio A, Chiumello G. A new anthropometric index, validated by magnetic resonance imaging (MRI), to assess body composition. *Am J Clin Nutr* 1997, 65: 1709-1713.
12. WHO expert Committee. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. WHO Technical Report Series n° 854, Geneva: WHO, 1995: 452p.
13. Gunnell DJ, Davey Smith G, Holly JMP, Frankel S. Leg length and risk of cancer in the Boyd Orr cohort. *Br Med J* 1998;317:1350-1.
14. Prentice AM & Jebb SA. Obesity in Britain: gluttony or sloth? *Br Med J*, 1995;311:437-439.
15. Rolland-Cachera MF, Deheeger M and Bellisle F. Increasing prevalence of obesity among 18-

- year-old males in Sweden: evidence for early determinants. *Acta Paediatrica* 1999;88:365-367.
16. Livingstone B. Epidemiology of childhood obesity in Europe. *Eur J Pediatr* 2000;159(suppl 1):S14-34.
 17. Elrick H, Samaras T, Demas A. Missing links in the obesity epidemic. *Nutrition Research* 2002;22:1101-23.
 18. Dietz, W.H., & Robinson, T.N. Use of the body mass index (BMI) as a measure of overweight in children and adolescents. *J Pediatr*. 1998;132, 191-193.
 19. Freedman DS, Srinivasan SR, Harsha DW, Webber LS, Berenson GS. Relation of body fat patterning to lipid and lipoprotein concentration in children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Am J Clin Nutr* 1989;50:930-9.