

Utilité des courbes locales de croissance en Santé Publique.

Cas des enfants de Quito

Vercauteren*, M.; Roelants**, M. ; Hauspie ***, R. ; Monnier*, C.;

Lepage*, Y. et Cruz-Albornoz****, J.

* Université libre de Bruxelles

** KU Leuven, Public Health and Primary Care

*** Vrije Universiteit Brussel

**** Universidad Technológica Equinoccial (Quito)

1. Introduction

Dès la fin des années 1970, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a préconisé, pour tous les enfants, l'utilisation des mêmes références de croissance : celles du Centre national de statistiques sanitaires des Etats-Unis, basées sur la croissance de nourrissons américains, nourris au lait maternisé. Récemment (2006), la même Institution a mis au point, pour les enfants de 0 à 5 ans, les « nouvelles normes de croissance OMS » à portée mondiale (six pays, cette fois, représentant presque tous les continents, ont participé aux collectes des données : Etats-Unis, Norvège, Brésil, Inde, Ghana et Oman), basées sur des enfants nourris au sein pendant plusieurs mois et vivant dans un environnement socioéconomique favorable (WHO 2006). Depuis, de nombreux pays se sont alignés sur ces recommandations et ont adopté ces courbes pour leurs populations. D'autres les utilisent, mais en y apportant une certaine réserve ; d'autres encore, après les avoir testées, hésitent à les employer... Il est vrai que si le désir d'harmonisation est présent, la représentativité de ces « courbes universelles » soulève encore quelques débats.

Dans les années 50 et 60, de nombreuses études ont mis en évidence des variations considérables de la croissance : variations entre ethnies, entre populations, au sein d'une même population, voire d'une même famille (Eveleth & Tanner 1990). Il faut bien constater que de multiples facteurs interagissent sur le développement physique: génétiques, bien sûr, mais aussi environnementaux, socio-économiques, familiaux, alimentaires, de santé, etc. Cependant, les conclusions de nombreux travaux ont montré que les variations entre populations étaient moins grandes que prévues et, qu'au contraire, une part considérable des écarts de croissance s'expliquait surtout par l'appartenance sociale et familiale des enfants (Habicht *et al.* 1984 ; Hauspie *et al.* 1980). Et, en effet, en corrigeant ce facteur, c'est-à-dire en comparant des groupes homogènes de différentes populations, les courbes deviennent clairement plus semblables. Ces faits ont contribué bien évidemment au désir d'utiliser des normes similaires de par le monde ; la question restant dans le choix du groupe représentatif de ces courbes.

Pour autant, même s'il était possible de prendre en compte les facteurs socio-économiques, toutes les populations montrent-elles un développement similaire ? N'y-a-t-il pas des groupes présentant des particularités spécifiques ? On peut penser, bien sûr, aux populations pygmées

dont le développement révèle l'importance de la plasticité de la croissance dans l'évolution humaine, que ce soit au niveau de la taille adulte ou au niveau du rythme même du développement (Ramirez Rozzi 2015).

Mais que dire aussi des populations vivant en altitude et connues pour leur petite stature ? Ces populations se retrouvent tant en Afrique (hauts plateaux du nord de l'Ethiopie), qu'en Asie (Himalaya, plateau tibétain) ou en Amérique (Andes ou Mexique où certains plateaux volcaniques dépassent les 3000 mètres), pour ne citer que les plus connues. Elles ont toutes un point commun : leur petite taille qui pourrait témoigner de l'adaptation biologique de notre espèce à son milieu, puisque l'organisme y est confronté à une série de facteurs particuliers (climatiques comme le froid et le vent, physiques comme les radiations, alimentaires avec une production agricole souvent moindre en quantité comme en diversité) et, bien sûr, l'hypoxie (Benoist 1980). Ce dernier facteur représente un stress important puisqu'à 3000 m d'altitude, la pression partielle de l'oxygène a perdu le tiers de sa valeur du niveau de la mer. C'est, en général, à partir de 2 500 m que se définit la haute altitude, seuil à partir duquel sont enregistrés des signes de stress hypoxique (Baker 1978). Ces groupes humains ont fait l'objet de nombreuses recherches en anthropologie (Eveleth & Tanner 1990; Frisancho 1975; Stinson 1982; Dieu-Cambrezy 1992 ; *et al.* 1993), en physiologie ou sur leur état de santé (Niemeyer *et al.* 2009). Ces études soulignent, en général, une circonférence thoracique plus grande (Iannotti *et al.* 2009) qui permettrait une capacité respiratoire accrue mais aussi une croissance un peu plus lente, une diminution de la taille avec l'altitude (Crespo *et al.* 1995; Bejarano *et al.* 2009); caractéristiques qualifiées de « retard » de croissance qui s'observe dès la naissance (Leonard *et al.* 1995) et est déjà bien présent durant la vie fœtale (Bennett *et al.* 2008). Outre le fait qu'il s'agirait d'adaptation à la vie en haute altitude, force est de constater qu'ici aussi, le débat s'invite sur l'explication de ces observations puisque certains auteurs y voient davantage l'impact des conditions socio-économiques qu'une adaptation proprement dite.

L'Equateur est un pays directement concerné par cette problématique : en effet, une grande partie de la population vit à une altitude élevée et ce pays ne dispose pas de normes propres de croissance. L'utilisation des courbes OMS ne paraissant pas vraiment satisfaisante aux yeux de certains professionnels équatoriens de la santé, nous avons eu l'occasion – entre 1999 et 2009- de mener des enquêtes de croissance auprès de sujets vivant à Quito (et dans ses environs), dont l'altitude oscille entre 2800 et 3100 mètres au-dessus du niveau de la mer (Monnier *et al.* 2004; Vercauteren *et al.* 2009). Cette population étant assez hétérogène et l'impact socio-familial bien connu sur le développement des enfants, l'étude a été menée en liaison avec l'environnement socio-économique des sujets.

Parallèlement, alertés par les observations de plus en plus nombreuses relatives à une hausse importante du taux d'obésité dans de nombreux pays d'Amérique latine, nous avons ajouté un volet alimentaire à nos enquêtes.

2. Matériel et méthodes

Entre 1999 et 2009, trois enquêtes biométriques de croissance ont été réalisées à Quito (Equateur) auprès d'enfants âgés de 5 à 18 ans, fréquentant des écoles privées et publiques de la capitale, ceci afin d'obtenir un échantillon varié de sujets. Les enquêtes étaient accompagnées d'un questionnaire socio-familial ainsi que d'un volet de questions ciblant les

habitudes alimentaires. L'étude porte au total sur 3034 sujets : 50,6% de garçons (n = 1534) et 49,4% (n = 1500) de filles.

Neuf mesures corporelles ont été relevées selon les techniques biométriques classiques préconisées par l'OMS (WHO 1995). Nous ne retiendrons ici que le poids, la taille et le calcul de l'IMC ou indice de masse corporelle (mieux connu sous le vocable BMI, Body Mass Index). La taille et le BMI ont été convertis en z-scores selon les courbes de références de l'OMS (WHO 2007).

Les données socio-démographiques collectées concernent les enfants et leurs parents : les lieux de naissance, les professions et les niveaux d'études des parents d'une part et, d'autre part, le lieu et la date de naissance, le rang de naissance et la dimension de la fratrie (au moment de la collecte des informations des sujets), ainsi que l'établissement scolaire fréquenté. N'ont été retenus dans ce travail que les lieux de naissance des sujets et de leurs parents et les niveaux d'études de ces derniers.

Les mesures ont été exclusivement prises dans des établissements scolaires situés dans la ville de Quito et de son agglomération. Ce sont donc essentiellement des enfants vivant en milieu urbain. Ignorant le taux de retour des formulaires socio-démographiques remplis par les parents, l'appartenance sociale des enfants (modeste, moyenne et favorisée) a été établie sur base de l'école fréquentée, le choix des établissements scolaires étant, à Quito, clairement relié au statut social des parents (Juan Cruz- Albornoz, communication personnelle).

Pour des raisons pratiques, il n'a pas été possible d'intégrer dans notre étude des enfants de tous âges dans les écoles représentatives des trois catégories sociales (modeste, moyenne et favorisée). C'est ainsi que les enfants répertoriés dans la catégorie sociale modeste sont âgés de 11/12ans à 19/20 ans, ceux de la classe moyenne s'étendent de 4 à 18/19 ans et la catégorie sociale favorisée ne compte que des enfants âgés de 5 à 14/15 ans. Les tests de comparaison ont donc été faits, non pas sur les courbes globales, mais en considérant les valeurs moyennes d'enfants de même âge.

Accompagnant ces données socio-démographiques, un troisième volet de questions ciblant les habitudes alimentaires a été relevé. L'enquête sur l'alimentation a été conduite suivant la méthode des 24h recommandée par Truswell (1987) et par Apfelbaum (*et al.* 2004). Cette méthode consiste à faire énumérer par le sujet, tout ce qu'il a mangé au cours des 24 dernières heures précédant l'interview.

Les mesures de taille et de BMI ont été converties en valeurs standardisées (z-scores) sur base des références de croissance de l'OMS (WHO, 2007) et ont été comparées entre les groupes sociaux en utilisant des analyses de variances et des tests t appariés. Le graphique de comparaison de la stature en fonction de l'âge avec les courbes staturales de référence de l'OMS est basé sur des courbes percentilées lissées, estimées par la méthode LMS de Cole and Green (1992). Surpoids et obésité ont été déterminés selon les critères de l'IOTF (2000) et comparés entre les classes sociales avec un test de chi-carré. La consommation de produits alimentaires spécifiques dans les différentes catégories sociales a été analysée avec une régression logistique utilisant la classe sociale moyenne comme groupe de référence auquel ont été comparées les groupes sociaux définis comme modeste et favorisé. La fréquence de consommation de ces produits a été analysée avec une analyse de variance et des tests t appariés des fréquences des enfants des catégories sociales modeste et favorisée et des enfants de la catégorie sociale moyenne. Nous n'avons pas corrigé les valeurs de p pour comparaisons multiples (seulement deux par variable) mais elles étaient soit très basses (inférieures à 0.01) soit non significatives (p > 0.05) et n'ont donc pas eu d'impact sur les conclusions.

Toutes les analyses ont été réalisées avec le logiciel R, version 2.15 (2012, R Foundation for Statistical computing, Vienna, Austria).

3. Résultats

3.1 Paramètres socio-démographiques

Tableau 1 : nombre d'enfants mesurés par âge, sexe et catégorie sociale

AGE	Garçons				Filles				Total
	Mod.	Moy.	Fav.	total garçons	Mod.	Moy.	Fav.	Total filles	
4	-	-	4	4	-	-	7	7	11
5	-	24	13	37	-	19	8	27	64
6	-	90	9	99	-	83	13	96	195
7	-	72	11	83	-	89	10	99	182
8	-	73	12	85	-	114	12	126	211
9	-	63	9	72	-	91	7	98	170
10	2	93	7	102	-	95	15	110	212
11	4	109	5	118	7	65	7	79	197
12	54	122	5	181	66	63	3	132	313
13	33	132	5	170	27	86	5	118	288
14	42	112	3	157	51	91	6	148	305
15	58	99	-	157	55	72	-	127	284
16	60	39	-	99	52	63	-	115	214
17	45	58	-	103	50	68	-	118	221
18	21	16	-	37	20	44	-	64	101
≥19	25	5	-	30	23	13	-	36	66

Le tableau 1 fournit la composition de l'échantillon en fonction de l'âge, du sexe et de la catégorie sociale, établie sur base de la fréquentation de l'établissement scolaire des sujets.

Environ 85% des questionnaires nous sont revenus complétés par les parents, mais pas toujours complètement. Les niveaux d'étude des parents, notamment, ne sont pas toujours renseignés (données disponibles pour 79.5% des pères et 83.4% des mères). C'est pourquoi il

a été décidé de maintenir le critère de l'établissement scolaire fréquenté pour définir l'environnement social des sujets.

Cependant, pour vérifier si ce critère était pertinent pour décrire le milieu socio-familial des sujets (modeste, moyen, favorisé), nous avons analysé ce paramètre en relation avec la distribution des niveaux d'études des parents (pour lesquels nous disposions de l'information). Le lien est bien réel et la répartition des sujets selon leurs établissements scolaires est bien le reflet de l'éducation scolaire de leurs parents : c'est ainsi que les pères du groupe social favorisé (basé sur l'école du sujet) ont achevé au minimum leurs études secondaires avec plus de 90% des pères détenteurs d'un diplôme universitaire ou d'une école supérieure ; ceux du groupe social modeste sont majoritairement de niveau primaire et le groupe social moyen compte une majorité de pères de niveau d'étude intermédiaire (tableau 2). Le profil chez les mères est similaire (tableau 3). Il y a, d'autre part, une forte homogamie du niveau d'études entre conjoints (Monnier *et al.* 2011). Par ailleurs, près de 2/3 des mères de la classe sociale favorisée exercent une profession, contre moins de la moitié dans le groupe le moins aisé.

Tableau 2 : Répartition des pères selon leur niveau d'études et selon la catégorie sociale de leur enfant

Catégories sociales	Modeste		Moyenne		Favorisé	
	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%
Primaire	330	53,7	163	9,7	-	-
Sec. inf.	190	30,9	271	16,2	4	3,4
Sec. Sup.	55	8,9	510	30,4	5	4,2
Sup. n. Univ	22	3,8	579	34,5	50	42,0
Universitaire	17	2,8	155	9,2	60	50,4
Total	614	100,0	1678	100,0	119	100,0

Les données sur le niveau de scolarité des pères sont manquantes pour 623 enfants (20.5%) : 81 pour le groupe social modeste, 485 pour le groupe social moyen et 57 pour le groupe social élevé.

Tableau 3 : Répartition des mères selon leur niveau d'études et la catégorie sociale de leur enfant.

Catégories sociales	Modeste		Moyenne		Favorisé	
	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%
Primaire	376	58,3	178	10,1	1	0,8
Sec. inf.	190	29,5	286	16,2	4	3,4
Sec. Sup.	46	7,6	588	33,3	10	8,4

Sup. n. Univ	22	3,4	539	30,5	48	40,3
Universitaire	8	1,2	175	9,9	56	47,1
Total	645	100,0	1766	100,0	119	100,0

Les données sur le niveau de scolarité des mères sont manquantes pour 504 enfants (16.6%) : 50 pour le groupe social modeste, 397 pour le groupe social moyen et 57 pour le groupe social favorisé.

95% (95.2%) des enfants sont nés en altitude : 90% sont natifs de Quito même et 5% de la région avoisinante, la *Sierra* (ou Hautes terres centrales) ; pour les parents, si ces proportions sont un peu plus faibles, elles rassemblent néanmoins plus de 80% des effectifs.

Si on tient compte de la catégorie sociale des enfants, on remarque que davantage d'enfants de familles moins favorisées proviennent de la *Sierra* : 16.4% contre 6.5% pour les autres sujets. Cette différence se confirme lorsqu'on observe l'origine géographique (lieu de naissance) des parents : 60% des parents de la classe sociale favorisée sont originaires de la capitale, contre moins de 50% du groupe moins le moins favorisé. Quito, capitale administrative du pays et principal centre économique de la *Sierra* connaît une immigration importante, majoritairement issue de la *Sierra*, mais aussi -quoique nettement plus réduite- des autres régions du pays. Cette immigration concerne principalement les sujets de la catégorie sociale modeste et dans une moindre mesure de la classe moyenne.

3.2 Stature

Nous avons comparé les moyennes staturales de chaque classe d'âge aux normes de l'OMS : la moyenne globale des z-scores de la taille des garçons est de -0,87 ($\pm 1,01$) écart-type et celle des z-scores des filles de -1,13 écart-type ($\pm 0,98$). Positionnés sur les courbes de références de l'OMS, les percentiles lissés 3, 50 et 97 des enfants de Quito témoignent de cet écart important puisque, par exemple, les valeurs du P50 se situent sous celles du P15 des courbes de l'OMS. La figure 1 illustre cette comparaison pour les filles de notre échantillon. Si l'on considère les différents groupes sociaux, on enregistre, comme attendu, des différences de taille significatives entre les enfants selon leur appartenance sociale. Les statures les plus basses sont recensées dans la catégorie sociale la plus modeste et les statures les plus élevées se rencontrent dans la catégorie sociale favorisée; les résultats intermédiaires se retrouvent chez les enfants de la classe moyenne. Mais quelles que soient leur catégorie sociale, les tailles des garçons et des filles sont inférieures aux normes de l'OMS (fig.2). Même si ce constat est moins marqué pour le groupe favorisé, il persiste clairement néanmoins.

3.3 IMC (BMI)

Si les tailles des enfants de Quito sont nettement inférieures aux normes de l'OMS, l'IMC des enfants, par contre, est supérieur à ces normes et, ceci, quelle que soit la catégorie sociale envisagée. Globalement, on note des valeurs supérieures (avoisinant les 0.5 écart-type) pour les garçons. Toutefois, les IMC des enfants des différentes classes sociales ne semblent pas, globalement, se distinguer aussi fortement les uns des autres que pour les résultats relatifs aux tailles.

Les valeurs de l'IMC des sujets des classes sociales moyenne et basse, tout en restant supérieures aux normes de l'OMS, paraissent s'aligner progressivement à ces normes. Par contre, il semblerait que, tant pour les sujets masculins que féminins de la classe sociale la plus élevée, elles augmentent et s'éloignent des normes de l'OMS, à partir de la période pré-pubertaire (fig. 3).

3.4 Surpoids et obésité

Les catégories de surpoids et d'obésité ont été établies selon les critères de Cole (2000 ; 2007). Une proportion non négligeable d'enfants sont atteints de surpoids, voire d'obésité ; les taux d'obésité se chiffrent globalement à près de 5% chez les garçons et 2% chez les filles.

C'est parmi les enfants de la classe sociale modeste que l'on enregistre la plus faible proportion d'enfants atteints de surpoids. Cette remarque est surtout pertinente pour les garçons (fig. 4). En effet, si on ne note pas de différence significative entre les enfants des classes moyenne et favorisée, les différences, par contre, sont hautement significatives entre les garçons de la classe modeste et les autres catégories sociales : plus d'un quart des garçons des catégories sociales moyenne et haute (respectivement 24,3% et 26,5%) sont enregistrés en surpoids ; c'est pratiquement le double des enfants de la catégorie modeste où la fréquence tombe à 13,7% (chi-carré : $p < 0.001$).

Ces résultats sont opposés à ceux que l'on observe depuis longtemps (et confirmés encore récemment par Vigarello 2010) dans les pays industrialisés où ce sont les sujets des catégories sociales les plus défavorisées qui montrent les plus fortes proportions de personnes en situation de surpoids, ceci s'expliquant par une consommation d'aliments plus riches en graisse.

Chez les filles, les taux de surpoids sont plus faibles (tout en n'étant pas négligeables !) et du même ordre de grandeur d'une catégorie sociale à l'autre ; ils oscillent entre 16,5% et 19%.

3.5 Habitudes alimentaires

Les informations obtenues auprès des sujets sont uniquement d'ordre qualitatif; elles permettent de suggérer des éléments explicatifs pour certains paramètres du développement physique des enfants (IMC notamment).

Nous présentons ici les résultats principaux ; ainsi ne sont pas repris les produits consommés quotidiennement par tous les enfants -quelle que soit la catégorie sociale considérée- tels le riz, le maïs, les pommes de terre et le manioc qui sont des aliments de base en Equateur. Les résultats sont présentés en nombre moyen de fois que le produit est cité. Les différences entre catégories sociales ont été testées par des ANOVA et complétées par une comparaison appariée respectivement des catégories modeste et favorisée vis-à-vis de la catégorie moyenne prise comme référence (Tableau 4).

Tableau 4 : Consommation alimentaire (nombre moyen) de quelques produits selon les catégories sociales (la référence retenue est la classe moyenne)

Catégories sociales	Modeste	Moyenne	Favorisée
---------------------	---------	---------	-----------

	n. moyen	%	n. moyen	%	n. moyen	%
Produits laitiers	0,70***	50,8***	1,06	69,2	1,84***	87,9***
Prod. carnés	1,41**	80,9***	1,22	71,4	1,79***	71,6
Prod. légumes	0,45**	35,8***	0,34	27,1	0,52**	40,5**
Bois. sucrées	1,51***	84,1***	2,30	95,6	1,76***	89,7**
Prod. sucré/salé	0,17***	14,7***	0,08	6,3	0,11	9,5
Frites	0,14***	14,3***	0,03	3,2	0,00	0,0

*: $p<0,05$; **: $p<0,01$; ***: $p<0,001$

Les résultats sont assez contrastés selon l'appartenance sociale des sujets. On observe un gradient hautement significatif en ce qui concerne les produits laitiers : les enfants de la catégorie aisée en consomment 2,5 fois plus fréquemment que les enfants de la catégorie la plus modeste. Si l'on s'en réfère aux pourcentages d'enfants ayant consommé au moins une fois ces produits dans la journée, ils sont près de 90% parmi la classe favorisée, 70% parmi la classe moyenne et un sur deux seulement dans la catégorie la moins favorisée. La consommation de produits carnés, quant à elle, est moins fréquente chez les sujets de la classe moyenne ; elle est plus importante dans les deux autres groupes, et plus particulièrement chez les enfants plus favorisés. Globalement, les légumes ne sont pas consommés quotidiennement par plus de la moitié des enfants. On constate un attrait certains des enfants de la classe modeste pour la consommation de frites. Ces produits semblent être ignorés ou très peu consommés parmi les enfants des autres catégories sociales.

Les enfants de la classe modeste sont ceux qui consomment le moins de boissons sucrées (sodas). Notons la consommation particulièrement importante de ce genre de boissons chez les enfants de la classe moyenne : 1,5 fois plus que ces derniers.

4. Discussion

Nombre de travaux ont déjà démontré l'outil indispensable que représentent la biométrie et les courbes de croissance dans l'évaluation de la santé d'un enfant. Quitter son canal de croissance (statural ou pondéral) ou descendre sous le percentile3 sont des signaux d'alerte reconnus par tous les professionnels de la santé. Ainsi, dans les pays en développement, avoir une petite taille (et/ou un faible poids) peut être un signe de mauvaise nutrition, d'infection, de diarrhées chroniques (Martorell 1998). Cette corrélation « biométrie-santé » offre donc le reflet de l'état de santé globale d'une personne, mais peut aussi donner des indications au niveau d'une population selon le niveau où se place l'étude (Susanne et Vercauteren 1996). C'est le célèbre « growth as a mirror of conditions of society » de Tanner (1986).

Les nouvelles normes de croissance, présentées par l'OMS en 2006, sont adoptées aujourd'hui par plus de 140 pays. Rappelons qu'elles concernent les jeunes enfants de 0 à 5 ans ; pour les tranches d'âges supérieurs (5-19 ans), ce sont les anciennes normes, basées sur des mensurations de sujets nord-américains (Blancs, Noirs, Hispaniques, Asiatiques) nés dans les années 1960-70, qu'il faut encore considérer.

Certains pays hésitent, cependant, à les utiliser. La France, par exemple, estime que « ces nouvelles courbes semblent mieux adaptées pour suivre la croissance des petits Français, mais seulement à partir de 6 mois. Avant cet âge, la croissance des nourrissons français semble ralenti par rapport aux données de l'OMS. Cela pourrait inquiéter inutilement certains parents, voire, dans certains cas, remettre en question la poursuite de l'allaitement, alors même que l'OMS entend le promouvoir » (Scherdel *et al.* 2015). D'autres chercheurs y ont également perçu quelques limites. Ainsi, Roelants *et al.* (2010) ont montré que chez des enfants allaités au sein en Belgique, les courbes de croissance étaient similaires à celles des normes de l'OMS pour ce qui est de la taille, mais ce n'était pas le cas pour le poids et la circonférence crânienne. Il convient selon ces auteurs de disposer de normes de croissance locales adaptées à la biogénétique des individus dans leur diversité (Juliusson *et al.* 2011). Enfin, citons encore une étude suisse qui estime que les nouvelles courbes ne sont pas représentatives de la stature pour les enfants suisses -et ce, pour la plupart des tranches d'âge- mais qui montre aussi des écarts plus importants chez les adolescents, vu le décalage assez net de l'âge où se produit le pic de croissance pubertaire. Ils recommandent, dès lors, des courbes spécifiques (Eiholzer & Meinhardt 2011).

Que peut-on dire, alors, pour des populations vivant en haute altitude et connues pour présenter une stature moins élevée ? La taille des enfants et adolescents de Quito (et environs) est, à tout âge, nettement inférieure aux normes de l'OMS. Ces enfants vivant entre 2800 et 3100 mètres, les observations relatives aux valeurs staturales sont donc en accord avec les études réalisées auprès d'autres populations vivant en altitude, études qui notent une augmentation du volume thoracique chez les Andins et une taille plus petite. Ce « retard » de croissance serait d'origine héréditaire (Moore 2001) et serait une réponse adaptative de l'organisme au stress hypoxique (Facchini 2003). Notons d'ailleurs que tous les auteurs n'attribuent pas la petite stature des Andins à une adaptation génétique, estimant que des milliers d'années d'existence en haute montagne ne représentent pas une période de temps suffisante pour une adaptation génétique de l'espèce humaine. Cette variation morphologique traduirait plutôt un changement des caractères anthropométriques physiques sous l'influence du milieu (Cruz-Coke 1976).

Par ailleurs, on ne peut totalement exclure, bien sûr, les effets conjoints d'une mauvaise nutrition et des facteurs économiques (Harris *et al.* 2001; Stinson 2009 ; Pawson *et al.* 2001). Il est vrai que, dans bien des cas, l'environnement social et économique est plus défavorable dans les populations vivant en altitude et que cet effet ne peut être totalement séparé du facteur physique (altitude) du milieu (Greksa 1985). Rares sont les études permettant de « dissocier » l'influence des différents paramètres. Citons cependant l'étude comparative menée au Mexique auprès de deux populations villageoises, l'une vivant à une altitude élevée (3000-3200 m), l'autre à une altitude modérée (800 à 1400 m). Les enfants résidant en altitude présentent, par comparaison avec la zone basse, un net retard de croissance constaté dès la naissance, qui s'atténue au cours de l'adolescence. Dans cette étude, la révision des différents facteurs pouvant influencer la dynamique de croissance (substrat génétique, régime alimentaire, endémies) permet d'exclure l'hypothèse d'une dénutrition post-natale et plaide effectivement pour une réponse à l'hypoxie en grande partie pendant la période fœtale (Dieu-Crubézy et Froment 1993).

Comme il est constaté dans la majorité des études auxologiques, des différences staturales assez marquées ont bien été mises en évidence, chez nos sujets, entre les 3 groupes sociaux : les enfants des classes socio-économiques favorisées étant –comme attendus- les plus grands. Notons cependant –et il s'agit là d'une observation importante- que même les sujets

de cette classe aisée restent clairement en-dessous des moyennes OMS. Notons aussi que Quito, capitale du pays, connaît un essor considérable et attire bon nombre d'Equatoriens. A ce titre, comparer la croissance des enfants de cette région avec les standards OMS était particulièrement intéressant puisque, d'une part, on y trouve une population vaste, en constante augmentation et, d'autre part, il s'agit là d'une région plutôt favorisée du pays. Dès lors, y constater un développement physique clairement différent des normes internationales proposées nous paraît être une observation qui justifierait l'utilisation de courbes spécifiques et locales pour tout examen et suivi médical. En effet, plus de 30% des sujets de notre enquête ont des valeurs staturales inférieures au percentile3 des courbes OMS, percentile qui représente la "limite inférieure" d'un développement considéré comme normal et qui constitue, à ce titre, un signal d'alarme pour les pédiatres, nécessitant, par prudence, des investigations plus approfondies. Il est évident, ici, que ce percentile ne peut être estimé de la sorte, perdant ainsi sa signification la plus utile lors d'un examen médical. D'autre part, les professionnels de la santé devraient impérativement expliquer aux parents les annotations sur les courbes, puisqu'il a été constaté que, bien souvent, et malgré leur usage répandu, ces derniers ne comprennent pas les données sur les courbes (Ben-Joseph *et al.* 2009). L'utilisation des courbes pourrait donc inquiéter davantage encore, et inutilement, les parents en suggérant un retard de croissance infondé dans ce cas-ci.

Longtemps référencés uniquement pour les problèmes de sous-nutrition, de nombreux pays d'Afrique et d'Amérique latine connaissent maintenant cet autre problème majeur de santé publique que représente l'obésité. Cantonnée jusqu'il y a peu aux pays développés (pays occidentaux et pays « du Nord »), l'épidémie de surpoids et d'obésité touche désormais près de 30% de la population mondiale, dont plus de 62% dans des pays en développement.

Ainsi, La FAO (Food and Agriculture Organisation) a attiré l'attention sur la progression croissante du taux d'obésité aux Caraïbes et en Amérique latine (Brésil, Colombie, Mexique, Salvador, Costa Rica, Honduras, Chili, Paraguay,...) où plus de 20% de la population sud-américaine serait atteinte d'obésité, et plus de 50% serait en situation de surpoids.

La population équatorienne, malheureusement, ne semble pas échapper à la règle, comme le montre notre enquête. Les enfants vivant à Quito (et son agglomération) ont un IMC supérieur aux normes de références de l'OMS, et cela quel que soit le groupe social auquel ils appartiennent. Si le taux d'enfants et d'adolescents obèses reste encore limité (la valeur la plus haute se trouve chez les garçons de la classe favorisée avec environ 8% d'enfants concernés), il n'en va plus de même si on y ajoute le surpoids : on constate ainsi qu'environ 25% des garçons des classes sociales aisées et moyennes sont concernés. Ces chiffres, préoccupants dans la mesure où ils concernent des enfants et adolescents, rejoignent le constat d'autres enquêtes menées au Mexique et au Brésil où un tiers des enfants et adolescents seraient en surpoids (Olaiz *et al.* 2006). Les chiffres interpellent et témoignent d'une progression inquiétante du phénomène durant les deux dernières décennies (http://www.fao.org/ag/agn/nutrition/col_fr.stm).

Soulignons que cette progression se retrouve également chez nos sujets : durant la petite décennie observée (entre 1999 et 2009), le taux de surpoids global des garçons est passé de 20,9% à 26,7%. Cet accroissement est significatif ($p = 0.03$) et décrit une tendance assez claire. Durant cette période, le taux d'obésité des garçons est passé de 3,5% à 6,9% et ce résultat est, lui aussi, significatif ($p = 0.02$). Chez les filles, l'augmentation des taux entre ces deux dates est nettement plus réduite et est non significative : la fréquence totale de sujets en surpoids est passée de 18,3% à 19,0% et la fréquence d'obésité de 1,6% à 2,6%.

Les résultats mis en évidence chez les pré-adolescents et adolescents des classes moyennes et favorisées soulignent un changement de comportement alimentaire : ces jeunes semblent se détourner des aliments traditionnels et s'aligner sur les habitudes des pays industrialisés, lesquelles ne sont pas toujours les plus équilibrées sur le plan nutritionnel (Popkin *et al.* 1998). Nous avons pu constater, par exemple, leur préférence pour les boissons sucrées, les sodas entre autres.

Et, en effet, ces observations concordent avec l'explication la plus souvent avancée pour décrire cette « épidémie » : le changement des styles de vie et des pratiques alimentaires au niveau mondial (Swinburn *et al.* 2011). Les modes de restauration uniformisée et les produits de l'industrie agro-alimentaire (plus riches en graisses et en sucre) tendent à se substituer aux produits de l'alimentation traditionnelle, entraînant de nouvelles formes de déséquilibres alimentaires et, donc, surpoids et obésité. Actuellement ce phénomène atteint surtout les villes (De Suremain *et al.* 2009). Certains pays, d'ailleurs, tentent de mettre en place des politiques pour limiter la consommation des produits trop gras et trop sucrés, avec des succès divers (Cardaci 2013).

Déetecter au plus tôt un surpoids chez un enfant est une méthode simple de prévention; informer sur son statut pondéral se révèle efficace pour prévenir et traiter précocement l'obésité (Moss et Yeaton 2012). Le suivi des courbes de poids d'un enfant constitue donc un outil des plus utiles et, à nouveau, se pose le choix des normes de références. Ici, adopter des courbes locales ne représente peut-être pas la meilleure solution. En effet, si un nombre trop important de sujets présentent un surpoids (ou de l'obésité), cela se répercute sur les normes utilisées dans cette population et un poids trop élevé risquerait d'être considéré comme normal. Peut-être, dans ce cas, est-il préférable de considérer des courbes reflétant le rapport poids/taille optimal, déterminé par un échantillon de sujets en bonne santé et sans taux de surpoids excessif...c'est-à-dire des courbes de BMI (IMC) qui, cette fois, ne seraient plus nécessairement locales.

5. Bibliographie

- Apfelbaum, M., Romon, M. & Dubus, M. 2004. *Diététique et nutrition*. Paris, Masson.
- Bejarano, I.F., Dipierri, J.E., Andrade, A. & Alfaro, E.L. 2009. Geographic altitude, surnames, and height variation of Jujuy (Argentina) Conscripts. *Am. J. Phys Anthropol.*, **138** : 158-163.
- Baker, P.T. 1978. The adaptative fitness of high altitude population. In: *The biology of high-altitude peoples*. IBP, New-York, Cambridge University Press, pp. 317-350.
- Ben-Joseph E.P., Dowshen S.A. & Izenberg, N. 2009. Do Parents Understand Growth Charts? A National, Internet-Based Survey. *Pediatrics*, **124**: 1100-1109.
- Bennett, A. Sain, S.R., Vargas, E. & Moore L.G. 2008. Evidence that parent-of-origin affects birth-weight reductions at high altitude. *Am. J. Hum. Biol.*, **20**(5) : 592-597.
- Benoist, J. 1980. Les Amériques. In Hiernaux, J. *La diversité biologique humaine*. Montréal, Presses Universitaires de Montréal/Paris, Masson, pp. 341-393.
- Cardaci, D. 2013. L'obésité infantile en Amérique latine : un défi pour la promotion de la santé. *Global Health Promotion*, **20** : 55.
- Cole, T.J. & Green, P.J. 1992. Smoothing reference centile curves: the LMS method and penalized likelihood. *Stat. Med.*, **11**: 1305-1319.

- Cole, T.J., Bellizzi, M.C., Flegal, K.M. & Dietz, W.H. 2000. Establishing a standard definition for children overweight and obesity. *International Survey BMJ*, **320** : 1240-1243..
- Cole, T.J., Flegal, K.M., Nicholls, D. & Jackson, A. 2007. Body mass Index cut offs to define thinness in children and adolescents. *International Survey. BMJ*, **335** : 194.
- Crespo.I., Valera, J. Gonzales G.F. & Guerra-Garcia, R. 1995. Crecimiento y desarrollo de niños y adolescentes a diversas alturas sobre el nivel del mar. *Acta Andina*, **4**(1) : 53-64.
- Cruz-Coke, A. 1976. Anthropologie physique des populations andines, génétique et altitude. In : *Les Colloques de l'INSERM*, **63** : 145-152.
- De Suremain, C.-E. & Katz, E. 2009. Introducción : Modelos alimentarios y recomposiciones sociales en America Latina. *Anthropology of Food*, **S6**, 1-14.
- Dieu-Cambrézy C. 1992. Croissance et adaptation physiologique de l'homme à l'altitude : une question toujours d'actualité (Etat de Veracruz, Mexique). In : C. Blanc-Pamard (Ed.). *Dynamique des systèmes agraires : la santé en société : regards et remèdes*. Paris : ORSTOM, p. 251-272. (Colloques et Séminaires). Santé, Alimentation, Environnement.
- Dieu-Cambrézy, C. & Froment, A. 1993. Croissance et hypoxie d'altitude dans la région du cofre de Perote (Etat de Veracruz, Mexique). *Bull. et Mém. de la Société d'Anthropologie de Paris*, **5**(3-4) : 401-416.
- Eiholzer, U. & Meinhardt, U. 2011. *Courrier des lecteurs Paediatrica*, **22**(4).
- Eveleth, P.B. & Tanner, J.M. 1990. *Worldwide variation in human growth*. Cambridge, Cambridge University Press., 397p.
- Facchini, F. 2003. Les effets de l'altitude. In : C. Susanne., C. et al. (Eds.) *Anthropologie biologique : Evolution et biologie humaine*. Bruxelles De Boeck, pp. 429-434.
- Frisancho A.R. 1975. Functional adaptation to high altitude hypoxia. *Science*, **187** : 313-319.
- Frisancho, A.R. 1978. Human growth and development among high altitude populations. In: P.T. Baker (Ed.), *The biology of high altitude peoples*. Cambridge, Cambridge University Press, pp. 117-171.
- Greksa, L.P. 1985. Effect of high altitude on the physical growth of upper class children of European ancestry. *Human Biology*, **12**: 225-232.
- Habicht, J.P., Martorell, R., Yarbrough, C., Malina, R.M. & Klein, R.E. 1984. Height and weight standards for pre-school children. How relevant are ethnic differences in growth potential? *Lancet*, **1**: 611-615.
- Harris N.S. et al. 2001. Nutritional and health status of Tibetan children living in high altitudes. *N. Engl J. Med.*, **344** : 341-347.
- Hauspie, R.C., Das, R.C., Preece, M.A. & Tanner, J.M. 1980. A longitudinal study of the growth in height of boys and girls of West Bengal (India) aged six months to 20 years. *Ann. Hum. Biol.*, **7**: 429-441.
- Iannotti, L., Zavaleta, N., Leon, Z. & Caufield, L.E. 2009. Growth and body composition of peruvian infants in a periurban setting. *Food. Nutr. Bull.*, **30**(3) : 245-253.
- IOTF (International Obesity Task Force), 2000 - published a widely used international standard for estimating child obesity.
- Juliusson, P.B., Roelants, M., Hoppenbrouwers, K., Hauspie, R. & Bjerknes, R. 2011. Growth of Belgian and Norwegian children compared to the WHO growth standards: prevalence below -2 and above +2 SD and the effect of breastfeeding. *Archives of Disease in Childhood*, **96** : 916-921.
- Leonard, W.R., De Walt, K.M., Stansbury, J. P. & Mc Caston, M.M. 1995. Growth differences between children of highland and Coastal Ecuador. *Am. J. Phys Anthropol.*, **98** : 47-57.
- Martorell, R. 1998. Adaptation and function. *Journal Human Organization*, **48** : 15-20.

- Monnier, C., Vercauteren, M. & Susanne, C. 2004. Estudio de crecimiento de la población escolar de Quito (Ecuador). *Antropo* <http://www.dicdac.ehu.es/antropo/5/5-2/monnier.htm>
- Monnier, C., Lepage, Y., Hauspie, R., Vercauteren, M., Roelants, M., Cruz-Albornoz, J. & Cruz-Pierard, J. 2011. Estudio del crecimiento y desarrollo de niños ecuatorianos residentes en Quito, según su origen social. *Tsafiqui*, **2**(2) : 127-141.
- Moore, L.G. 2001. Human genetic adaptation to high altitude. *High. Alt. Med. Biol* , **2** : 257-279.
- Moss, B.G., & Yeaton, W.H. 2012. U.S. Children's Preschool Weight Status Trajectories: Patterns From 9-Month, 2-Year, and 4-Year Early Childhood Longitudinal Study-Birth Cohort Data. *American Journal of Health Promotion* **26**(3) : 172-175.
- Niermeyer, S., Andrade Mollinedo, P & Huicho, L. 2009. Child health and living at high altitude. *Arch. Dis Child*, **94** : 806-811.
- Olaiz, G., Rivera, J. Shamah, T., Rojas, R., Vikkakpando, S., Hernandez M. & Sepulveda, J. (Eds.) 2006. *Encuesta nacional de salud y nutrición* 2006. Mexico, Instituto Nacional de Salud Pública/Secretaría de Salud.
- Pawson, I.G. & Huicho, L. 2010. Persistence of growth stunting in a peruvian high altitude community, 1964-1999. *Am J. Hum Biol.*, **22** ; 367-374.
- Popkin, B.M. & Doak, C.M. 1998. The obesity epidemic is a worldwide phenomenon. *Nut. Rev.*, **56** : 106-114.
- Ramirez Rozzi, F.V., Koudou, Y., Froment, A., Le Bouc, Y & Botton, J. 2015. Growth pattern from birth to adulthood in African pygmies of known age. *Nature communications*, 28 Juillet 2015. DOI : 10.1038/ncomms8672.
- Roelants, M., Hauspie, R. & Hoppenbrouwers, K. 2010. Breastfeeding, growth and growth standards: Performance of the WHO growth standards for monitoring growth of Belgian children. *Annals of Human Biology*, **37**(1): 2-9.
- Scherdel, P., Botton, J., Rolland-Cachera, M.F., Léger, J., Pelé, F., Ancel, P.Y., Simon, C., Castetbon, K., Salanave, B., Thibault, H., Lioret, S., Péneau, S., Gusto, G., Charles, M.A. & Heude, B. 2015. Should the WHO growth charts be used in France? *PLoS One*, **11**;10(3):e0120806.
- Stinson, S. 1982. The effect of high altitude on the growth of children of high socioeconomic status in Bolivia. *Am. J. Phys. Anthropol.*, **59**(1) : 61-71.
- Stinson, S. 2009. Nutritional, development, and genetic influences on relative sitting height at high altitude. *Am. J. Hum. Biol.* **21**(5) : 606-613.
- Susanne, C. & Vercauteren, M. 1996. Growth: a health indicator and social barometer. The case of Belgium. In: B.E. Bodzsar and C. Susanne (Eds.), *Studies in Human Biology*. Budapest, Eötvös University Press, pp. 113-129.
- Swinburn B.A., Sacks G., Hall K.D., Mc Pherson K., Finegood D.T., Moodie M.L. & Gortmaker S.L. 2011. The global obesity pandemic: shaped by global drivers and local environments. *Lancet*, **378**: 804-814.
- Tanner, J.M. 1986. Growth as a mirror of the condition of Society: secular trends and class Distinctions. In: *Human growth: a multidisciplinary review*. A. Demirjian and R. Taylor (Eds.), London, Taylor and Francis, pp. 3-34.
- Truswell, A.S. 1987. *ABC of nutrition*. New-York, Kindle Edition.
- Vercauteren, M., Roelants, M., Hauspie, R., Monnier, C., Lepage, Y., Cruz, J. & Susanne, C. 2009. De la nécessité de courbes de croissance adéquates : cas de la population de Quito. XXIXème colloque du Groupement des Anthropologues de Langue Française (GALF) Bordeaux ,27-30 mai.
- Vigarello, G. 2010. *Les métamorphoses du gras. Histoire de l'obésité*. Paris Seuil.

WHO 1995. *Physical status ; the use and interpretation of anthropometry*. Geneva, World Health Organization.

WHO 2007. Multicentre Growth References Study Group. WHO child growth standards : length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age : methods and development. Genève, World Health Organization.

Figure 1 : Comparaisons des Percentiles 3, 50 et 97 des sujets féminins de Quito et des courbes de références de l'OMS

Figure 2 : Statures (z-scores) des garçons et des filles de Quito, comparées aux standards OMS et selon la catégorie socio-familiale du sujet.

Figure 3 : IMC (z-scores) des garçons et des filles de Quito comparés aux standards OMS et selon la catégorie socio-familiale des sujets

Figure 4 : Taux de surpoids (y compris l'obésité : □) des garçons et des filles de Quito selon les catégories sociales

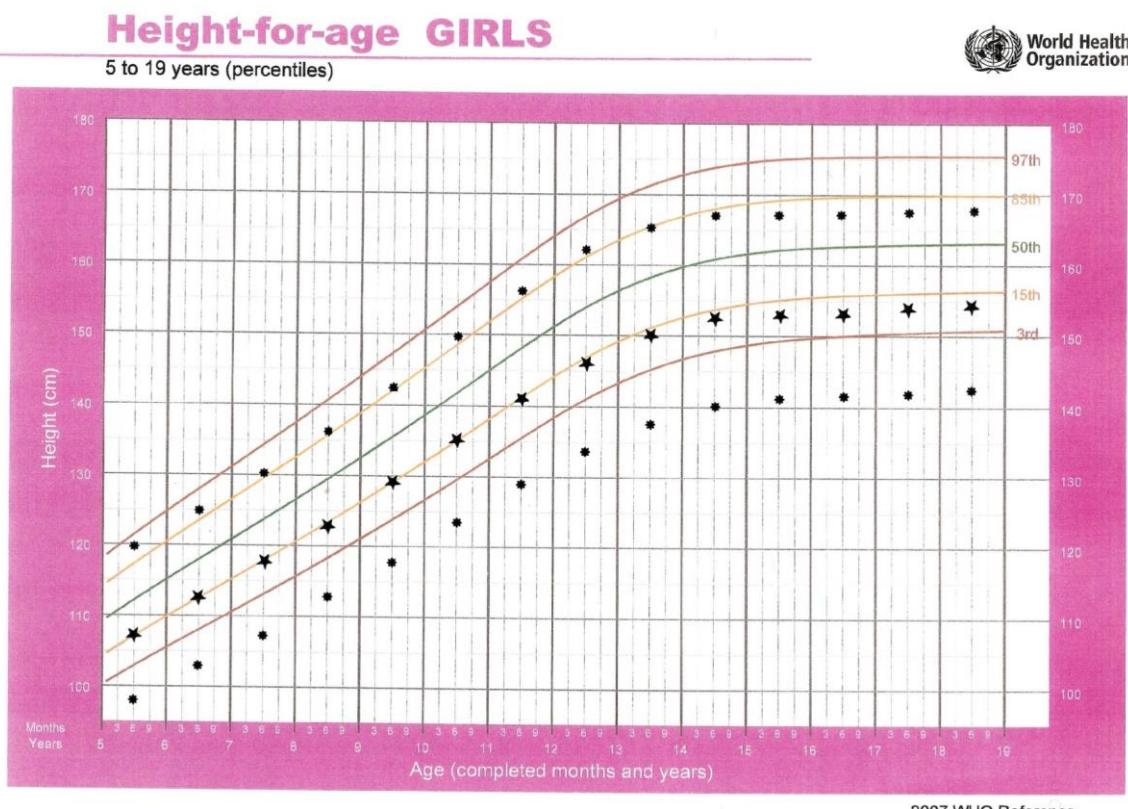


Figure 1 : Comparaisons des Percentiles 3, 50 et 97 des sujets féminins de Quito et des courbes de références de l'OMS

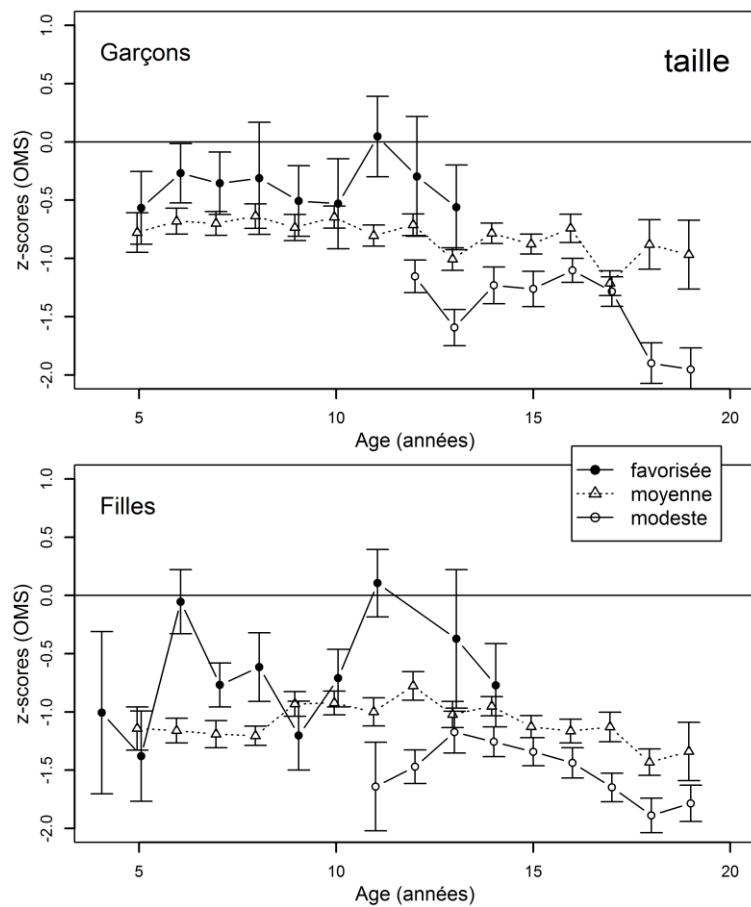


Figure 2 : Statures (z-scores) des garçons et des filles de Quito, comparées aux standards OMS (ligne 0.0) et selon la catégorie socio-familiale du sujet. Les barres indiquent les erreurs standards pour chaque moyenne de groupe correspondante. Les sous-groupes comprenant moins de 5 observations ont été exclus du graphique.

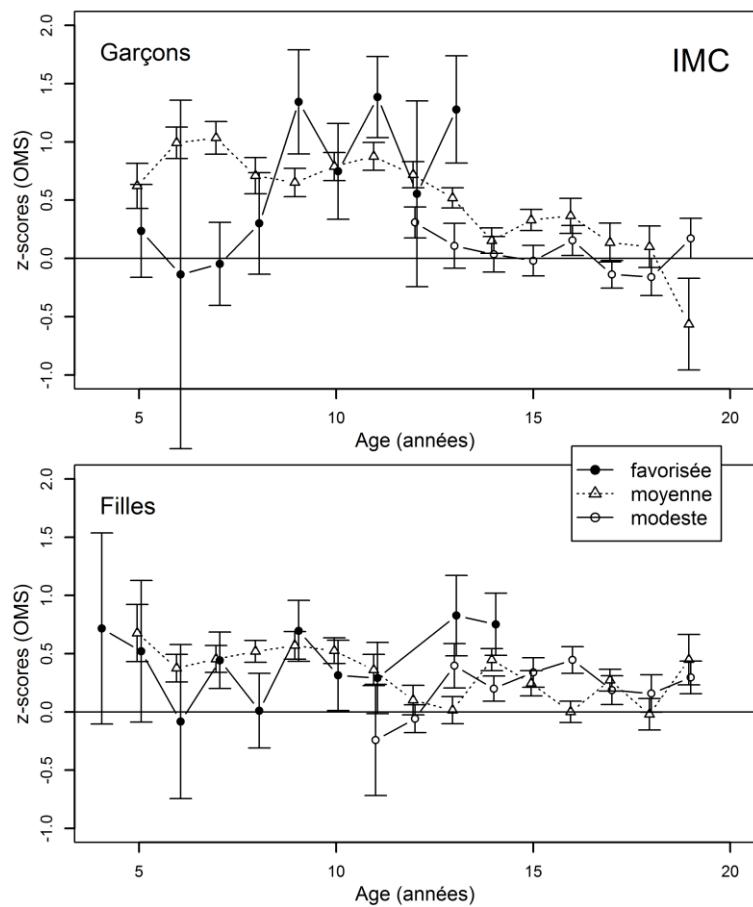


Figure 3 : IMC (z-scores) des garçons et des filles de Quito comparés aux standards OMS (ligne 0.0) et selon la catégorie socio-familiale des sujets

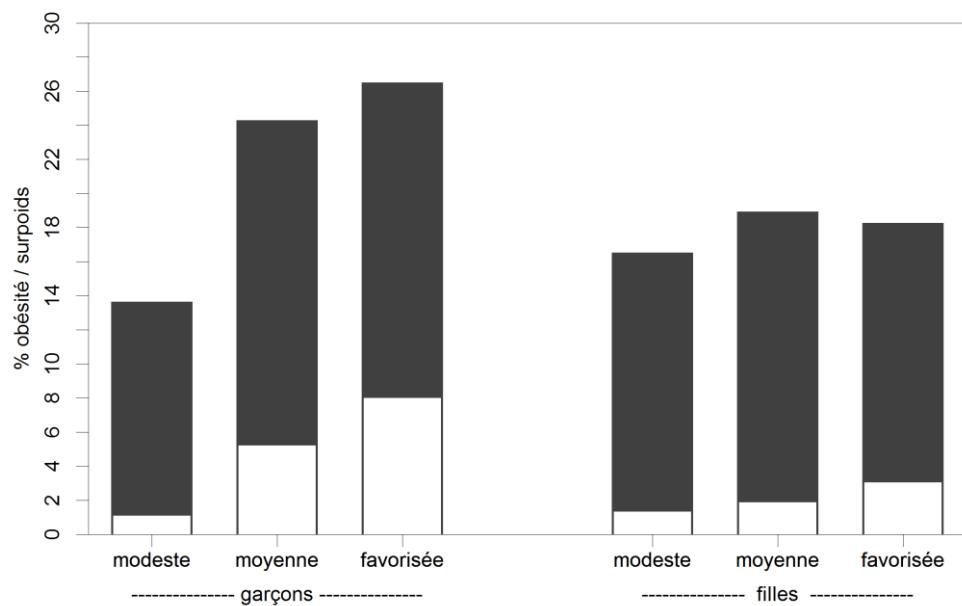


Figure 4 : Taux de surpoids (y compris l'obésité :□) des garçons et des filles de Quito selon les catégories sociales