


L'anthropométrie des enfants de la vallée du fleuve Sénégal : Situation en 1957 comparée aux évolutions ultérieures

Michel GARENNE | Pierre CANTRELLE

 MICHEL GARENNE, Institut de Recherche pour le Développement (IRD), UMI Résiliences, Bondy, France • Senior Fellow, FERDI, Université d'Auvergne, Clermont-Ferrand, France • Institut Pasteur, Épidémiologie des Maladies Émergentes, Paris, France • MRC/Wits Rural Public Health and Health Transitions Research Unit, School of Public Health, Faculty of Health Sciences, University of the Witwatersrand, Johannesburg.
Contact : mgarenne@hotmail.com

 PIERRE CANTRELLE, Institut de Recherche pour le Développement (IRD), Montpellier, France. **Contact : pierrecontrelle@wanadoo.fr**

Résumé

L'anthropométrie des enfants de moins de 12 ans a été étudiée lors de l'enquête à objectifs multiples de la moyenne vallée du fleuve Sénégal (MISOES), conduite en 1957-1958. Cette enquête nutritionnelle portait sur deux échantillons représentatifs, l'un en milieu urbain (769 enfants) et l'autre en milieu rural (1240 enfants). Plusieurs mesures ont été prises : poids, taille, tour de bras, pli cutané tricipital, pli cutané sous-scapulaire, hauteur sous-crête iliaque, largeur bi-acromiale, largeur bi-iliaque. Elles ont été comparées à des normes américaines de référence. Les données montrent un net déficit par rapport aux normes, et des interactions complexes avec le sexe, l'âge et le milieu de résidence.

... / ...

Mots clef : Anthropométrie ; Enfants ; Poids ; Taille ; IMC ; Surface corporelle ; Tour de bras ; Pli cutané tricipital ; Pli cutané sous-scapulaire ; Largeur bi-acromiale ; Largeur bi-iliaque ; Hauteur sous-crête iliaque ; Indice acromio-iliaque ; MISOES ; Niakhar ; EDS/DHS ; Sénégal ; Vallée du fleuve Sénégal.

.../...

Exprimé en pourcentage des normes de référence, les valeurs relatives de l'anthropométrie sont: 80,6% pour le poids, 95,5% pour la taille, 91,7 % pour l'indice de masse corporelle (IMC), 78,6% pour la surface corporelle ; elles sont plus faibles pour le pli tricipital (67,6%) et pour le pli sous-scapulaire (66,3%), mais moins pour le tour de bras (84,9%) et pour le tour de muscle (87,7%) ; elles sont aussi marquées pour la largeur bi-acromiale (90,5%) et pour la largeur bi-iliaque (91.9%), mais en conservant approximativement le rapport acromio-iliaque. Par contre, la hauteur sous-crête iliaque est voisine des valeurs américaines. En général les déficits sont plus marqués chez les enfants de 1-2 ans ainsi que chez les 9-12 ans. Les différences par sexe sont peu prononcées, mais les garçons sont un peu désavantagés avant 3 ans, alors que les filles sont en plus grand déficit à 9-12 ans. Les différences par milieu de résidence sont de faible amplitude et complexes : les déficits sont plus forts en rural pour les plis cutanés, mais plus forts en urbain pour le tour de bras et le tour de muscle. Les données de la MISOES sont mises en perspective en les comparant avec les données de Niakhar (1983-1984) et celles des enquêtes EDS (1993-2017) chez les moins de cinq ans. Les liens avec le développement économique sont discutés.

Introduction

L'enquête de la « Mission socio-économique du fleuve Sénégal », connue sous le sigle MISOES, fut conduite en 1957-1958 dans le cadre des futurs programmes de développement économique et social. Il s'agissait d'une enquête à objectifs multiples (EOM) visant à identifier des problèmes démographiques, sanitaires, économiques et sociaux, de manière à informer les politiques de développement. Ces enquêtes statistiques à large échelle étaient des pionnières à une époque où l'on n'avait que peu de données quantitatives sur les populations africaines, leurs dynamiques démographiques, leurs niveaux de santé, et leurs niveaux de développement économique. Ces enquêtes furent initiées par le département Coopération de l'INSEE (l'Institut National de la Statistique et des Études Économiques, France). L'enquête de la vallée du fleuve Sénégal fut l'une des premières de ces enquêtes, suivant de peu l'enquête menée en Côte d'Ivoire. Elles furent suivies par une quinzaine d'enquêtes démographiques conduites dans les anciennes colonies africaines francophones. Ces enquêtes démographiques ont été analysées dans des documents de synthèses [Groupe de Démographie Africaine, 1973a, 1973b, 1977].

L'enquête MISOES fut conduite dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal, entre Dembakané (amont) et Dagana (aval), sur les deux rives du fleuve, sur une longueur d'environ 400 km. Elle couvrait une population estimée à 341.000 habitants. Elle est décrite en détail dans un ouvrage de référence [Boutillier, Cantrelle *et al.* 1962]. L'étude était particulièrement complète, car elle comprenait plusieurs volets : démographie, niveau de santé, budget des ménages, habitat, foncier, agriculture et alimentation. Le volet santé comportait la morbidité, notamment les maladies tropicales locales et les handicaps, des examens cliniques et biologiques, ainsi qu'un volet portant sur l'anthropométrie des enfants.

Le volet anthropométrique de l'enquête n'a pas été analysé dans les documents publiés à l'époque. Ces données étaient archivées par Pierre Cantrelle, sous forme de tableaux statistiques, et sont analysées dans ce document. L'enquête anthropométrique portait sur les enfants de 0-12 ans des deux sexes. Elle était stratifiée en deux groupes (urbain et rural), et portait sur plusieurs paramètres de la croissance staturo-pondérale (poids, taille), de la croissance du squelette (épaules, bassin, jambes), ainsi que de la masse grasse et de la masse musculaire (tour de bras, pli cutané tricipital, pli cutané sous-scapulaire).

I- Données et méthodes

1) L'échantillon de l'enquête anthropométrique

L'enquête anthropométrique porte sur environ 10% des ménages en urbain, et sur environ 1,5% des ménages en rural. La comparaison de la distribution par âge de l'enquête anthropométrique avec celle de la population attendue montre que les groupes d'âge 0-8 ans sont bien couverts, mais que les 9-12 ans sont moins bien représentés et donc fournissent un échantillon potentiellement biaisé. On verra cependant que les tendances selon l'âge des principaux paramètres nutritionnels sont régulières et on a donc gardé les âges de 9 à 12 ans dans cette analyse. Au total on dispose de 769 enfants de 0-12 ans en milieu urbain et de 1240 enfants en milieu rural, nombres qui permettent de nombreuses analyses par sexe, âge et milieu de résidence (Tableau 1).

Tableau 1 : Effectifs du sondage de l'enquête anthropométrique, MISOES, 1957

Age (années)	Effectifs enquêtés (deux sexes)		Effectifs attendus en population générale		Taux de sondage (pourcent)	
	Urbain	Rural	Urbain	Rural	Urbain	Rural
0-2	252	341	2684	29037	9,39%	1,17%
3-5	225	399	2149	23260	10,47%	1,72%
6-8	223	344	1910	20665	11,68%	1,66%
9-12	69	156	2299	24888	3,00%	0,63%
Total	769	1240	9042	97850	8,50%	1,27%

2) Les mesures anthropométriques et les normes de référence

L'enquête anthropométrique est très complète. Elle comporte des mesures de croissance staturo-pondérale : poids et taille ; des mesures de la masse grasse et de la masse musculaire : tour de bras, pli cutané tricipital, pli cutané sous-scapulaire ; ainsi que des mesures de la croissance du squelette : largeur des épaules (bi-acromiale), largeur du bassin (bi-crête iliaque), et hauteur des jambes (hauteur sous-crête iliaque). Toutes les mesures ont été prises par M. Mamadou Téra, opérateur de l'IFAN (Institut Français d'Afrique Noire, Dakar), bien formé à cet exercice par le Dr. Pierre Cantrelle, et intégré à l'équipe médicale de la MISOES sous la conduite du Dr. Thianar N'doye, médecin et nutritionniste de l'ORANA (Office de Recherche pour l'Alimentation et la Nutrition en Afrique, Dakar).

Les valeurs moyennes selon l'âge observées à l'enquête MISOES ont été comparées à des normes ou des valeurs de référence. Il faut noter que les données concernent les années d'âge (et non pas les dates d'anniversaire) si bien que les 'moins d'un an' représentent les '0-11 mois', les '1 an' les '12-23 mois', ... et les '12 ans' les '132-143' mois. Comme les différences entre les sexes et les milieux urbain et rural sont faibles, on présentera d'abord les valeurs des déficits pour l'ensemble, en se focalisant sur les schémas par âge, puis on présentera

les différences par sexe et par milieu de résidence. Pour le poids et la taille, les valeurs de référence sont des normes américaines, celles du CDC-2000, qui sont des normes donnant la médiane et l'écart-type du poids par âge, de la taille par âge et de l'indice de masse corporelle (IMC) [CDC 2000]. Ces normes ont été établies à partir des enquêtes anthropométriques NHANES, sur des échantillons représentatifs des enfants américains [NCHS, 1996]. Comme on ne disposait que des valeurs par année d'âge dans l'enquête MISOES, on a réalisé la comparaison avec les moyennes par année d'âge des normes CDC-2000.

Pour le tour de bras, le pli tricipital, et le pli sous-scapulaire, les normes sont aussi des valeurs de référence américaines, mais tirées directement de l'enquête NHANES-III, conduite en 1998-2004. Ces données fournissent directement la moyenne et l'écart-type de ces paramètres par année d'âge. Pour les largeurs bi-acromiale, bi-iliaque et la stature correspondante, on a aussi utilisé les valeurs de références américaines tirées de l'enquête NHANES-III, tabulées par sexe et année d'âge. Par contre l'enquête NHANES-III ne fournit pas directement la hauteur sous-crête iliaque, mais seulement la taille assise. La hauteur sous-crête iliaque a été approximée en faisant la différence entre taille debout – taille assise et en ajoutant 10% de la taille debout (hauteur des hanches).

Plusieurs indicateurs ont été calculés à partir des mesures anthropométriques pour évaluer l'état nutritionnel des enfants de l'enquête MISOES, selon les formules classiques :

$$\text{IMC} = \text{Poids}/\text{Taille}^2$$

Où le poids est en kg, la taille en m, et l'indice de masse corporelle (IMC) en kg/m².

$$\text{SC} = a \times \text{Poids}^b \times \text{Taille}^c$$

Avec a= 0,0235 ; b=0,51456 ; c= 0,42246; où le poids est en kg, la taille en cm et la surface corporelle (SC) en m².

$$\text{Tour de muscle} = \text{Tour de bras} - \pi \times \text{Pli tricipital}$$

$$\text{Rapport bi-acromial} = \text{Largeur bi-acromiale} / \text{Stature}$$

$$\text{Rapport bi-iliaque} = \text{Largeur bi-iliaque} / \text{Stature}$$

$$\text{Rapport sous-crête iliaque} = \text{Hauteur sous-crête iliaque} / \text{Stature}$$

$$\text{Indice bi-acromiale} / \text{bi-iliaque} : \text{Largeur bi-acromiale} / \text{Largeur bi-iliaque}$$

Tous ces indicateurs sont exprimés en pourcentage des valeurs de références, calculées par sexe et âge. Ils apparaissent dans les tableaux et les graphiques sous le label « relatif aux normes » (Poids relatif, Taille relative, etc.). Le déficit est égal à 1 – valeur relative, si positif.

$$\text{Valeur relative} = \text{Valeur observée} / \text{Valeur de référence}$$

$$\text{Déficit} = 1 - \text{Valeur relative}$$

II – Résultats

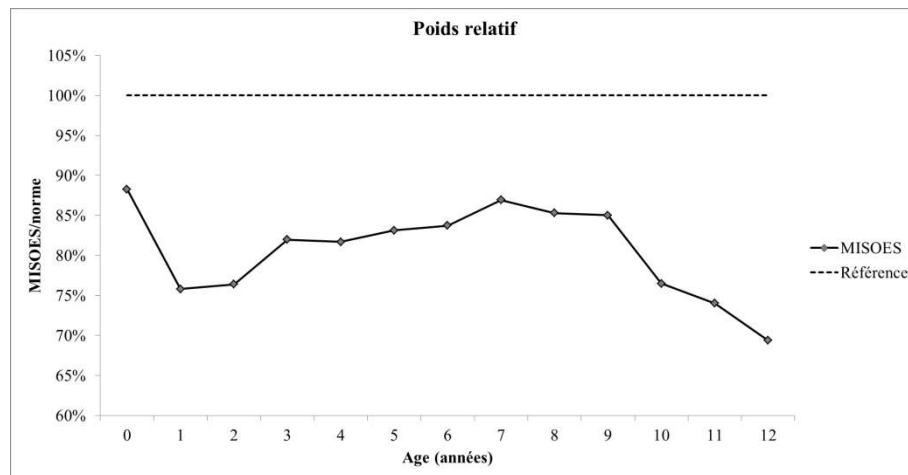
1) Poids et taille

Cette section traite du poids, de la taille et de leurs combinaisons : le rapport poids / taille (l'indice de masse corporelle) et de la surface corporelle. Les formules utilisées pour les calculs sont présentées dans la section méthodologique.

1.1. Le poids

Le poids des enfants suit un schéma par âge assez régulier, presque linéaire, allant de 6,4 kg chez les enfants de moins d'un an, 18,1 kg chez les enfants de 6 ans, à 30,0 kg chez les enfants de 12 ans. Le poids moyen se situe nettement en dessous des normes de référence, l'écart moyen étant de 5,5 kg. L'écart est faible dans la première année de vie (0,9 kg), puis augmente avec l'âge, se creuse au-delà de 9 ans, pour atteindre un maximum de 14,7 kg à 12 ans. Exprimé en pourcentage des normes, le déficit apparaît modéré la première année (11,7%), puis augmente rapidement à 1-2 ans (23,9%), avant de récupérer et s'établir à un minimum à 7-8 ans (13,9%), ayant presque récupéré le niveau initial, avant de replonger pour atteindre son plus fort niveau à 11-12 ans (28,3%). Deux périodes sont donc à fort déficit pondéral : les très jeunes enfants (1-2 ans) et les pré-adolescents (10-12 ans). Tous ces déficits sont très largement statistiquement significatifs (Figure 1, Tableau 2).

Figure 1 : Poids relatif aux normes, selon l'âge, MISOES, 1957



Les déficits sont voisins pour les deux sexes avant 9 ans, et seul le déficit des filles de 9-12 ans est significativement supérieur à celui des garçons du même âge ($P=0,032$). Le déficit pondéral est aussi similaire dans les deux milieux urbain et rural. Les différences entre l'urbain et le rural ne sont pas significatives entre 1 et 10 ans, par contre le déficit est supérieur en milieu

rural avant 1 an (P=0,028) et supérieur en milieu urbain à 11-12 ans (P=0,016), mais ces différences restent de faible ampleur (Tableau 2).

Tableau 2 : Différentiels du poids relatif par rapport aux normes, MISOES, 1957

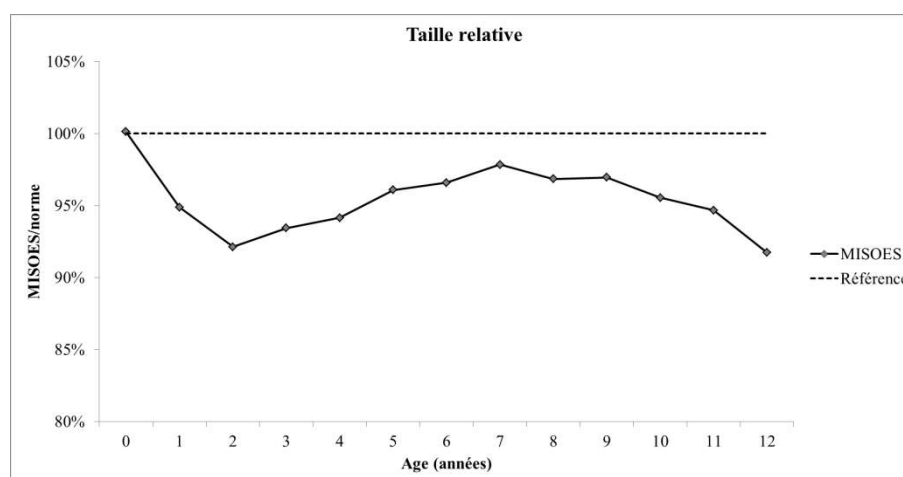
Catégorie	Groupe d'âge						
	< 1 an	1-2 ans	3-4 ans	5-6 ans	7-8 ans	9-10 ans	11-12 ans
<i>Poids relatif</i>							
Valeur	0,883	0,761	0,818	0,834	0,861	0,808	0,717
IC-min	0,853	0,748	0,805	0,823	0,847	0,787	0,696
IC-max	0,914*	0,775*	0,833*	0,846*	0,876*	0,829*	0,739*
<i>Selon le sexe</i>							
Garçon	0,892	0,758	0,817	0,831	0,859	0,835	0,726
Fille	0,874	0,764	0,819	0,838	0,863	0,780	0,708
P-(diff)	0,571(ns)	0,701(ns)	0,889(ns)	0,510(ns)	0,821(ns)	0,010*	0,427(ns)
<i>Selon le milieu de résidence</i>							
Urbain	0,922	0,771	0,831	0,843	0,866	0,808	0,681
Rural	0,853	0,756	0,812	0,831	0,859	0,799	0,734
P-(diff)	0,028*	0,284(ns)	0,167(ns)	0,312(ns)	0,666(ns)	0,687(ns)	0,016*

NB : Valeur relative = valeur observée / norme ; P = valeur du test de la différence entre catégorie ; (ns)= non significatif ; (*) si $P < 0,05$; IC-min/max = valeur minimale et maximale de l'intervalle de confiance à 95%.

1.2. La taille

La taille évolue aussi de manière assez régulière en fonction de l'âge, allant de 65,1 cm chez les moins de 1 an, à 114,3 cm chez les 6 ans et 140,6 cm chez les 12 ans. Avant 1 an, la taille est pratiquement égale à celle des normes, puis l'écart se creuse, pour récupérer une bonne partie du déficit à 7 ans avant de se creuser à nouveau jusqu'à 12 ans. Exprimé en pourcentage de la médiane des valeurs de référence, les enfants de moins d'un an partent avec des tailles comparables aux normes, puis le retard de croissance devient fort à 1-4 ans (6,4%), avant d'en récupérer une bonne partie à 7-8 ans (2,7%), puis de replonger à nouveau pour atteindre un fort déficit à 11-12 ans (6,8%). On retrouve donc les mêmes évolutions que pour le poids (Figure 2, Tableau 3).

Figure 2 : Taille relative aux normes, selon l'âge, MISOES, 1957



Avant 8 ans le déficit est plus fort chez les garçons, mais la différence n'est significative qu'à 7-8 ans ($P= 0,019$). Le déficit semble s'inverser après 8 ans, mais les différences entre filles et garçons ne sont pas significatives et restent de faible ampleur. Les déficits sont aussi semblables dans les deux milieux de résidence, et aucune différence n'est significative avant 11 ans. La seule différence significative est le plus fort déficit noté en milieu urbain à 11-12 ans ($P= 0,003$), comme pour le poids (Tableau 3).

Tableau 3 : Différentiels de la taille relative aux normes, MISOES, 1957

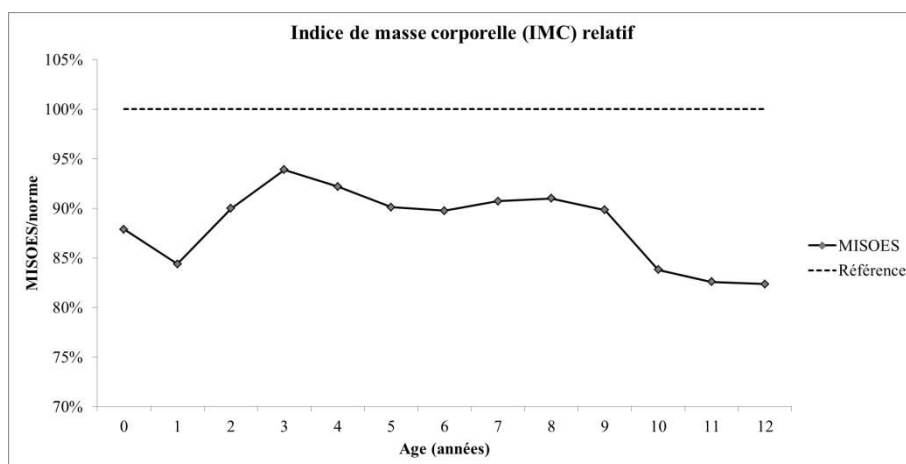
Catégorie	Groupe d'âge						
	< 1 an	1-2 ans	3-4 ans	5-6 ans	7-8 ans	9-10 ans	11-12 ans
<i>Taille relative</i>							
Valeur	1,001	0,935	0,938	0,963	0,973	0,962	0,932
IC-min	0,986	0,928	0,931	0,957	0,967	0,954	0,923
IC-max	1,016(ns)	0,942*	0,945*	0,969*	0,980*	0,971*	0,941*
<i>Selon le sexe</i>							
Garçon	1,000	0,933	0,934	0,960	0,966	0,967	0,935
Fille	1,003	0,937	0,942	0,967	0,981	0,958	0,929
P-(diff)	0,851(ns)	0,638(ns)	0,319(ns)	0,263(ns)	0,019*	0,281(ns)	0,541(ns)
<i>Selon le milieu de résidence</i>							
Urbain	1,010	0,938	0,946	0,965	0,974	0,954	0,908
Rural	0,994	0,934	0,934	0,963	0,973	0,963	0,942
P-(diff)	0,329(ns)	0,521(ns)	0,085(ns)	0,746(ns)	0,857(ns)	0,333(ns)	0,000*

NB : Valeur relative = valeur observée / norme ; P = valeur du test de la différence entre catégorie ; (ns)= non significatif ; (*) si $P < 0,05$; IC-min/max = valeur minimale et maximale de l'intervalle de confiance à 95%.

1.3. Le rapport poids/taille (IMC)

L'indice de masse corporelle (IMC), aussi appelé indice de Quételet, mesure la maigreur relative compte tenu de la taille. L'IMC des enfants de l'enquête MISOES ne suit pas vraiment le schéma par âge des normes. Au lieu d'augmenter après 1 an, il diminue, puis il baisse plus fortement que prévu, et enfin il stagne après 9 ans au lieu d'augmenter comme attendu selon les normes. Le déficit par rapport aux normes est déjà marqué avant 1 an (11,9%), puis il baisse un peu à 1-2 ans (12,9%), avant de récupérer en partie à 3-4 ans (7,0%), puis il baisse légèrement jusqu'à 7-8 ans (9,1%), puis plus rapidement pour atteindre ses plus faibles valeurs à 11-12 ans (17,5%). Les enfants de l'enquête sont donc toujours plus maigres qu'attendu à taille égale, surtout à 0-1 ans et à 10-12 ans. Ces deux groupes d'âge cumulent à la fois le retard de croissance et la maigreur (Figure 3).

Figure 3 : IMC relatif aux normes, selon l'âge, MISOES, 1957



Les déficits sont du même ordre de grandeur pour garçons et filles, et si les filles se situent toujours en dessous des garçons, aucune des différences n'est statistiquement significative. Il en va de même pour les deux milieux de résidence : les évolutions de l'IMC sont voisines en urbain et en rural, et aucune différence n'est statistiquement significative (Tableau 4).

Tableau 4 : Différentiels de l'indice de masse corporelle (IMC) relatif aux normes, MISOES, 1957

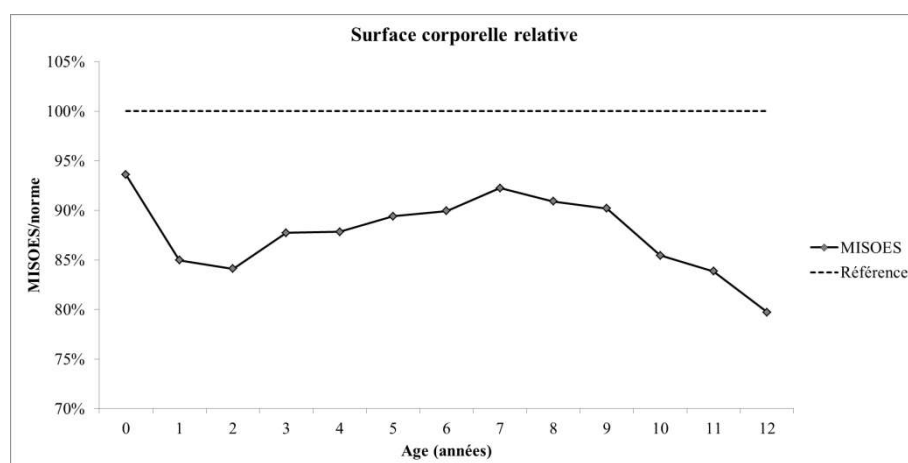
Catégorie	Groupe d'âge						
	< 1 an	1-2 ans	3-4 ans	5-6 ans	7-8 ans	9-10 ans	11-12 ans
<i>IMC relatif</i>							
Valeur	0,881	0,871	0,930	0,899	0,909	0,871	0,825
IC-min	0,841	0,852	0,909	0,882	0,890	0,844	0,796
IC-max	0,923*	0,891*	0,952*	0,916*	0,928*	0,899*	0,855*
<i>Selon le sexe</i>							
Garçon	0,892	0,871	0,937	0,902	0,921	0,892	0,831
Fille	0,870	0,871	0,924	0,897	0,897	0,850	0,819
P-(diff)	0,297(ns)	0,954(ns)	0,284(ns)	0,461(ns)	0,134(ns)	0,614(ns)	0,060(ns)
<i>Selon le milieu de résidence</i>							
Urbain	0,904	0,877	0,929	0,905	0,912	0,887	0,826
Rural	0,863	0,869	0,931	0,896	0,907	0,861	0,828
P-(diff)	0,323(ns)	0,678(ns)	0,930(ns)	0,603(ns)	0,809(ns)	0,397(ns)	0,968(ns)

NB : Valeur relative = valeur observée / norme ; P = valeur du test de la différence entre catégorie ; (ns) = non significatif ; (*) si $P < 0,05$; IC-min/max = valeur minimale et maximale de l'intervalle de confiance à 95%.

1.4. La surface corporelle

La mesure de la surface corporelle présente au contraire une synthèse de la croissance staturale, puisqu'elle combine à la fois le poids et la taille. Son schéma par âge suit donc la combinaison des deux composantes. Ce schéma est régulier, et part d'une valeur proche des normes avant 1 an (0,36 m²), pour atteindre 0,77 m² à 6 ans et 1,09 m² à 12 ans. Exprimé en pourcentage par rapport aux normes, le déficit apparaît faible avant 1 an (6,2%), puis se creuse rapidement à 1-2 ans (15,5%) pour récupérer rapidement et atteindre 8,4% à 7-8 ans, avant de se creuser à nouveau et atteindre son maximum à 11-12 ans (18,2%). Le déficit staturale est donc élevé dans cette population, tout particulièrement à 1-2 ans et à 11-12 ans (Figure 4, Tableau 5).

Figure 4 : Surface corporelle relative aux normes, selon l'âge, MISOES, 1957



Le déficit est pratiquement le même pour les garçons et les filles jusqu'à 7-8 ans, par contre il est supérieur chez les filles entre 9 et 12 ans ($P=0,021$). Les différences entre les deux milieux de résidence sont non-significatives entre 1 et 10 ans. Par contre le déficit est plus marqué en rural avant 1 an ($P=0,016$) et plus marqué en urbain à 11-12 ans ($P=0,001$) (Tableau 5).

Tableau 5 : Différentiels de la surface corporelle relative aux normes, MISOES, 1957

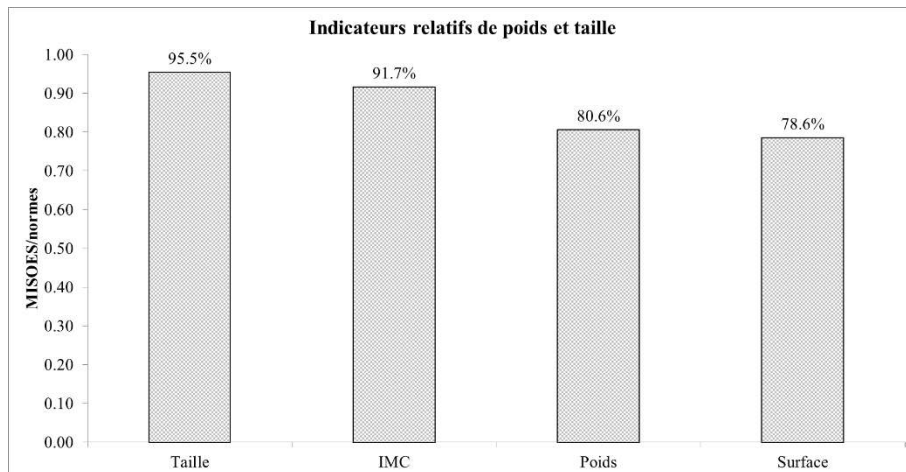
Catégorie	Groupe d'âge						
	< 1 an	1-2 ans	3-4 ans	5-6 ans	7-8 ans	9-10 ans	11-12 ans
<i>Surface relative</i>							
Valeur	0,938	0,845	0,878	0,897	0,916	0,881	0,818
IC-min	0,921	0,837	0,870	0,890	0,907	0,869	0,805
IC-max	0,956*	0,853*	0,886*	0,904*	0,924*	0,893*	0,831*
<i>Selon le sexe</i>							
Garçon	0,943	0,842	0,876	0,893	0,912	0,898	0,824
Fille	0,934	0,847	0,880	0,900	0,919	0,864	0,812
P-(diff)	0,640(ns)	0,611(ns)	0,633(ns)	0,311(ns)	0,379(ns)	0,006*	0,353(ns)
<i>Selon le milieu de résidence</i>							
Urbain	0,963	0,851	0,888	0,902	0,918	0,879	0,788
Rural	0,919	0,841	0,873	0,895	0,914	0,877	0,832
P-(diff)	0,016*	0,221(ns)	0,060(ns)	0,289(ns)	0,643(ns)	0,908(ns)	0,001*

NB : Valeur relative = valeur observée / norme ; P = valeur du test de la différence entre catégorie ; (ns) = non significatif ; (*) si $P < 0,05$; IC-min/max = valeur minimale et maximale de l'intervalle de confiance à 95%.

1.5. Synthèse sur les déficits en poids et taille

La figure 5 résume les déficits en poids et taille des enfants de l'enquête MISOES. Tous âges confondus, le déficit en taille se monte à 4,5% des normes, le déficit en poids par taille à 8,3%, ce qui produit des déficits quasi-équivalents en poids par âge (19,4%) et en surface corporelle (21.4%).

Figure 5 : Synthèse des déficits en poids et taille, enfants de 0-12 ans, MISOES, 1957



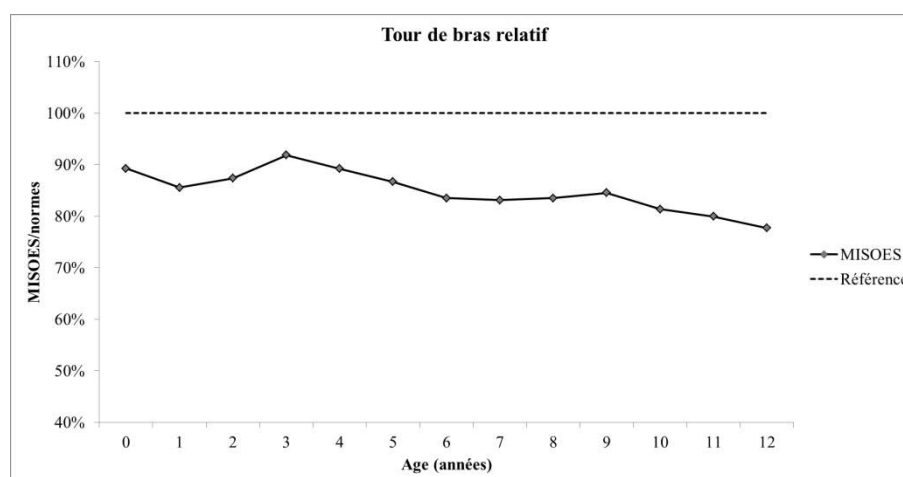
2) Masse grasse et muscle

Cette section présente les déficits en tour de bras et tour de muscle ainsi qu'en plis cutanés tricipital et sous-scapulaire, dans le but d'estimer la masse grasse et la masse musculaire.

2.1. Le tour de bras (périmètre brachial)

Le tour de bras moyen dans l'échantillon de la MISOES est nettement en-dessous des normes dès les premières années de vie, et encore plus après 10 ans. L'évolution est peu régulière, assez similaire pour les garçons et les filles, ainsi que pour les deux milieux de résidence. Le déficit moyen du tour de bras par rapport aux valeurs de référence est de 10,7% avant 1 an, puis baisse pour atteindre 16,7% à 7-8 ans, pour plonger ensuite et atteindre 21,2% à 11-12 ans. (Figure 6, Tableau 6).

Figure 6 : Tour de bras relatif aux normes, selon l'âge, MISOES, 1957



Les filles sont plutôt avantagées entre 1 et 10 ans, significativement entre 3 et 8 ans, mais les différences entre les deux sexes restent faibles, de 1,4% en moyenne. Le déficit du tour de bras est plus marqué en urbain (16,7%) qu'en rural (14,3%), sans interaction avec l'âge. Ces différences sont significatives dans certains groupes d'âge (5-8 ans, 11-12 ans) mais disparaissent dans d'autres (0-4 ans, à 9-10 ans). Dans l'ensemble ces différences entre urbain et rural sont de faible amplitude, de 2,4% en moyenne (Tableau 6).

Tableau 6 : Différentiels du tour de bras relatif aux normes, MISOES, 1957

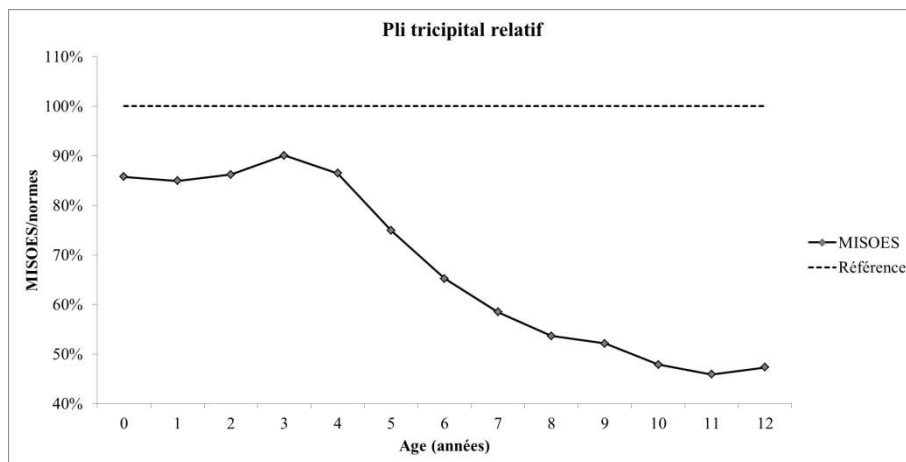
Catégorie	Groupe d'âge						
	< 1 an	1-2 ans	3-4 ans	5-6 ans	7-8 ans	9-10 ans	11-12 ans
<i>Tour de bras relatif</i>							
Valeur	0,893	0,865	0,905	0,851	0,833	0,830	0,788
IC-min	0,868	0,850	0,895	0,844	0,825	0,818	0,772
IC-max	0,918*	0,880*	0,916*	0,858*	0,842*	0,842*	0,805*
<i>Selon le sexe</i>							
Garçon	0,903	0,862	0,891	0,839	0,819	0,824	0,787
Fille	0,882	0,867	0,920	0,862	0,848	0,835	0,789
P-(diff)	0,401(ns)	0,748(ns)	0,006*	0,001*	0,001*	0,366(ns)	0,907(ns)
<i>Selon le milieu de résidence</i>							
Urbain	0,877	0,856	0,896	0,842	0,810	0,824	0,748
Rural	0,907	0,873	0,911	0,857	0,841	0,832	0,804
P-(diff)	0,229(ns)	0,241(ns)	0,139(ns)	0,041*	0,000*	0,541(ns)	0,002*

NB : Valeur relative = valeur observée / norme ; P = valeur du test de la différence entre catégorie ; (ns)= non significatif ; (*) si $P < 0,05$; IC-min/max = valeur minimale et maximale de l'intervalle de confiance à 95%.

2.2. Le pli cutané tricipital

Le pli cutané tricipital moyen suit une évolution régulière selon l'âge, mais inattendue. Il est nettement en dessous des normes à tous les âges. On remarque plusieurs anomalies : il est anormalement faible à 1-2 ans, et il ne ré-augmente pas avec l'âge au-delà de 8 ans, comme on l'attendrait d'après les normes. Le déficit du pli tricipital est assez stable entre 0 et 4 ans, variant de 14,4% à 88,2%, puis il se creuse avec l'âge à partir de 5 ans, pour atteindre une valeur très élevée à 11-12 ans (53,4%). Les pré-adolescents (7-12 ans) ont donc une masse grasse particulièrement faible (Figure 7).

Figure 7 : Pli tricipital relatif aux normes, selon l'âge, MISOES, 1957



Le déficit est pratiquement le même chez les filles et chez les garçons avant 8 ans, et légèrement plus faible à 9-12 ans, la différence étant significative ($P= 0,036$). Le schéma par âge du déficit est similaire dans les deux milieux de résidence. Le milieu rural est désavantagé à tous les âges, avec un déficit plus important du pli tricipital (33,8%) que le milieu urbain (29,6%). La différence entre le milieu urbain et le milieu rural est notable avant 1 an ($P= 0,001$), faible et non significative entre 1 et 4 ans, plus forte par la suite et maximale à 9-12 ans ($P<0,001$) (Tableau 7).

Tableau 7 : Différentiels du pli tricipital relatif aux normes, MISOES, 1957

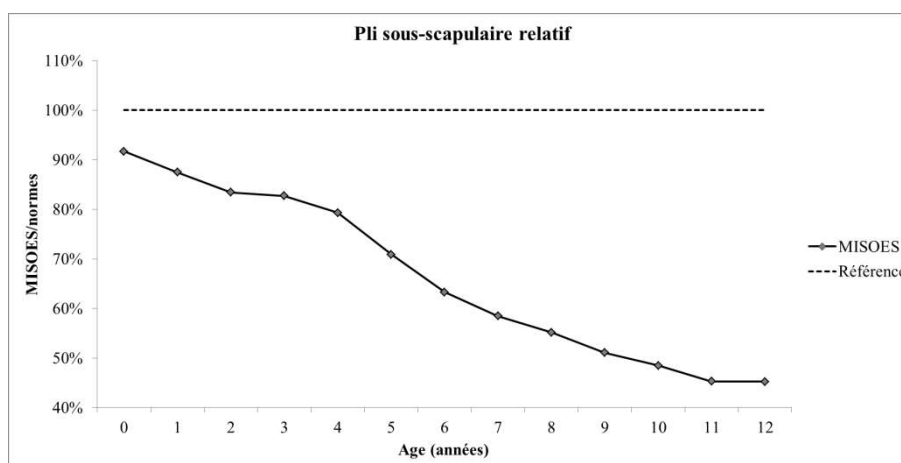
Catégorie	Groupe d'âge						
	< 1 an	1-2 ans	3-4 ans	5-6 ans	7-8 ans	9-10 ans	11-12 ans
<i>Tricipital relatif</i>							
Valeur	0,857	0,856	0,882	0,701	0,561	0,500	0,466
IC-min	0,833	0,840	0,865	0,685	0,546	0,478	0,441
IC-max	0,883*	0,872*	0,900*	0,716*	0,575*	0,523*	0,493*
<i>Selon le sexe</i>							
Garçon	0,861	0,845	0,886	0,709	0,553	0,476	0,457
Fille	0,854	0,867	0,879	0,692	0,568	0,524	0,475
P-(diff)	0,786(ns)	0,177(ns)	0,705(ns)	0,273(ns)	0,277(ns)	0,023*	0,432(ns)
<i>Selon le milieu de résidence</i>							
Urbain	0,907	0,864	0,888	0,718	0,588	0,580	0,484
Rural	0,820	0,849	0,882	0,686	0,548	0,473	0,458
P-(diff)	0,001*	0,368(ns)	0,752(ns)	0,043*	0,006*	0,000*	0,358(ns)

NB : Valeur relative = valeur observée / norme ; P = valeur du test de la différence entre catégorie ; (ns)= non significatif ; (*) si $P < 0,05$; IC-min/max = valeur minimale et maximale de l'intervalle de confiance à 95%.

2.3. Le pli sous-scapulaire

Le pli sous-scapulaire suit aussi une évolution régulière selon l'âge, mais inattendue, comme pour le pli tricipital. Il reste assez proche des normes jusqu'à 4 ans, puis l'écart avec les valeurs de références se creuse, le pli moyen restant approximativement constant après, avec peu de différence entre les sexes ni entre les milieux de résidence, alors qu'il devrait augmenter rapidement, surtout chez les filles. Le déficit moyen du pli sous-scapulaire est modéré avant 1 an (8,3%), puis il baisse modérément pour atteindre 19,0% à 3-4 ans, avant de plonger rapidement pour atteindre 54,7% à 11-12 ans (Figure 8 ; Tableau 8).

Figure 8 : Pli sous-scapulaire relatif aux normes, selon l'âge, MISOES, 1957



Les déficits sont similaires chez les filles et chez les garçons entre 3 et 12 ans, mais plus forts chez les filles avant 1 an (P<0,001) et à 1-4 ans (P=0,023). Le déficit moyen du pli sous-scapulaire est toujours plus fort en milieu rural qu'en milieu urbain, et les évolutions avec l'âge sont assez parallèles, l'écart moyen étant de +4,3%, les différences étant significatives dans chaque groupe d'âge de 0 à 10 ans, mais pas à 11-12 ans (Tableau 8).

Tableau 8 : Différentiels du pli sous-scapulaire relatif aux normes, MISOES, 1957

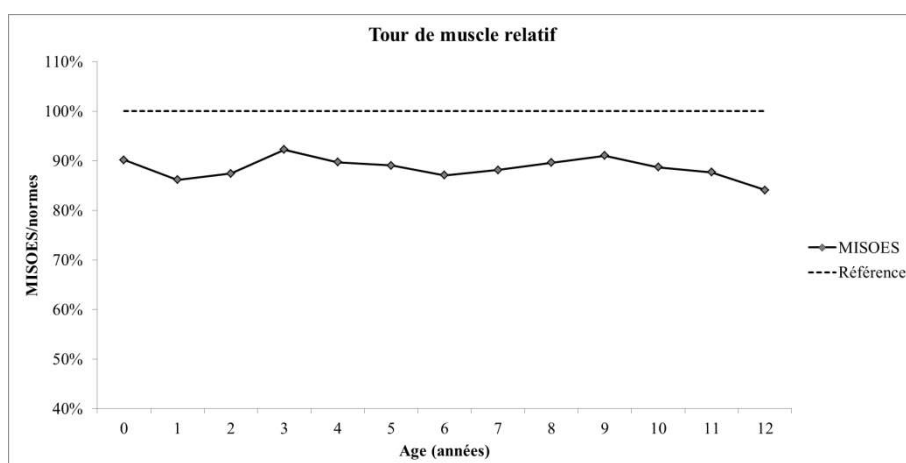
Catégorie	Groupe d'âge						
	< 1 an	1-2 ans	3-4 ans	5-6 ans	7-8 ans	9-10 ans	11-12 ans
<i>Sous-scapulaire relatif</i>							
Valeur	0,917	0,854	0,810	0,671	0,568	0,498	0,453
IC-min	0,884	0,838	0,793	0,658	0,557	0,478	0,433
IC-max	0,951*	0,871*	0,828*	0,684*	0,580*	0,518*	0,473*
<i>Selon le sexe</i>							
Garçon	0,999	0,873	0,815	0,680	0,577	0,497	0,471
Fille	0,834	0,836	0,806	0,663	0,560	0,498	0,434
P-(diff)	0,000*	0,023*	0,628(ns)	0,201(ns)	0,126(ns)	0,972(ns)	0,054(ns)
<i>Selon le milieu de résidence</i>							
Urbain	0,959	0,875	0,838	0,693	0,591	0,541	0,467
Rural	0,876	0,831	0,796	0,654	0,557	0,481	0,446
P-(diff)	0,017*	0,007*	0,019*	0,005*	0,004*	0,011*	0,377(ns)

NB : Valeur relative = valeur observée / norme ; P = valeur du test de la différence entre catégorie ; (ns)= non significatif ; (*) si P < 0,05 ; IC-min/max = valeur minimale et maximale de l'intervalle de confiance à 95%.

2.4. Le tour de muscle

Le tour de muscle résulte de la différence entre le tour de bras et le pli tricipital. Dans l'ensemble, le tour de muscle suit donc une évolution similaire au tour de bras, mais avec une plus faible différence par rapport aux normes du fait de l'impact du pli cutané. L'évolution par âge est assez régulière, mais on note une faible augmentation entre 0 et 1 an, une certaine récupération après, avec peu de différence entre les sexes et entre les milieux de résidence. Exprimé en pourcentage des valeurs de référence, le déficit apparaît assez constant selon l'âge, avec de petites fluctuations, passant de 9,8% avant 1 an, 13,3% à 1-2 ans, 9,0% à 3-4 ans et 14,1% à 11-12 ans (Figure 9, Tableau 9).

Figure 9 : Tour de muscle relatif aux normes, selon l'âge, MISOES, 1957



Les différences par sexe sont de faible amplitude, 4,1% en moyenne, le déficit étant toujours plus marqué chez les garçons, les différences étant significatives entre 3 et 8 ans. Le déficit du tour de muscle est plus marqué en urbain qu'en rural, et ceci significativement à tous les âges, mais reste de faible amplitude : 5,1% en moyenne (Tableau 9).

Tableau 9 : Différentiels du tour de muscle relatif aux normes, MISOES, 1957

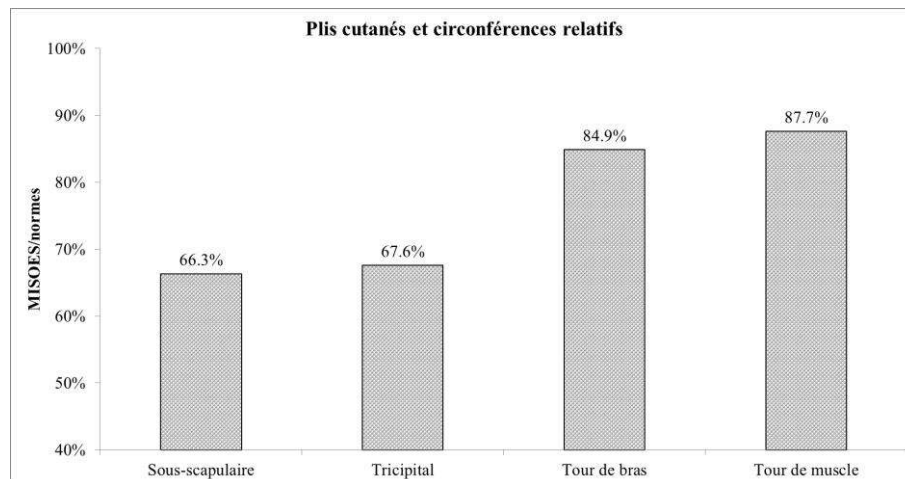
Catégorie	Groupe d'âge						
	< 1 an	1-2 ans	3-4 ans	5-6 ans	7-8 ans	9-10 ans	11-12 ans
<i>Tour de muscle relatif</i>							
Valeur	0,902	0,867	0,910	0,881	0,889	0,901	0,859
IC-min	0,893	0,862	0,906	0,878	0,886	0,895	0,853
IC-max	0,911*	0,871*	0,915*	0,885*	0,893*	0,906*	0,866*
<i>Selon le sexe</i>							
Garçon	0,915	0,866	0,892	0,864	0,869	0,893	0,854
Fille	0,890	0,867	0,929	0,899	0,910	0,908	0,865
P-(diff)	0,005*	0,860(ns)	0,000*	0,000*	0,000*	0,002*	0,073(ns)
<i>Selon le milieu de résidence</i>							
Urbain	0,869	0,854	0,898	0,867	0,856	0,877	0,806
Rural	0,930	0,879	0,917	0,891	0,901	0,909	0,880
P-(diff)	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*

NB : Valeur relative = valeur observée / norme ; P = valeur du test de la différence entre catégorie ; (ns)= non significatif ; (*) si $P < 0,05$; IC-min/max = valeur minimale et maximale de l'intervalle de confiance à 95%.

2.5. Synthèse sur les déficits en masse grasse et masse musculaire

En résumé, les déficits en graisse sous-cutanée et de muscle sont notables. Les déficits sont forts pour les plis cutanés (33,7% et 32,4%), mais modérés pour les muscles (12,3%) (Figure 10).

Figure 10 : Synthèse sur les déficits en plis cutanés et muscle, enfants de 0-12 ans, MISOES



3) La morphologie corporelle

Cette section présente trois mesures du développement du squelette : la longueur des jambes (hauteur sous-crête iliaque), la largeur des épaules (largeur bi-acromiale) et la largeur du bassin (largeur bi-crête iliaque), présentées en relation avec la stature.

3.1. Hauteur sous-crête iliaque (jambes)

La hauteur sous-crête iliaque suit une évolution assez régulière selon l'âge, avec peu de différence entre filles et garçons, ni entre urbain et rural. La longueur moyenne des jambes est pratiquement identique à celle des enfants américains de référence à tous les âges, alors que la stature est nettement inférieure, ce qui montre une forme corporelle différente des enfants sahéliens, comme d'ailleurs des adultes (jambes plus longues par rapport au corps). Le rapport de la hauteur sous-crête iliaque à la stature est donc toujours supérieur à celui des enfants américains. De plus, il n'est pas constant : il diminue entre 2 et 5 ans, ce qui montre un retard dans le développement de la partie supérieure du corps, puis il évolue normalement par la suite, en légère augmentation jusqu'à 11-12 ans. On n'observe pas de différence du rapport ni entre garçons et filles, ni entre les milieux urbain et rural (Figure 11, Tableau 10).

Figure 11 : Rapport hauteur sous-crête iliaque / stature, selon l'âge, MISOES, 1957

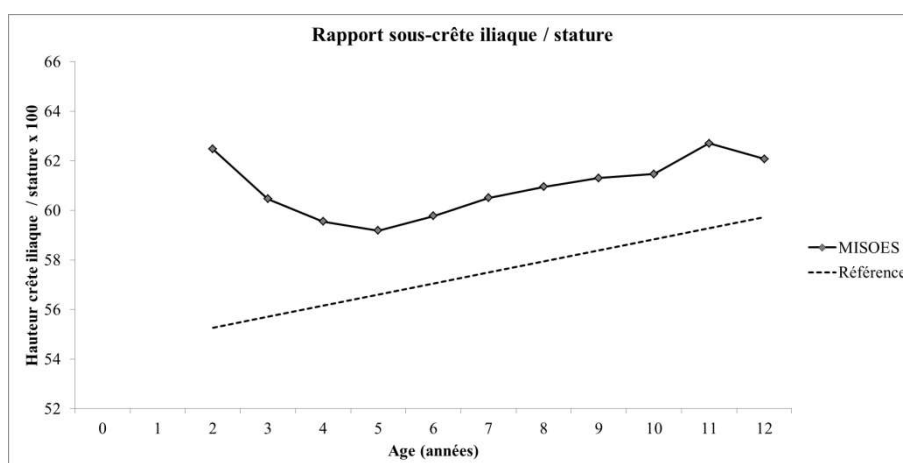


Tableau 10 : Eléments de la morphologie par rapport aux normes, MISOES, 1957

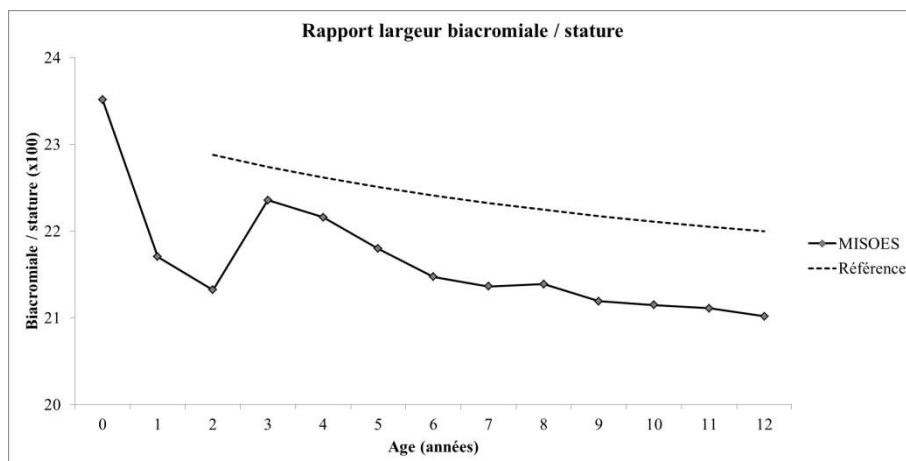
Catégorie	Groupe d'âge						
	< 1 an	1-2 ans	3-4 ans	5-6 ans	7-8 ans	9-10 ans	11-12 ans
<i>Rapport hauteur sous crête iliaque / stature</i>							
MISOES		62,48	59,99	59,49	60,71	61,47	62,37
Relatif		1,13	1,07	1,05	1,05	1,05	1,05
<i>Rapport largeur bi-acromiale / stature</i>							
MISOES	23,52	21,51	22,25	21,63	21,37	21,20	21,09
Relatif		0,94	0,98	0,96	0,96	0,96	0,96
<i>Rapport largeur bi-crête iliaque / stature</i>							
MISOES	16,42	15,47	16,28	15,56	15,13	14,89	14,86
Relatif		0,95	1,02	0,98	0,97	0,96	0,96
<i>Indice acromio-iliaque</i>							
MISOES	69,82	71,92	73,14	71,96	70,83	70,23	70,49
Relatif		1,02	1,04	1,02	1,01	1,00	1,01

NB : Relatif = valeur observée / norme.

3.2. Largeur bi-acromiale (épaules)

La largeur bi-acromiale est nettement en dessous des normes américaines, évolue assez parallèlement avec l'âge, mais avec un déficit plus marqué à 2 ans et à 11-12 ans, comme les mesures de la taille. On note peu de différence par sexe ni par milieu de résidence. Le rapport de la largeur bi-acromiale à la stature diminue avec l'âge, comme dans les normes américaines. Il est toujours inférieur dans les données de la MISOES, indiquant un développement inférieur des épaules par rapport à la stature, et tout particulièrement à 1-2 ans, avec une récupération rapide à 3-4 ans (Figure 12, Tableau 10).

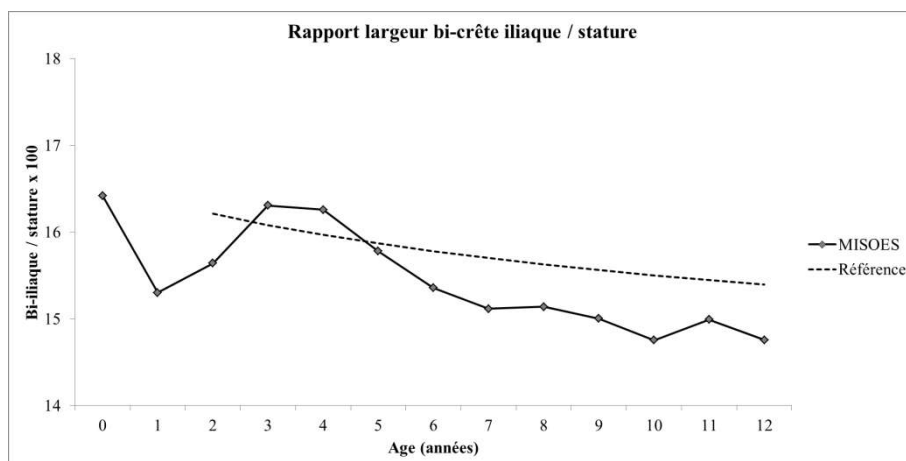
Figure 12 : Rapport largeur bi-acromiale / stature, selon l'âge, MISOES, 1957



3.3. Largeur bi-iliaque (bassin)

Il en va de même pour la largeur bi-iliaque. L'évolution par âge est assez régulière, mais on note un écart aux normes plus fort à 2 ans, ainsi qu'à 11-12 ans, avec peu de différences par sexe ni par milieu de résidence. Le rapport de la largeur bi-iliaque sur la stature diminue aussi avec l'âge, comme dans la référence américaine. Comme pour les épaules, le développement du bassin par rapport à la stature est inférieur à 1-2 ans avec une rapide récupération à 3-4 ans, atteignant même une valeur supérieure à la référence américaine (Figure 13, Tableau 10).

Figure 13 : Rapport de largeur bi-crête iliaque / stature, selon l'âge, MISOES, 1957

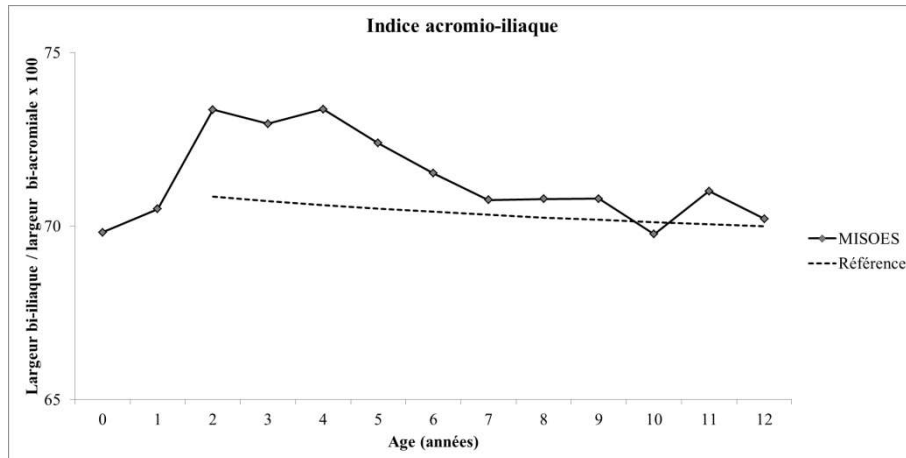


3.4. Indice acromio-iliaque

L'indice acromio-iliaque mesure la largeur des épaules par rapport à celle du bassin. Cet indice est assez constant selon l'âge dans les normes américaines, avec une très légère diminution selon l'âge. Chez les enfants de la vallée du fleuve Sénégal, le rapport évolue différemment : une augmentation nette entre 0 et 2 ans, une baisse par la suite, ce qui indique que le bassin est défavorisé au départ par rapport aux épaules, avant de se stabiliser. Les

différences par sexe sont de faible amplitude avant 9 ans, mais l'écart se creuse entre 9 et 12 ans, les filles ayant un indice nettement supérieur. Comme les deux mesures sont inférieures aux normes, cela signifie que l'élargissement du bassin des filles est moins important qu'attendu à 9-12 ans (Figure 14, Tableau 10).

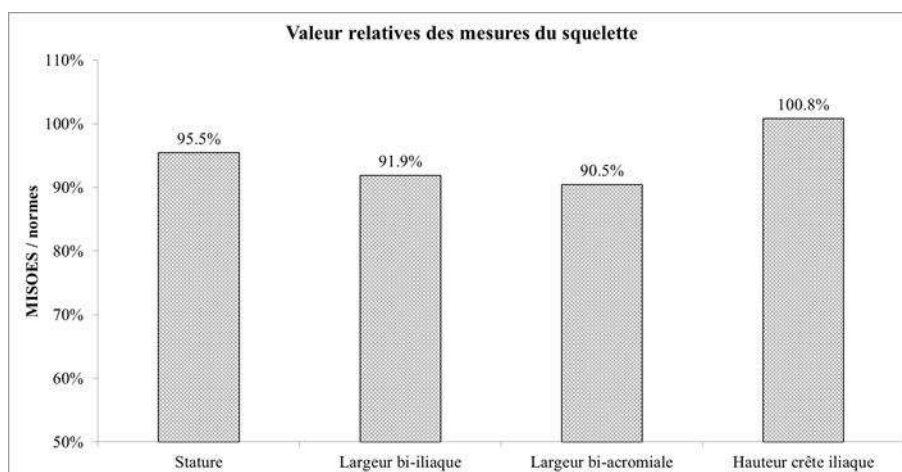
Figure 14 : Indice acromio-iliaque, selon l'âge, MISOES, 1957



3.5. Synthèse sur la morphologie corporelle

La figure 15 présente l'ensemble des principaux déficits du squelette par rapport aux références américaines : 4,5% en taille, 8,1% en largeur bi-iliaque et 9,5% en largeur bi-acromiale, en respectant approximativement le rapport acromio-iliaque. Par contre, la longueur des jambes ne présente pas de déficit.

Figure 15 : Synthèse sur les valeurs relatives des mesures du squelette, enfants de 2-12 ans, MISOES



4) Synthèse : différentiels de l'anthropométrie des enfants

4.1. Différences selon les indicateurs anthropométriques

L'état nutritionnel des jeunes enfants de la vallée du Sénégal est donc en net déficit, pratiquement pour toutes les mesures et à tous les âges, hormis la taille des moins d'un an et la longueur des jambes. Ceci est vrai pour la taille-par-âge, pour le poids-par-taille (IMC), et donc pour le poids-par-âge et pour la surface corporelle ; comme pour le tour de muscle et les plis cutanés, et donc pour le tour de bras ; comme pour la largeur du bassin et des épaules par rapport à la taille. L'ordre de grandeur des déficits varie selon l'indicateur choisi et l'âge. Les indicateurs les plus sensibles sont les plis cutanés, et le poids-par-âge, et les plus stables sont les indicateurs du squelette. Deux groupes d'âge sont particulièrement sujets au déficit : les 1-4 ans (et surtout les 1-2 ans) et les 9-12 ans (et surtout les 11-12 ans), comme cela a été vu plus haut et résumé dans le tableau suivant (Tableau 11).

Tableau 11 : Valeur relatives des indices anthropométriques chez les enfants de 0-12 ans, MISOES, 1957

	Taille	Poids par taille=IMC	Tour de muscle	Plis cutanés	Rapport bi- acromiale	Rapport bi-iliaque
Ensemble	95,5%	91,7%	87,7%	67,0%	90,5%	91,9%
<1 an	100,1%	88,1%	90,2%	88,7%		
1-4 ans	93,6%	90,1%	88,9%	85,1%	88,8%	91,8%
5-8 ans	96,8%	90,4%	88,5%	62,5%	93,1%	94,4%
9-12 ans	94,7%	84,7%	87,9%	47,9%	89,2%	89,5%

NB : Pour les plis cutanés, on présente la moyenne du pli tricipital et du pli sous-scapulaire.

4.2. Différences entre filles et garçons

Les différences entre filles et garçons sont en général assez faibles pour la plupart des indicateurs. Peu d'autres indicateurs sont disponibles pour faire une comparaison. Le seul indicateur disponible dans l'enquête MISOES est la mortalité des jeunes enfants. Le quotient de mortalité infanto-juvénile, noté q(5), est pratiquement identique pour les garçons et les filles (322 contre 319 pour 1000), la différence n'étant pas significative. Cette observation est à mettre en relation avec le tour de bras des moins de 5 ans (l'indicateur anthropométrique le plus sensible pour la mortalité), lui aussi pratiquement identique pour les filles et les garçons par rapport aux normes. Par contre, plusieurs différences significatives ont été notées ci-dessus, et sont résumées dans le tableau suivant. Les filles de 9-12 ans semblent plutôt défavorisées en poids, mais ce sont les garçons qui semblent défavorisés en muscle (tous âges), en pli tricipital (9-12 ans) et en tour de bras (5-8 ans). En tous cas, on n'observe pas de différence systématique qui aurait pu indiquer une quelconque discrimination contre l'un ou l'autre sexe (Tableau 12).

Tableau 12 : Principales différences significatives entre filles et garçons, MISOES, 1957

Indicateur du déficit	Garçons	Filles	Différence (G-F)	P-value
Poids relatif, 9-12 ans	78,0%	74,4%	+3,6%	0,032*
Surface relative, 9-12 ans	86,1%	83,8%	+2,3%	0,021*
Tour de muscle relatif, tous âges	85,7%	89,8%	-4,1%	0,000*
Pli tricipital relatif, 9-12 ans	46,6%	50,0%	-3,3%	0,036*
Tour de bras relatif, 5-8 ans	82,9%	85,5%	-2,6%	0,000*

4.3. Différences entre les milieux urbain et rural

Les différentiels entre les deux milieux de résidence sont plus contrastés. Le milieu urbain apparaît légèrement défavorisé en taille et en surface, mais pas en poids par taille, ainsi qu'en tour de bras et tour de muscle. Par contre, le milieu rural est défavorisé en pli cutané, tricipital et sous-scapulaire (Tableau 13).

Tableau 13 : Principales différences significatives entre les milieux urbain et rural, MISOES, 1957

Indicateur du déficit	Urbain	Rural	Différence (U-R)	P-value
Taille relative, 9-12 ans	93,1%	95,3%	-2,2%	0,003*
Surface relative, 9-12 ans	83,3%	85,4%	-2,1%	0,035*
Tour de bras relatif, tous âges	83,3%	85,7%	-2,4%	0,000*
Tour de muscle relatif, tous âges	84,5%	89,6%	-5,1%	0,000*
Pli tricipital relatif, tous âges	70,4%	66,2%	+4,2%	0,000*
Pli sous-scapulaire relatif, tous âges	69,0%	64,7%	+4,3%	0,000*

Ces différences peuvent être mises en relation avec d'autres indicateurs de l'état de santé des populations urbaines et rurales. L'enquête MISOES fournit des données sur la fécondité, la mortalité et la morbidité selon le milieu de résidence (Tableau 14). La fécondité, mesurée par la descendance finale à 50-69 ans, est légèrement plus forte en rural. La mortalité, mesurée par la mortalité infanto-juvénile, est légèrement plus forte en urbain. La malnutrition sévère, mesurée par la prévalence du kwashiorkor est nettement plus forte en rural, ainsi que la prévalence du paludisme, mesurée par la splénomégalie. Par contre la prévalence de l'anémie clinique est plus forte en urbain. Le milieu urbain est donc pénalisé par l'anémie et la mortalité infanto-juvénile, ce qui est cohérent avec le tour de bras et le tour de muscle qui sont plus faibles qu'en milieu rural. Inversement, la plus forte prévalence du kwashiorkor en milieu rural est cohérente avec le déficit plus fort en plis cutanés.

Tableau 14 : Différences entre les milieux urbain et rural pour d'autres indicateurs, MISOES, 1957

Indicateur	Urbain	Rural	Différence (U-R)	P-value
<i>Indicateurs démographiques</i>				
Fécondité rétrospective (enfants nés vivants / femme)	4,95	5,20	-0,25	0,036*
Mortalité rétrospective, (décès 0-4 ans /1000 naissances)	379	358	+22	0,001*
<i>Prévalence pour 100 enfants</i>				
Morbidité palustre (splénomégalie)	4,7%	37,8%	-33,1%	<0,001*
Anémie clinique	34,2%	27,1%	+7,1%	nd
Kwashiorkor	0,5%	2,3%	-1,8%	nd

NB. Les effectifs concernant l'anémie et le kwashiorkor ne sont pas disponibles, empêchant de faire le test de différence.

5) Comparaison avec l'anthropométrie des enfants de 0-4 ans à Niakhar (1983-1984)

Les données de la MISOES ont été comparées aux données recueillies par le même groupe à Niakhar, une zone d'étude située dans le bassin arachidier dans le centre du Sénégal, (région de Fatick), faisant l'objet d'un suivi démographique et sanitaire depuis 1962 [Cantrelle 1969 ; Garenne & Cantrelle 1989, 1997 ; Garenne et al. 2018]. Cette région est située dans une zone écologique assez différente, la savane arborée soudano-sahélienne. Lors de l'étude anthropométrique conduite à Niakhar en 1983-1984, le niveau de mortalité infanto-juvénile (285 pour 1000) était du même ordre de grandeur, quoique un peu inférieur, à celui observé dans la vallée du fleuve en 1957-1958 (322 pour 1000). Les conditions de vie étaient quelque peu différentes, les principales différences étant la présence du fleuve et l'abondance en poissons, ainsi que la possibilité de la culture irriguée au nord, donc une moins grande sensibilité aux aléas climatiques. L'étude de Niakhar comportait plusieurs mesures anthropométriques comparables : poids, taille, tour de bras, plis cutanés tricipital et sous-scapulaire, mais pas de mesure du squelette. Elle fut conduite dans les années de sécheresse (1983-1984), qui ont été des années difficiles, de disette potentielle, mais où l'aide alimentaire a été abondante.

Dans l'ensemble, les mesures prises dans la vallée du fleuve sont plutôt inférieures à celles de la zone de Niakhar, mais pas pour toutes les mesures (Tableau 15, Figure 16). En prenant comme critère l'anthropométrie des enfants de 2-4 ans, les déficits sont plus marqués dans la vallée du fleuve en taille (1,7%), surface (5,8%), IMC (6,6%), et poids (8,7%). Les données par âge sont assez consistantes, mais avant l'âge de 1 an, la différence entre les deux études est faible, et d'ailleurs les deux zones se rapprochent des normes internationales à cet âge. Ce qui suggère que le profil du retard de croissance et de la récupération est assez similaire dans les deux cas, mais que le retard de croissance et l'émaciation sont plus marqués dans la

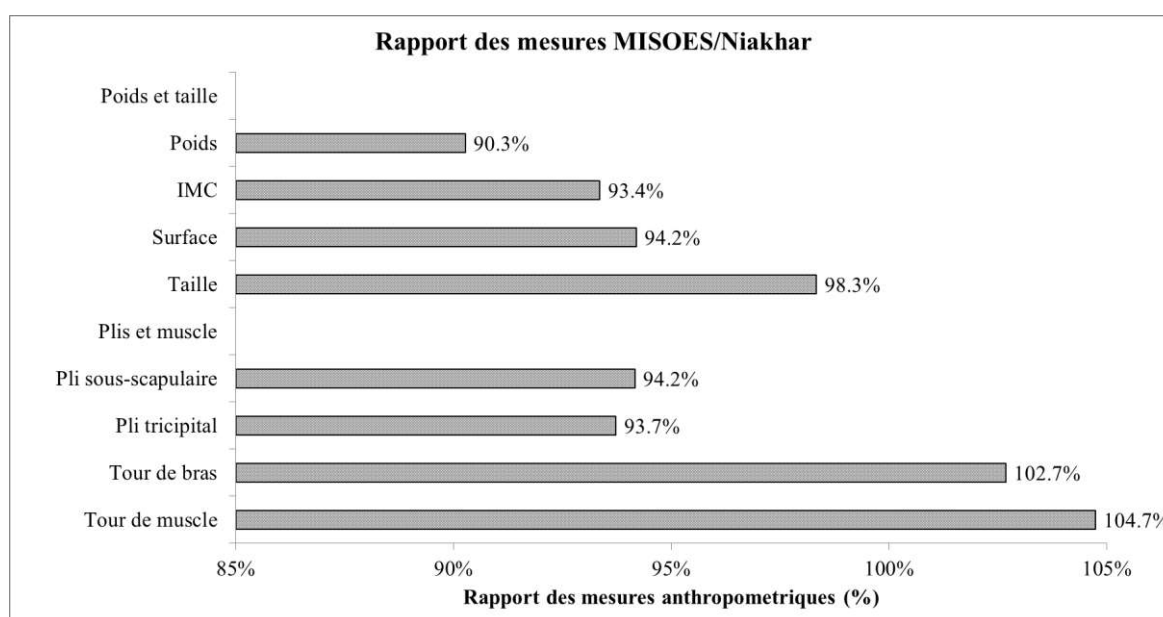
vallée du fleuve Sénégal. Cette observation va dans le même sens que la différence de mortalité, un peu plus élevée dans la vallée.

Tableau 15 : Rapport des mesures de la MISOES (1957-1958) aux mesures de Niakhar (1983-1984)

Mesure	Age (années)				
	< 1 an	1 an	2 ans	3 ans	4 ans
<i>Poids & Taille</i>					
Taille/âge	1,013	0,999	0,982	0,983	0,985
Poids/Taille (IMC)	0,944	0,959	0,931	0,933	0,937
Poids/âge	0,969	0,957	0,897	0,901	0,909
Surface/âge	0,989	0,977	0,938	0,941	0,946
<i>Bras et plis</i>					
Tour de muscle	0,994	1,012	1,032	1,066	1,044
Tour de bras	1,012	1,013	1,011	1,038	1,032
Pli tricipital	1,086	1,016	0,921	0,916	0,975
Pli sous-scapulaire	0,978	1,007	0,933	0,917	0,975

Pour les mesures de masse grasse et de masse musculaire, les différences sont plus contrastées. Les enfants de la vallée du fleuve Sénégal ont des mesures similaires avant l'âge de 2 ans. Au-delà de cet âge, les plis cutanés sont inférieurs à ceux de la zone de Niakhar, surtout à 2-3 ans, ce qui est cohérent avec le poids par âge, mais ils ont des tours de bras et de muscle supérieurs. Malgré leur déficit en masse grasse ils ont donc plus de muscle. Ceci pourrait être dû aux différences de régime alimentaire entre les deux zones.

Figure 16 : Rapport des mesures anthropométriques MISOES / Niakhar, enfants de 2-4 ans



6) Devenir de la population : Comparaison avec les enquêtes EDS (1993-2017)

Les données de la MISOES de 1957 ont été mises en perspective, en les comparant avec les tendances à long terme fournies par les enquêtes EDS (Enquêtes Démographiques et de Santé), mieux connues sous le sigle anglais DHS (*Demographic and Health Surveys*). Huit enquêtes EDS ont mesuré l'anthropométrie des enfants de moins de cinq ans (poids et taille), conduites en 1993, 2005, 2011, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017. Pour la comparaison, on a sélectionné la même région du Fleuve, actuellement régions de Saint-Louis et Matam, et le milieu rural. Ces enquêtes totalisaient 4803 enfants, dont 977 enfants de 4 ans.

Les enquêtes DHS montrent une augmentation de la taille et du poids des enfants de moins de 5 ans entre 1993 et 2017. Une régression linéaire sur l'année de l'enquête, en contrôlant pour l'âge, donne des coefficients significatifs, pour la taille ($b=+0,0949$; $P<0,00001$) et pour le poids ($b=+0,0073$; $P=0,025$). Les enfants de 4 ans ont été sélectionnés pour la comparaison, car ils résument au mieux l'évolution du poids et de la taille des moins de 5 ans. Pour ce groupe d'âge, la tendance est significative pour la taille ($b=+0,1814$; $P<0,00001$), mais pas pour le poids ($b=+0,0144$; $P=0,084$), même si le coefficient reste positif. En résumé, en 24 ans entre 1993 et 2017, les enfants de 48-59 mois ont beaucoup grandi, gagnant 4,4 cm, mais ont pris peu de poids, 350 g seulement.

La comparaison des données de la MISOES avec les données des EDS indique que la taille des enfants de 4 ans a longtemps stagné, baissant même légèrement entre 1957 (98,7 cm) et 1993 (97,7 cm), avant d'augmenter rapidement par la suite, pour atteindre 101,9 cm en 2014-2017, restant encore éloignée des valeurs américaines (105,4 cm), mais ayant comblé environ la moitié de leur déficit. Le poids est resté très longtemps stable à 14,2 kg, et n'a guère augmenté que dans la période la plus récente (14,5 kg), mais restant très loin des valeurs américaines (18,1 kg). En conséquence l'IMC a d'abord un peu augmenté, passant de 14,1 kg/m² en 1957 à 14,8 kg/m² en 1993, avant de baisser rapidement, pour atteindre 14,0 kg/m² en 2014-2017, en fort déficit par rapport aux valeurs américaines (16,3 kg/m²) (Figure 17, Tableau 16). Cette évolution dans la vallée du Fleuve avec augmentation de la taille et baisse de l'IMC est parallèle à l'évolution de ces paramètres dans l'ensemble du pays [Garenne 2018, 2020].

Figure 17 : Tendances des valeurs relatives du poids, de la taille et de l'IMC des enfants de 4 ans, Vallée du fleuve Sénégal, 1957-2017.

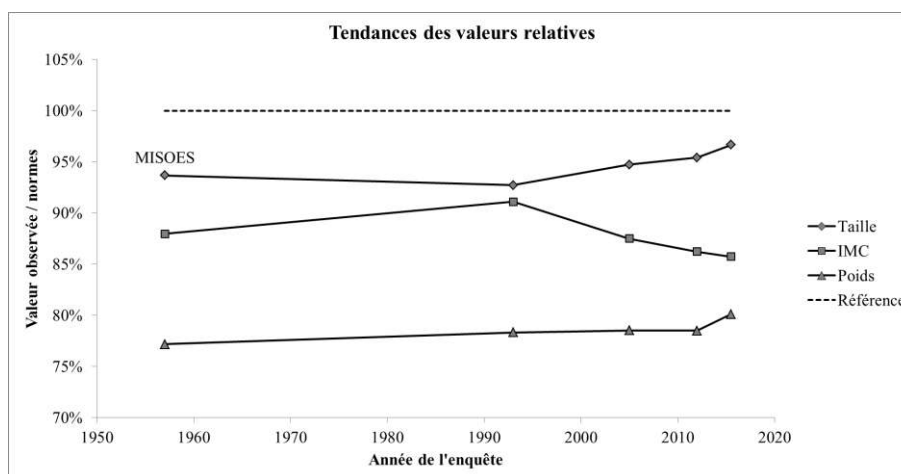


Tableau 16 : Tendances de l'anthropométrie des enfants de 4 ans, Vallée du fleuve Sénégal, 1957-2017

Année de l'enquête	Valeurs moyennes à 48-59 mois			Valeur relatives aux normes		
	Poids (kg)	Taille (cm)	IMC (kg/m ²)	Poids	Taille	IMC
1957	13,95	98,73	14,31	77,2%	93,7%	88,0%
1993	14,15	97,73	14,82	78,3%	92,7%	91,1%
2005	14,19	99,85	14,23	78,5%	94,7%	87,5%
2012	14,19	100,57	14,03	78,5%	95,4%	86,2%
2016	14,48	101,88	13,95	80,1%	96,7%	85,7%

NB : 1957 = MISOES ; 1993-2017 = enquêtes EDS. Les enquêtes 2011-2013 et 2014-2017 ont été regroupées.

7) Relation avec le développement économique

Cette évolution de l'anthropométrie des enfants de moins de 5 ans est à mettre en relation avec les évolutions économiques et climatiques de la région. En 1957, la vallée du fleuve Sénégal est une région pauvre, assez isolée, vivant essentiellement d'une agriculture traditionnelle (cultures, élevage, pêche) et d'un peu de commerce. La région est semi-aride et sensible aux aléas climatiques. La région est surpeuplée, l'agriculture vivrière ne permettant pas de croissance démographique, et elle est donc devenue une zone de forte émigration, notamment vers Dakar et vers la France [Lericollais 1975 ; 1981]. Les années 1970-1989 ont été particulièrement difficiles, et marquées par des sécheresses répétées en 1972-1974 et 1983-1984, ce qui explique probablement la stagnation de l'anthropométrie des enfants observée entre 1957 et 1993.

La situation a changé à la fin des années 1980 avec une véritable révolution de l'agriculture. Deux barrages sur le fleuve ont été construits: Diama (1986) en aval, et Manantali (1990) en amont. La culture irriguée s'est beaucoup développée, devenant prépondérante après 1990, avec plus de 40.000 ha de culture irriguée en 1990. De nouvelles cultures ont été introduites, notamment le riz et les oignons, permettant une meilleure alimentation et une augmentation du revenu des agriculteurs. Les techniques agricoles s'améliorent, ainsi que l'organisation de la production [Crousse et al. 1991 ; Le Roy 2006]. De plus, les revenus renvoyés par les émigrés ont sensiblement augmenté. Ces évolutions récentes ont probablement contribué à l'amélioration de la situation nutritionnelle depuis 1990. À cela il faut ajouter une maîtrise accrue des maladies infectieuses, bien visible dans la baisse impressionnante de la mortalité infanto-juvénile qui, selon les enquêtes EDS, passe de 200 pour 1000 en 1986 à 54 pour 1000 en 2018 dans la région du Fleuve. Les maladies infectieuses de l'enfant sont en effet un des principaux facteurs du retard de croissance staturo-pondéral.

Discussion

L'enquête MISOES garde toute sa valeur, même longtemps après, car elle est le seul repère quantitatif de l'état nutritionnel des enfants dans cette région avant l'indépendance du Sénégal (1960). De plus, elle couvre les enfants de tous âges jusqu'à 12 ans, alors que de nombreuses enquêtes postérieures ne couvrent que les enfants de moins de 5 ans. D'autre part, les données sont très cohérentes par rapport aux références américaines, et apparaissent donc particulièrement précises et fiables.

L'enquête MISOES avait trouvé une assez bonne alimentation de la population de la vallée, avec une ration calorique adéquate, des apports suffisants en protides, en lipides, en minéraux (fer), et en vitamines. Les seuls déficits notables étaient un apport insuffisant en Vitamine A (80% des besoins) et en Vitamine C (58% des besoins) [Boutillier, Cantrelle et al. 1962]. Mais la population était soumise à une forte prévalence des maladies infectieuses, comme le montre la forte mortalité des enfants. De plus, surtout en milieu rural, de nombreux enfants de 8 ans et plus sont déjà au travail, n'allant pas à l'école et exerçant une activité physique assez intense, ce qui peut plomber la masse grasse, tout en maintenant la masse musculaire.

Dans l'ensemble, les déficits anthropométriques apparaissent nettement dans toutes les comparaisons faites avec les références américaines, et sont souvent significatifs, même dans de petits groupes d'âge de 2 ans d'amplitude. Deux groupes sont particulièrement visés : les 1-2 ans, groupe d'âge typique de la malnutrition protéino-énergétique, et les 9-12 ans, l'âge de la pré-adolescence, groupe d'âge moins bien étudié. Ce dernier groupe apparaît comme particulièrement vulnérable pour la plupart des indicateurs retenus, et tout particulièrement pour le déficit en plis cutanés.

Les différences par sexe apparaissent peu importantes en général, et probablement négligeables avant 8 ans. Par contre, le fort déficit des garçons et filles préadolescentes (9-12 ans) en plis cutanés peut être un handicap et en particulier peut retarder la puberté. Cette

observation pourrait être mise en relation avec l'âge aux premières menstruations (donnée non-disponible dans l'enquête MISOES).

Les différences par milieu de résidence sont plus prononcées, et auraient mérité des études plus approfondies. Il s'agit de différences complexes, et non d'un avantage comparatif universel d'un milieu sur l'autre, pour les indicateurs anthropométriques, comme pour les autres indicateurs disponibles dans l'enquête MISOES. L'état nutritionnel mesuré par l'anthropométrie est le résultat de l'alimentation, des infections, de l'exercice physique et du patrimoine génétique hérité des parents. Les infections semblent plus prévalentes en milieu rural, mais la mortalité est un peu supérieure en milieu urbain. Les plis cutanés sont plus faibles en rural, mais les tours de bras et de muscle sont plus faibles en urbain. Cette énigme apparente pourrait être due à des différences nutritionnelles ainsi qu'à l'exercice physique. Il est possible que les enfants en rural aient une masse grasse un peu inférieure, mais une masse musculaire un peu supérieure, ce qui pourrait contribuer au différentiel de mortalité. Cette étude mériterait d'être poursuivie, et notamment la pénalité urbaine apparente, marquée par une légère surmortalité et un tour de bras inférieur. Ces différences notées en 1957 ont-elles perduré ?

L'étude de la morphologie des enfants montre que les déficits sont généralisés, même à taille égale. Les rapports des épaules et du bassin à la stature sont défavorables, même si le rapport acromio-iliaque est approximativement conservé. Ceci montre que les déficits nutritionnels sont profonds et affectent l'ensemble du squelette. La taille relative des jambes est probablement due à une caractéristique génétique, que l'on retrouve d'ailleurs chez toutes les populations sahéliennes.

Les différences notées avec la zone de Niakhar doivent être interprétées avec prudence. D'abord elles se situent à plus d'un quart de siècle d'intervalle, et il est possible que le gradient observé ait été inversé si les deux enquêtes nutritionnelles avaient été conduites à la même date. En effet, en 1957 la mortalité infanto-juvénile à Niakhar était nettement supérieure (434 pour 1000) à celle de la région du fleuve, et l'état nutritionnel était probablement inférieur à ce qu'il était en 1983-1984.

La mise en perspective avec les données récentes des enquêtes EDS (1993-2017), dont les plus récentes ont été conduites 60 ans après l'enquête MISOES, indiquent que pendant longtemps l'état nutritionnel des enfants de la vallée ne s'est pas amélioré, et qu'il n'a changé que récemment. Ce qui donne une valeur encore plus grande aux données de la MISOES. Pourquoi l'anthropométrie des moins de 5 ans a stagné pendant 35 ans alors que la mortalité de ces enfants était fortement réduite ? Pourquoi les enfants se sont mis à grandir alors que le poids ne suivait pas ? Ces questions ouvertes mériteraient une attention particulière des nutritionnistes, des démographes, des économistes et de tous les spécialistes du développement.

Références

- Boutillier J-L, Cantrelle P, Causse J, Laurent C, N'Doye Th. (1962). *La moyenne vallée du Sénégal. Étude socio-économique*. Paris, INSEE, Service de la Coopération, 395 p.
- Cantrelle P. (1969). Étude démographique dans la région du Sine-Saloum (Sénégal) : État civil et observation démographique, 1963-1965. *Travaux et Documents de l'O.R.S.T.O.M.*, no 1, Paris : ORSTOM.
- Crousse B, Mathieu P, Seck SM. (éds.). (1991). *La vallée du fleuve Sénégal : évaluations et perspectives d'une décennie d'aménagements (1980-1990)*. Paris, France, Karthala, 380 p.
- Centers for Disease Control. (2000). *CDC Growth Charts for the United States: Methods and Development. 2000: CDC Series Report 11*, No. 246, 201 pp.
- Garenne M, Cantrelle P, Diop I.L. (1985). Le cas du Sénégal. In: *La lutte contre la mort. Influence des politiques sociales et des politiques de santé sur l'évolution future de la mortalité*. Edité par J. Vallin et A. Lopez. Paris : PUF, pp 307-329.
- Garenne M, Cantrelle P. (1989). Prospective studies of communities: their unique potential for studying the health transition. Reflections from the ORSTOM experience in Senegal. In: John Cleland and Allan Hill (eds). *The Health Transition: Methods and Measures*. Proceedings of an International Workshop, London 7-9 June, 1989. pp 251-258.
- Garenne M, Cantrelle P. (1997). Three decades of research on population and health: the ORSTOM experience in rural Senegal: 1962-1991. In: M. Das Gupta and M. Garenne (eds), *Prospective community studies in developing countries*. Oxford (UK): Oxford University Press, pp. 233-252
- Garenne M, Cantrelle P, Delaunay V, Becker C, Douillot L, Dione D, Diallo A, Sokhna C. (2018). Cinquante ans de transition de la mortalité à Niakhar (1963-2012). In : Delaunay V., Desclaux A., Sokhna C. (éds.). *Niakhar, mémoires et perspectives. Recherches pluridisciplinaires sur le changement en Afrique*. Marseille : Éditions de l'IRD et Dakar : L'Harmattan Sénégal. Chapitre 7, pp. 151-170,
- Garenne M, Maire B, Fontaine O, Dieng K, Briend A. (2000). Risques de décès associés à différents états nutritionnels chez l'enfant d'âge préscolaire. *Études du CEPED* n° 17, Paris : CEPED, 192 p.
- Garenne M. (2018). Tendances de l'état nutritionnel des jeunes enfants dans les pays francophones du Sahel : 1990-2015. *Ferdi, Document de travail P245*.
- Garenne M. (2020). Taller but thinner: Trends in child anthropometry in Senegal, 1990-2015. *Public Health Nutrition*. [epublished January 3, 2020]

- Groupe de Démographie Africaine. (1973a). *Sources et analyses des données démographiques. Application à l'Afrique d'expression française et à Madagascar. Tome 1 : Source des données*. Paris, Ministère de la Coopération.
- Groupe de Démographie Africaine. (1973b). *Sources et analyses des données démographiques. Application à l'Afrique d'expression française et à Madagascar. Tome 2 : Ajustement des données imparfaites*. Paris, Ministère de la Coopération.
- Groupe de Démographie Africaine. (1977). *Sources et analyses des données démographiques. Application à l'Afrique d'expression française et à Madagascar. Tome 3 : Analyse des données*. Paris, Ministère de la Coopération.
- Lericollais A. (1975). Peuplement et migrations dans la vallée du Sénégal. *Cahiers ORSTOM, Série Sciences Humaines* ; 13(2) : 123-135.
- Lericollais A. (1981). La vallée du Sénégal. *Études Scientifiques* ; (déc. 1981/12): 5-13.
- Le Roy X. (2006). Agriculture irriguée et inégalités sociales dans la vallée du fleuve Sénégal. PCSI - 4e Séminaire international et interdisciplinaire, CIRAD, Montpellier, France. 13 p. (cirad-00153767).
- National Center for Health Statistics (NCHS). (1996). *Third National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III), 1988-94*. U.S. Department of Health and Human Services (DHHS), Hyattsville, MD.

Abstract (in English)

Children's anthropometry, age 0-12 years, was studied during the multiple objectives survey conducted in the Middle Senegal River Valley (MISOES) in 1957-1958. This survey was based on two representative samples, in urban areas (769 children) and in rural areas (1240 children). Several measurements were taken: weight, height, arm circumference, triceps skinfold, subscapular skinfold, sub-iliac crest height, bi-acromial breadth, bi-iliac breadth. They were compared with American standards. Data show an overwhelming anthropometric deficit compared with standards, and complex interactions with age, gender, and place of residence. Expressed as the percentage of reference values, the relative measures were: 80.6% for weight, 95.5% for height, 91.7% for body mass index (BMI), 78.6% for body surface; it was more marked for triceps skinfold (67.6%) and for subscapular skinfold (66.3%), but less for arm circumference (84.9%) and for muscle circumference (87.7%); it was also marked for bi-acromial breadth (90.5%) and for bi-iliac breadth (91.9%), although keeping approximately constant the acromial-iliac ratio. Overall, deficits were more marked among children 1-2 years old, as well as among the 9-12 years old. Differences by gender were not pronounced, but boys were somewhat disadvantaged before age 3 years, while girls were in greater deficit at age 9-12 years. Differences by place of residence were small and complex: deficits were larger in rural areas for skinfolds, but larger in urban areas for arm- and muscle- circumference. The MISOES data were put into perspective by comparing them with data from Niakhar (1983-1984) and those from DHS surveys (1993-2017) among under-five children. The relationships with economic development in the valley are discussed.

Keywords: Anthropometry; Children; Weight; Height ; BMI; Body surface; Arm circumference; Triceps skinfold; Subscapular skinfold; Bi-acromial breadth; Bi-iliac breadth; Sub-iliac crest height; Acromio-iliac index; MISOES; Niakhar; DHS surveys; Senegal; Senegal river valley.

“Sur quoi la fondera-t-il l'économie du monde qu'il veut gouverner? Sera-ce sur le caprice de chaque particulier? Quelle confusion! Sera-ce sur la justice? Il l'ignore.”

Pascal



Créée en 2003, la **Fondation pour les études et recherches sur le développement international** vise à favoriser la compréhension du développement économique international et des politiques qui l'influencent.

Contact

www.ferdi.fr

contact@ferdi.fr

+33 (0)4 73 17 75 30