

L'analyse statistique a consisté en une analyse de variance à un et deux facteurs, au test du chi-deux et de chi-deux de tendance. Les moyennes de gains de poids annuels individuels ont été comparées à zéro avec des tests de Student. Toutes les analyses ont été faites avec le logiciel BMJP.

RESULTATS

L'analyse a été conduite sur une moyenne de 288 enfants d'âge préscolaire, 175 femmes non enceintes et 99 hommes par an.

En 1990, les prévalences de retard de taille et de maigreur parmi les enfants d'âge préscolaire étaient respectivement de 21,5% (intervalle de confiance à 95% (IC): 16,2-26,8) et 11,4% (IC: 7,4-15,4). La prévalence de maigreur des adultes était de 21,8 % (IC: 15,8-27,8) pour les femmes et 22,5% (IC: 14,6-30,4) pour les hommes.

La répartition par âge est restée constante pour les enfants pendant les 5 années d'étude. La prévalence de maigreur différait significativement entre les 5 années (Tableau 1, $p < 0,001$). Il y avait une évolution significative vers une baisse de la prévalence de maigreur ($p < 0,001$). Cette baisse de prévalence était également significative en comparant les valeurs entre la première et la dernière année de suivi: de 11,4% (IC: 7,4-15,4) en 1990 à 3,8% (IC: 1,6-6,0) en 1995 ($p < 0,001$). Des analyses stratifiées sur l'âge ont montré que la baisse était surtout sensible dans la classe d'âge 12-23 mois, c'est à dire aux âges où la prévalence de la maigreur est maximale.

La prévalence du retard de taille a baissé légèrement mais non significativement pendant les deux premières années de suivi (Tableau 1), puis a augmenté ensuite. Globalement, la prévalence a varié pendant les 5 années de suivi ($p < 0,05$), mais celle observée en 1995 ne différait pas de celle de 1990 (23,5 vs. 21,5%). La prévalence de déficit pondéral a aussi montré une tendance à la baisse entre 1990 et 1995 ($p < 0,05$), mais elle était plus modérée que pour la maigreur (Tableau 1).

Tableau 1. Prévalences de malnutrition des enfants d'âge préscolaire de 1990 à 1995 (%)

Année	N	Maigreur	Retard de taille	Déficit pondéral
1990	237	11,4	21,5	25,8
1991	309	8,1	21,4	25,3
1992	294	5,1	15,8	21,7
1993	295	8,1	17,1	26,9
1994	302	3,3	25,2	21,8
1995	290	3,8	23,5	18,2

L'âge moyen des adultes était de 30,2 ans pour les femmes et 36,6 ans pour les hommes en 1990. Ni l'âge moyen, ni les distributions par âge n'ont varié pendant le suivi. De 1990 à 1995, la prévalence de maigreur a décliné légèrement parmi les femmes (Tableau 2), mais la différence entre années n'était pas significative. Chez les hommes, la prévalence de maigreur a baissé de manière importante au cours de la première année, passant de 22,5% (IC : 14,7-30,3) en 1990 à 6,6% (IC: 1,5-11,7) en 1991. Elle a ensuite augmenté à nouveau (Tableau 2). La différence entre les 5 années de suivi était significative ($p < 0,05$), comme l'était celle entre la première et dernière année ($p < 0,05$). Les hommes jeunes (20-34 ans) étaient beaucoup plus souvent maigres que leurs aînés ($p < 0,001$).

Tableau 2. Prévalences de maigreur ($IMC < 18,5 \text{ kg/m}^2$) chez les adultes de 1990 à 1995 (%)

Année	Hommes		Femmes	
	%	N	%	N
1990	22,5	115	21,8	193
1991	6,6	92	14,9	163
1992	9,5	104	16,0	178
1993	14,8	108	15,4	169
1994	13,0	100	16,9	189
1995	11,5	77	15,9	158

La prévalence du surpoids ($IMC > 25 \text{ kg/m}^2$) a augmenté de 1990 à 1995 chez les femmes, et la différence globale entre les 6 passages était significative ($p < 0,05$), comme l'était celle entre l'année 1990 et l'année 1995 ($p < 0,05$, Tableau 3). La prévalence du surpoids a augmenté fortement entre 1990 et 1992 chez les hommes (de 3,5 à 17,3%, $p < 0,001$) et a ensuite diminué. La différence de prévalence entre les six passages était significative ($p < 0,05$), mais pas celle entre le passage de 1995 et celui de 1990.

Tableau 3. Prévalences du surpoids ($IMC > 25 \text{ kg/m}^2$) chez les adultes de 1990 à 1995 (%)

Année	Hommes		Femmes	
	%	N	%	N
1990	3,6	115	4,3	193
1991	11,0	92	9,9	163
1992	17,1	104	13,3	178
1993	9,3	108	13,0	169
1994	9,0	100	10,1	189
1995	9,0	77	13,4	158

En plus des analyses de type transversal, le caractère longitudinal de l'étude avec des identifications précises des sujets a permis une analyse des gains individuels de poids d'une année sur l'autre. De tels gain pondéraux annuels ont pu être calculé pour une moyenne de 55 hommes et 107 femmes par an. Le gain moyen était positif et significativement supérieur à zéro, de 1990 à 1991 et de 1991 à 1992 (Tableau 4). Pendant les trois dernières années de suivi, les gains moyens étaient proches de zéro. Ces résultats suggèrent que les hommes ont gagné environ 3,5 kg en moyenne et les femmes 2,7 kg en moyenne durant les deux premières années après le début de l'agriculture irriguée, et qu'ils ont maintenu ce poids pendant les trois années suivantes.

Tableau 4. Gains annuels individuels de poids des adultes entre 1990 et 1995

Années	Hommes		Femmes	
	Moyenne	N	Moyenne	N
1990-91	+1.58 **	45	+1.91 ***	95
1991-92	+1.90 ***	54	+0.80 *	103
1992-93	-0.12	62	+0.20	113
1993-94	-0.12	59	+0.27	117
1994-95	+0.70	45	-0.28	108

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ pour des tests t des moyennes par rapport à zéro

DISCUSSION

Dans cette zone irriguée depuis peu, la prévalence de la maigreur chez les enfants préscolaires était supérieure à 10% au début du suivi, ce qui est relativement élevé par rapport à d'autres régions du Sénégal, mais comparable aux résultats d'autres enquêtes dans la région Nord-Est, comme l'enquête « Démographie et Santé du Sénégal » (EDS II), conduite de 1992-93 (11,5% [6]). La prévalence du retard de croissance en taille dans les villages d'étude était légèrement inférieure à celle retrouvée en dans cette région en 1992-93 (25,9% [6]).

Des changements significatifs de l'état nutritionnel ont été observé pendant la première et seconde années après le démarrage du projet de développement, tant chez les adultes que chez les enfants. Chez les adultes, l'IMC a augmenté de 1990 à 1992, ainsi que la prévalence du surcharge pondéral, alors que la prévalence de la maigreur a diminué de façon significative chez les hommes, mais non chez les femmes. Parmi les enfants, la prévalence de la maigreur a baissé de façon spectaculaire de 1990 à 1992. Ainsi, les changements de prévalence de maigreur étaient concordants chez les jeunes enfants et les hommes.

De tels changements parmi les hommes auraient pu théoriquement être dus à des phénomènes migratoires. En effet, les hommes jeunes nés dans cette région migrent très souvent vers d'autres pays africains, comme la Côte d'Ivoire, ou vers la France, à la recherche d'un emploi.

l'ingéré provenait d'aliments achetés. Il ne semble donc pas que le programme ait permis aux villageois d'assurer leur indépendance alimentaire.

Nous avons fait l'hypothèse que la durée du travail dans les champs allait augmenter pour les femmes du fait de ce programme. Toutefois, cette durée était de seulement 68,2 minutes par jour pendant la récolte du riz en décembre 1993 et (encore) plus courte en avril et septembre de la même année [11]. Il n'y avait pas de variations saisonnières significatives dans le score des activités, probablement à cause de la prédominance des travaux domestiques dont la durée reste stable. L'activité physique des hommes variait davantage selon la saison, probablement parce que leurs tâches sont principalement de type agricole. En 1991, la dépense énergétique totale estimée à partir des activités observées sur 4 jours et des données publiées de coût énergétique par type d'activité, était plus élevée pour les femmes que pour les hommes, aussi bien en janvier (2,0 vs. 1,6 unités de métabolisme de base) qu'en juin (1,8 vs. 1,5) [4]. Cette différence pourrait expliquer l'absence d'amélioration significative de l'état nutritionnel des femmes.

Si la prévalence de maigreur des enfants d'âge préscolaire continue à être aussi basse qu'en 1994-95 et si la baisse de prévalence observée en février n'est pas suivie d'une augmentation à d'autres saisons, ces aménagements devraient avoir des effets bénéfiques en termes de santé publique, à cause de la relation bien connue entre maigreur et morbidité et mortalité chez les jeunes enfants [12,13]. Cependant, ce programme a créé des problèmes nouveaux. L'agriculture moderne nécessite beaucoup d'investissements (engrais, pesticides, carburant pour la station de pompage), alors qu'un système traditionnel a un coût de fonctionnement très faible. Ces dépenses conduisent souvent à une accumulation de dettes pour les agriculteurs [14]. De plus, la modification de l'environnement a des effets négatifs sur la santé avec un risque élevé d'introduction de bilharziose, comme cela s'est vu ailleurs dans la vallée du Fleuve Sénégal [15] et en Afrique en général [16].

En conclusion, la durabilité des bénéfices nutritionnels apparents du projet de développement n'est pas acquise, et d'autres études sont nécessaires pour mieux en apprécier les limites. Idéalement, l'évaluation des effets sur l'état nutritionnel et la morbidité devrait être intégrée à tous les projets de développement agricole. La conception des évaluations en serait renforcée en rendant possible la collecte de données pré-intervention et une meilleure utilisation des résultats de l'évaluation pendant l'extension des programmes à une échelle plus large. Dans les régions où les variations saisonnières de l'état nutritionnel sont importantes comme le Sahel, cet aspect devrait être pris en compte dans l'évaluation [17].

Remerciements

Le programme multidisciplinaire Eau et Santé dans les Contextes du Développement était dirigé par Jean-Pierre Hervé et financé en partie par le Ministère de la Recherche et de la Technologie, France. Nous remercions Pape Niokhor Diouf et Oumar Sall pour leur aide à la collecte des données, Pascal Handschumacher pour le recensement de la population des villages d'étude, et la population pour son accueil et sa collaboration.

Références bibliographiques

1. Niemeijer R, Geuns M, Kliest T, Ogonda V, Hoörweg J. Nutrition in agricultural development: The case of irrigated rice cultivation in West Kenya. *Ecol. Food Nutr.* 1988; 22: 65-81.
2. Mwadime RKN, Omwega AM, Kielmann N, Korte R. Predictors of nutritional status among participants in a rice irrigation scheme in Kenya. *Ecol. Food Nutr.* 1996; 35: 63-274.
3. Kennedy E., Cogill B. Income and nutritional effects of the commercialization of agriculture in Southwestern Kenya. Research Report 63. International Food Policy Research Institute, Washington DC, 1987.
4. Bénéfice E, Simondon KB. Agricultural development and nutrition among rural populations: A case study of the Middle Valley in Senegal. *Ecol. Food Nutr.* 1993; 31: 67-86.
5. Organisation Mondiale de la Santé. Utilisation et interprétation de l'anthropométrie. Série de rapports techniques no. 854. OMS, Genève, 1995.
6. Ayad, M. Allaitement et état nutritionnel des enfants. Dans S. Ndiaye, P.D. Diouf & M. Ayad (éds.), Enquête démographique et de santé au Sénégal (EDS II) 1992/93. Direction de la Prévision et de la Statistique, Dakar, 1993, pp. 107-122.

7. UNICEF. Evaluation des projets régionaux intégrés au Sénégal. Analyse quantitative. Rapport d'analyse. UNICEF, Dakar, 1991.
8. Ly C, Ndiaye AM. Elaboration d'un plan directeur de santé pour le bassin du Fleuve Sénégal. Volet Nutrition. Organisme de Recherche sur l'Alimentation et la Nutrition Africaines (ORANA), Dakar, 1992.
9. Simondon KB, Bénéfice E, Simondon F, Delaunay V, Chahnazarian A. Seasonal variation in nutritional status in rural Senegal. Dans S.J. Ulijaszek & S.S. Strickland (éds.), *Seasonality and Human Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge, 1993, pp. 167-183.
10. Maire B, Delpuech F, Cornu A, Tchibindat F, Simondon F, Massamba J-P, Salem G, Chevassus-Agnès S. Urbanisation et transition nutritionnelle en Afrique Sub-Saharienne: les exemples du Congo et du Sénégal. *Rev. Epidémiol. et Santé Publ.* 1992; 40, 252-258.
11. Bénéfice E, Simondon KB, Malina RM. Physical activity patterns and anthropometric changes in Senegalese women observed over a complete seasonal cycle. *Am. J. Hum. Biol.* 1996; 8: 251-261.
12. Yambi O, Latham MC, Habicht J-P, Haas JD. Nutrition status and the risk of mortality in children 6-36 months old in Tanzania. *Food Nutr. Bull.* 1991; 13: 271-276.
13. Fawzi WW, Herrera MG, Spiegelman DL, El Alim A, Nestel P, Mohamed KA. A prospective study of malnutrition in relation to child mortality in the Sudan. *Am. J. Clin. Nutr.* 1997; 65: 1062-1069.
14. Lericollais A. Risques anciens, risques nouveaux en agriculture paysanne dans la vallée du Sénégal. Dans M. Edlin & P. Milleville (éds.), *Le risque en agriculture*. Editions de l'ORSTOM, Paris, 1989, pp. 419-436.
15. Tallia I, Kongs A, Verlé P, Bèlot J, Sarr S, Coll AM. Outbreak of intestinal schistosomiasis in the Senegal river basin. *Ann. Soc. Belge Méd. Trop.* 1990; 70: 173-180.
16. Audibert M, Jossieran R, Josse R, Djidji A. Irrigation, schistosomiasis and malaria in the Logone Valley. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 1990; 42: 550-560.
17. Simondon KB, Bénéfice E. Nutritional status and irrigated rice cultivation in Northern Senegal: a five-year follow-up. *Ecol. Food Nutr.* 2000, sous presse