

## Riziculture irriguée dans la moyenne vallée du Fleuve Sénégal et état nutritionnel des villageois: étude prospective sur 5 ans

Kirsten B. Simondon,<sup>1</sup> Eric Bénéfice<sup>1</sup>

IRD - Laboratoire de Nutrition Tropicale, Montpellier, France

Les programmes de développement agricole sont d'une importance capitale en Afrique sub-Saharienne, où la croissance démographique est très forte. Pourtant, peu d'études consacrées à l'évaluation sanitaire et nutritionnelle de tels programmes ont été publiées.

De plus, les quelques études retrouvées dans la littérature donnent des résultats contradictoires. Au Kenya, parmi les agriculteurs travaillant sur un large périmètre de riziculture irriguée, ceux qui maintenaient des cultures traditionnelles en dehors du périmètre avaient un meilleur niveau de consommation alimentaire et moins de malnutrition des préscolaires que les autres [1]. Dans un autre périmètre irrigué du Kenya, la prévalence du retard de croissance des enfants préscolaires était supérieure à celle des enfants d'une région témoin [2]. Dans une région productrice de cannes à sucre, les producteurs avaient des ingérés énergétiques supérieurs à ceux d'un groupe témoin, mais l'état nutritionnel de leurs enfants d'âge préscolaire n'était pas meilleur [3].

Dans la moyenne vallée du Fleuve Sénégal, près de la frontière avec la Mauritanie, la sécurité alimentaire est restée très précaire depuis les grandes sécheresses des années 1970. La culture traditionnelle du mil dans le *Jeeri* (terres non-submergées) a été abandonnée en faveur de cultures en décrue dans des cuvettes près du fleuve (le *Walo*). Mais ces cultures sont aussi sujettes à des risques climatiques puisque les crues ne sont pas toujours suffisantes pour l'inondation des cuvettes.

Pour pouvoir maîtriser les crues, un barrage a été construit en amont, à Manantali au Mali en 1981, et un gros programme de construction de périmètres irrigués a été initié dans la moyenne vallée avec le soutien financier du Fond Européen pour le Développement (FED). La gestion du projet était faite par les agriculteurs eux-mêmes avec une assistance technique des services du Ministère de l'Agriculture du Sénégal puisque le riz est une culture nouvelle dans cette région. Une description plus détaillée du système de production agricole peut être trouvée ailleurs [4].

L'étude nutritionnelle décrite ici faisait partie d'un projet multidisciplinaire sur les conséquences sanitaires de ce programme. Cette étude à caractère longitudinal avait pour objectif d'évaluer l'état nutritionnel des enfants d'âge préscolaire et des adultes chaque année à partir de février 1990 et ce pour une durée de cinq ans.

### METHODES

L'étude a été faite dans trois villages de la moyenne vallée du Fleuve Sénégal et habités par des agriculteurs d'éthnie *Tokolor*. Un "périmètre irrigué" dit moyen, nouvellement installé, d'une surface de 528 hectares, a été choisi pour cette étude. L'irrigation a été initiée en juillet 1989, et la première récolte de riz a eu lieu en décembre 1989. La participation au projet était très bonne dès la première année, puisque la plupart des cuvettes du *Walo* avait été incluses dans les périmètres.

Un échantillon aléatoire de 110 concessions, habitées par un tiers de la population totale de 4 434 personnes, a été sélectionné par la méthode des totaux cumulés sur la base d'un recensement exhaustif réalisé fin 1989.

Les sujets d'étude étaient les enfants âgés de moins de 60 mois, leurs mères et tous les hommes âgés d'entre 20 et 60 ans. Pour les adultes, l'âge a été calculé à partir de l'année de naissance donnée par la personne elle-même. Pour les enfants, les dates de naissances ont été estimées à partir d'entretiens avec les mères, à l'aide de calendriers musulmans et des événements locaux. Le poids a été mesuré au 10 g près chez les enfants (pèse-bébé Séca) et au 100 g près chez les adultes (pèse-personne Téfal). La taille a été mesurée au mm près pour tous les sujets. Ces mesures ont été faites annuellement, au mois de février, de 1990 à 1995.

Les indicateurs nutritionnels utilisés étaient les indices poids pour la taille, taille pour l'âge et poids pour l'âge pour les enfants (logiciel Anthro). Le seuil de -2 z-scores de la référence NCHS a permis d'estimer les prévalences de maigreur, retard de croissance en taille et déficit pondéral. Pour les adultes, l'indice de masse corporelle (IMC, poids/taille<sup>2</sup>) a permis de définir la maigreur ou déficience énergétique chronique (IMC < 18.5 kg/m<sup>2</sup> [5]), ainsi que le surpoids (IMC > 25 kg/m<sup>2</sup> [5]). Les femmes enceintes ont été exclues.

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 BMJD.

## 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'un des objectifs du programme de développement agricole était précisément de donner aux hommes la possibilité de nourrir leurs familles tout en restant dans leur village. Dans ces conditions, nos résultats auraient pu être expliqués par des changements de population, comme un retour massif de migrants ou des immigrations de personnes étrangères à la zone. Mais grâce à l'identification précise des habitants à chaque passage, nous avons pu calculer les gains de poids annuels individuels qui ont confirmé les résultats des analyses transversales.

Il y a ainsi des arguments très forts pour conclure que la situation nutritionnelle s'est améliorée pendant la période de suivi, particulièrement pendant les deux premières années, mais plusieurs problèmes rendent difficile l'analyse des causes de cette amélioration. Premièrement, il n'y a pas de données de comparaison disponibles pour les années avant la mise en place du système d'irrigation. Deuxièmement, en l'absence de données de villages dits "témoins", c'est à dire sans programme d'intervention, l'amélioration constatée pendant les 5 années de suivi pourrait être expliquée par des facteurs indépendants du programme de développement. L'approvisionnement en eau, notamment, a été changé par la mise en place d'un forage dans l'un des villages. Cependant cet accès à l'eau potable n'est intervenu qu'à la fin de l'année 1993, soit bien plus tard que les modifications de l'état nutritionnel. Les services de santé n'ont pas été améliorés.

Plusieurs enquêtes nutritionnelles ont été conduites dans la vallée du Fleuve pendant le suivi, et nous permettent de situer le niveau de malnutrition des villages d'études dans leur contexte régional. La prévalence de la maigreur était 9,3% en 1990 (IC: 5,5-11,1, [7]), 9,3% en 1991 (IC 7,1-11,5, [8]) et 11,5% en 1992-93 (IC 8,9-14,1 [6]). Ainsi, la prévalence de maigreur de la zone d'étude était similaire à ou légèrement plus basse que celle trouvée dans la région dans son ensemble, alors que les prévalences de 1994-95 étaient beaucoup plus faibles.

Chez les mères d'enfants préscolaires, la prévalence de maigreur était 22,5% (IC: 18,7-26,3) dans la vallée du Fleuve Sénégal en 1992-93 [6], ce qui est significativement supérieur à celle estimée dans notre étude en février 1993 (15,4%,  $p < 0,05$ ). Malheureusement, nous n'avons pas été en mesure de trouver d'autres données relatives aux femmes, et aucune donnée concernant les hommes qui ne constituent pas un groupe cible habituel des enquêtes nutritionnelles.

Le suivi nutritionnel a été réalisé pendant la saison froide, en début d'année, ce qui a son importance puisqu'il existe des variations saisonnières importantes dans cette région [9]. A partir d'enquêtes menées en février, avril, juin, octobre, décembre 1991 et février 1992, le mois de février semble être une saison où l'état nutritionnel des adultes est bon et celui des enfants d'âge préscolaire au-dessus de la moyenne annuelle, probablement parce que la récolte du riz a eu lieu deux mois auparavant. L'important gain de poids des hommes entre février 1991 et février 1992 a été réalisé principalement entre décembre 1991 et février 1992, avec un gain moyen de +0,65 kg/mois contre +0,06 kg/mois de février à décembre 1991 [9]. Puisque nous n'avons pas de données à ces différentes saisons pour les autres années du suivi, il est impossible de savoir si le projet de développement a permis de réduire les variations saisonnières de l'état nutritionnel de façon durable. Ceci paraît a priori plausible, car l'irrigation a permis aux villageois de faire plusieurs récoltes par an (une seule récolte de riz, suivi de la culture de la tomate destinée à la mise en conserve puis du maïs, principalement pour l'autoconsommation).

Pourtant, la persistance d'une prévalence élevée de retard de croissance pourrait suggérer une situation nutritionnelle moins favorable en d'autres saisons, ou l'existence de carences en micronutriments chez les jeunes enfants qui inhiberait la croissance en taille même en l'absence de déficit énergétique.

L'augmentation de la prévalence de surpoids dans les villages d'étude est inquiétante, particulièrement parce que parmi les femmes, elle ne coïncide pas avec une réduction significative de celle de la maigreur. Ceci pourrait suggérer que certaines femmes bénéficient plus du programme que d'autres. D'autres études avaient déjà montré que le bénéfice de programmes de développement agricole n'était pas homogène dans la population concernée [1]. Cependant, le surpoids reste nettement moins fréquent qu'à Dakar, la capitale du pays, où 22,4% des femmes en étaient déjà atteintes dans les années 1980 [10].

La consommation alimentaire familiale des villageois a été mesurée en 1990-91 par la méthode des pesées. L'ingéré énergétique moyen par jour et par personne était de 10,16 kJ (2459 kcal, [4]), ce qui était plutôt élevé par rapport aux besoins estimés par l'OMS et la FAO (9,14 kJ ou 2213 kcal). Il existait cependant de fortes variations entre familles, car plus d'un tiers d'elles ne couvraient pas ses besoins. De plus, la distribution intra-familiale n'est pas connue dans ce type d'enquêtes. Il faut noter que même dans les mois suivant la récolte annuelle du riz, plus de 50% de

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