

PC-OK

L'irrigation d'appoint à l'aide d'un barrage compartimenté dans le tropique semi-aride brésilien

Une étude de cas

J.A. A.S. de
G. VALLEE, P. CERQUEIRA, A. DE S. SILVA, L.H. LOPEZ

DSA/CIRAD - EMBRAPA/CPATSTA

RESUME

Sur les 1 646 650 km² que couvre le Nordeste brésilien, environ 90 % sont situés dans des zones arides et semi-arides. On comprend aisément que les problèmes d'eau soient vitaux pour les petits producteurs. L'EMBRAPA/CPATSTA a développé plusieurs technologies permettant une meilleure utilisation des ressources en eau, comme le "barrage compartimenté". Cet aménagement a été étudié sur l'exploitation de Taboleiro. Les données recueillies depuis trois ans ont montré que les parcelles avec irrigation d'appoint, qui ne représentent que 10 % de la superficie cultivée, assurent la moitié de la production totale de haricots (soit 80 % de la consommation familiale) et 40 % de la production de maïs (150 % de la consommation familiale). Néanmoins, le taux de rentabilité économique de l'investissement barrage est faible. La recherche doit faire des propositions associant cultures vivrières et cultures de rente pour accroître ce taux de rentabilité.

I. Introduction

Le Nordeste brésilien couvre 1 646 650 km², soit la totalité de 9 états (Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande de Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia) plus la partie septentrionale de l'état de Minas Gerais. Cela entraîne comme conséquence une grande variété de situations agroécologiques auxquelles correspondent diverses conditions socio-économiques des populations rurales. Quatre grandes zones ont été identifiées (Reddy 1983) :

Tableau 1 - Zones climatiques du Nordeste

Zone	Km ²	% de la superficie
humide	11 527	0,7
sub-humide	164 665	10,0
semi-aride	1 234 988	75,0
aride 235	470	14,3

Le tableau 1 montre que 89,3 % de la superficie totale du Nordeste est occupée par les zones arides et semi-arides. Si en ce qui concerne la température, la région Nordeste révèle une certaine homogénéité spatiale (moyenne annuelle 24 à 26° C) avec peu de variation

saisonniers, il n'en est pas de même pour le régime hydrique. La pluviométrie totale diminue de la côte vers l'intérieur, en raison de l'orientation des systèmes de perturbations atmosphériques dont l'action diminue vers l'intérieur du "Sertão". L'ouest de la zone, la plus pluvieuse, est appelée "Mata" et les moyennes y sont supérieures à 1 250 mm, atteignant 2 000 mm dans le Nordeste du Maranhão. En contrepartie, dans l'intérieur que l'on appelle "Sertão", rares sont les localités où l'on enregistre plus de 1 000 mm. Sur près de 50 % de cette région, la pluviométrie moyenne est inférieure à 750 mm, et des niveaux inférieurs à 500 mm sont observés dans certaines régions du Sertão des états du Paraíba, du Pernambouc (lieu de l'étude) et de Bahia. Mais quelque soit le volume de l'eau reçue pendant l'année, sa répartition saisonnière est typiquement tropicale avec une saison des pluies et une autre très sèche. Le mécanisme atmosphérique des régions tropicales est caractérisé par son irrégularité. Les écarts sont encore plus élevés dans les régions de climat semi-aride (Yeark Book of Agriculture 1941) et les inconvénients du régime saisonnier avec des déficits de pluie prolongés sont encore aggravés par l'extrême irrégularité observée. Aucune autre région du Brésil n'est touchée par des écarts aussi significatifs que ceux qui affectent la ré-

gion Nordeste, et les plus grands écarts correspondent aux zones où la hauteur de pluie annuelle est la plus faible. Cette zone est appelée "polygone de la sécheresse" : s'il existe, des années avec des pluies double de la "normale" (si cela peut avoir un sens ici !), les années où les pluies manquent ("mauvais hiver") sont beaucoup plus nombreuses, durant lesquelles la période sèche peut être beaucoup plus longue que la moyenne, avec la possibilité que les rares pluies de cette époque n'aient pas lieu.

La population résidente dans le Nordeste était en 1980 de 35 970 286 hab (deuxième parmi les grandes régions brésiliennes). Mais la région perd de l'importance du point de vue démographique, sa participation dans la population nationale a diminué de 46,7 % en 1872 à 29,2 % en 1980. Dans la distribution ville-campagne, le fait significatif est l'évasion rurale progressive et la forte augmentation des villes : la participation de la population urbaine par rapport à la population régionale totale a augmenté de 26,3 % en 1940

à 50,4 % en 1980. Durant cette période la population urbaine a été multipliée par 5, alors que la population rurale n'a augmenté que d'une fois et demi. Même sans la confirmation des données de 1985, non publiées, on peut affirmer que cette tendance a augmenté les dernières années à cause des années de sécheresse qui atteignent le Nordeste. Ainsi la situation d'équilibre de 1980 (17,3 M hab. en zone rurale et 17,6 en zone urbaine) est rompue et l'évasion rurale s'accélère, ce qui n'est pas sans poser des problèmes pour l'agriculture.

Dans le Nordeste les problèmes agraires surpassent les autres, les causes profondes en étant directement liées à une forte concentration foncière ; selon les données de l'Institut Brésilien de Géographie et Statistique (IBGE 1980), dans cette région se concentre le plus grand nombre de propriétés rurales du pays, 47 % du total, mais près de 94 % des propriétés ont une superficie inférieure à 100 ha (tableau 1) et les 6 % restants occupent 72 % de la superficie totale.

Tableau 2 - Nombre et superficie des exploitations agricoles du Nordeste (MINTER/SUDENE 1984)

Groupe de superficie (ha)	Nombre de propriétés	%	Superficie des propriétés (ha)	%
Moins de 5 ha	1 366 184	15,75	2 474 359	2,76
de 5 ha à - de 10 ha	291 968	11,91	2 013 603	2,25
de 10 ha à - de 20 ha	243 718	9,94	3 312 690	3,70
de 20 ha à - de 50 ha	263 603	10,76	8 120 830	9,07
de 50 ha à - de 100 ha	129 723	5,29	8 847 285	9,88
de 100 ha à - de 500 ha	124 924	5,10	24 991 972	27,91
de 500 ha à - de 1000 ha	15 696	0,64	10 542 557	11,77
plus de 1000 sans avoir déclaration	4 585	0,19		
Total	2 450 700	100	89 553 504	100

Mais les propriétés d'une superficie inférieure à 100 ha sont responsables pour plus des 23 % de la production des aliments de la région (riz 76,3 %, haricot et manioc 94,4 %, maïs 85,3 %) et de la moitié des cultures agro-industrielles (coton herbacé 61,7 %, coton pérenne 59,9 %). En réalité, les grandes propriétés sont consacrées à l'élevage extensif.

Si on additionne les problèmes de la sécheresse à celui des petites propriétés on a le cadre du conflit du Nordeste dans lequel les petits propriétaires, totalement décapitalisés n'ont pas les conditions de vaincre les problèmes liés aux années de sécheresse et vont ainsi, après avoir vendu leurs terres à un prix très bas, émigrer vers les périphéries des grandes villes à la recherche d'un travail moins risqué.

Si, dans le passé, la croissance du sud du Brésil a permis une forte absorption de la main d'œuvre du

Nordeste, cela n'est plus le cas actuellement et le gouvernement essaie de maintenir les petits agriculteurs dans leurs propriétés par l'intermédiaire de plusieurs programmes d'assistance. Cependant la nécessité de proposer des alternatives techniques permettant une meilleure utilisation des ressources pluviométriques et hydriques du Nordeste fut une des raisons de la création du Centre de Recherches Agronomiques du Tropique Semi-Aride (CPATSA) de l'Entreprise Brésilienne de Recherche Agronomique (EMBRAPA). Ce travail concerne une technologie testée dans le Nordeste par le CPATSA qui consiste à créer une retenue d'eau pour permettre d'irriguer en cas de sécheresse un champ situé en aval de cette retenue.

II. Matériel et méthodes

Pour résoudre les problèmes dus aux sécheresses, le CPATSA développe un grand nombre d'études sur

l'utilisation du sol et de l'eau pour l'agriculture pluviale avec les objectifs suivants :

- satisfaire les besoins en eau des personnes et des animaux
- satisfaire la production agricole en vue d'assurer l'autosuffisance alimentaire de la famille
- développer des cultures et des techniques permettant en plus de l'autosuffisance alimentaire, une commercialisation des produits permettant d'améliorer le capital des exploitations et de financer les investissements.

Le CPATSA a déjà obtenu des résultats significatifs et propose plusieurs technologies permettant d'utiliser les pluies de manière plus efficace. Deux d'entre elles sont déjà diffusées dans le Nordeste.

1. Les citernes rurales

Cette technologie, utilisée depuis plusieurs siècles dans de nombreux pays, a été peu diffusée en milieu rural, principalement dans le Nordeste semi-aride. Le CPATSA a développé plusieurs types de citernes utilisant le toit de la maison comme aire de captation, qui peut être augmentée, si elle n'est pas suffisante, par une aire de captation spécifique, à côté ou devant la citerne. Le volume de la citerne est calculé pour chaque propriété en fonction des besoins des personnes vivant sur la propriété.

2. Le barrage pour l'irrigation d'appoint

L'utilisation de l'eau de ruissellement dans l'agriculture est aussi une technique utilisée il y a plusieurs siècles (Stern 1980). Les travaux réalisés au CPATSA (Silva et Porto 1982) ont démontré que le système d'utilisation de l'eau de pluie de ruissellement pour les besoins des cultures, communément appelé "barrage pour l'utilisation de l'irrigation d'appoint" peut donner de bons résultats, s'il existe un rapport adéquat entre l'aire de captation et l'aire de culture qui doit être irriguée.

1. Caractéristiques

Selon Silva et Porto (1984), un barrage pour l'utilisation de l'irrigation de sauvetage est constitué de trois éléments de base :

- aire de captation : aire destinée à capter l'eau de pluie **ruisselant sur le sol, avec une déclivité variable et limitée** par une digue de terre fonctionnant comme diviseur et récupérateur d'eau. L'aire doit être en moyenne d'environ 3 ha.
- réservoir ou barrage : c'est l'aire où l'eau captée en Ac est stockée. La capacité moyenne est de 3 à 5 000 m³ et pour diminuer les pertes par évaporation, le barrage

est divisé en deux parties par une digue (barrage compartimenté).

- aire de culture : aire en aval du barrage réservée aux cultures alimentaires pour assurer l'auto-consommation familiale, une superficie de 1,5 à 2 ha est nécessaire : celle-ci est plantée en billons réalisés en courbes de niveau permettant l'irrigation par gravité.

2. Dimensions du système

Pour calculer les dimensions du système, les chercheurs du CPATSA utilisent la formule :

$A_c = V_b / C \times P$ dans laquelle :

A_c = aire de captation

V_b = volume brut d'eau à stocker (m³) tenant compte des pertes totales (évaporation et infiltration)

C = coefficient de ruissellement superficiel de l'aire de captation (plusieurs coefficients ont été calculés pour les conditions du Nordeste).

P = Précipitation moyenne annuelle de la région (m) à 50 % de probabilité.

Pour les régions de Petrolina et d'Ouricuri (lieu de l'étude) avec des précipitations moyennes de 400 à 500 mm, pour calculer les dimensions du système on a retenu trois données importantes :

1. Un supplément de 100 mm/ha d'eau à disposition du producteur est suffisant pour corriger les effets des époques de sécheresse prolongées durant la saison des pluies.
2. Une superficie de 1,5 à 2 ha est suffisante pour assurer l'alimentation de base de la famille et peut produire en année normale un excédent pour la commercialisation ce qui couvre les coûts financiers du système.
3. Les pertes totales par infiltration et évaporation du barrage correspondent à 50 % du volume utile à utiliser.

3. Introduction au niveau de l'exploitation

Le CPATSA conduit un programme de recherches en systèmes de production dans la région d'Ouricuri - Pe. Le diagnostic agro-socio-économique réalisé par le programme national de recherches "Evaluation des Ressources Naturelles et Socio-économiques du Semi-Aride (PNP-027)" a abouti au choix de plusieurs exploitations où ont été réalisés des plans de développement (Lopes, Vallée 1985) adaptés aux situations particulières des catégories de producteurs. Ainsi en 1983 ont été élaborés des projets d'intervention technique pour 5 propriétés agricoles de cette région en vue de prouver la validité en milieu réel des technologies élaborées par le CPATSA et étudier leur viabilité sociale et économique, pour recueillir les informations nécessaires à

une plus grande diffusion des techniques (acceptés par les producteurs) au niveau de la vulgarisation rurale. Ce document se réfère seulement au cas de la propriété "Taboleiro", propriété de Monsieur José Alves de CARVALHO.

1. Description de la propriété

- Superficie totale : 135 ha
- Superficie cultivée : 15,4 ha
- Disponibilité en eau : avant l'intervention de la recherche la propriété disposait de :
 - . un petit barrage, 483 m³
 - . un grand barrage, type lac collinaire, de 9 583 m³ mais réservé à la consommation humaine et animale, sans possibilité d'irrigation par gravité.
- Disponibilité en matériels avant l'intervention :
 - . une jeune paire de bœufs
 - . une charrue réversible
 - . une charrette traditionnelle en bois.
- Main d'œuvre :

La famille du producteur comprend douze personnes, mais participent aux travaux agricoles seulement, le chef d'exploitation, deux fils adultes et deux filles de plus de quinze ans. Quatre enfants de moins de quinze ans vont à l'école et participent à certains travaux des champs (semis, cueillette) et une fille adulte exerce la profession d'institutrice à Ouricuri-Pe. L'épouse du producteur et une fille se consacrent exclusivement aux travaux domestiques.

- Système de production de l'exploitation :

Le système de production est basé sur l'association de l'agriculture et de l'élevage. Le système de culture est réalisé généralement avec des cultures associées (haricot (1) x maïs (2), haricot x ricin (3), coton (4) x haricot x maïs, haricot x sorgho (5), palme (6) x coton pérenne (4)) sans utilisation d'engrais ni de fertilisation organique, en laissant les champs en jachère (20 ha en 1983) quand la production commence à baisser. L'élevage est de forme extensive. Il n'y a pas de pâturages cultivés, les animaux sont mélangés (bovins 28, caprins 23, ovins 18), et sont nourris à partir des restes de culture et de pâturage dans la caatinga (végétation arbustive naturelle).

En général les animaux perdent beaucoup de poids du-

-
- (1) *Vigna unguiculata* L. Walp
 - (2) *Zea mays* L.
 - (3) *Ricinus comunis*
 - (4) *Gossypium hirsutum* Var. Maria Galante
 - (5) *Sorghum bicolor* Moench
 - (6) *Opuntia ficus indica*

rant la saison sèche et la production de viande est faible. Cependant l'élevage revêt pour le producteur une grande importance en termes d'épargne, ce qui lui permet de surmonter les années difficiles pour les cultures.

2. Plan d'intervention technique

Ce producteur a participé dès 1982 aux premiers tests réalisés en milieu rural par le CPATSA (Vallée 1986) et a été choisi pour l'introduction des nouvelles technologies que l'on désirait tester, parce qu'il représentait la strate moyenne de rente dans l'échantillon des agriculteurs étudiés, mais avec de réelles possibilités de développement.

En 1983, après discussions avec le producteur, celui-ci accepta l'implantation d'un barrage pour l'irrigation d'appoint dans sa propriété. Ce barrage et le champ cultivé ont les caractéristiques suivantes :

- . aire de captation : 2 019 ha
- . aire du barrage : 0,30 ha
- . aire des drains : 0,034 ha
- . système de plantation : dans la zone de culture, on a réalisé une préparation du sol selon le dispositif ICRISAT en planches et billons tracés en courbes de niveau, avec une déclivité de 0,4 %. Une fertilisation organique (5t/ha) a été appliquée en 1983 ainsi qu'une fertilisation phosphatée en complément en 1983 et 1985.

- Cultures :

Le champ avec irrigation d'appoint doit, au moins pour le cycle de culture de la saison des pluies, être réservé aux cultures alimentaires. Dans ce cas il fut planté chaque année en haricot et maïs réalisés en cultures associées. Dans le cas où il reste de l'eau après la culture de la saison des pluies, un deuxième cycle de culture en irrigation totale est implanté sur une superficie calculée en fonction de l'eau restant disponible dans le barrage.

- Coût du barrage :

Pour la construction du barrage, 128 heures de tracteur "Bulldozer" furent nécessaires, soit un coût de 1 950 950 cruzeiros (Cr\$) en novembre 1983.

III. Résultats

Après trois années de suivi agronomique de la totalité de l'exploitation, on peut évaluer l'impact du barrage, tant sur le plan économique que social. Les tableaux 2 à 10 présentent les résultats en termes d'investissement, coûts, production et taux interne de rentabilité. Ce dernier facteur étant l'index retenu au CPATSA pour l'évaluation économique des projets (Doraswamy

1985). Du fait de la grande inflation régnant à cette époque, tous les prix ont été calculés en O.T.N. (Obligations du Trésor National = 106,4 cruzeiros), et en cruzados (nouvelle monnaie brésilienne depuis mars 1986).

Pour obtenir les valeurs en francs français, il suffit de diviser les valeurs en cruzados(Cz\$) par 2 (1 FF = 1,9959 Cz\$).

1. Tableau 3 - Investissement initial

Type d'investissement	Valeur mars 1986	
	Cz\$	OTN
A. Investissement de l'aire du barrage		
1. Terre (4,23 ha)	2086,51	19,61
2. Construction du barrage	32085,98	301,56
3. Clôtures	2389,74	22,46
Total 1+2+3	36562,23	343,63
B. Investissement proportionnel à la surface cultivée		
4. Polyculteur 1500 + équipements	2956,86	27,79
5. Paire de bœufs	1354,47	12,73
6. Outils et silos	674,57	6,34
Total 4+5+6	4985,90	46,86
Total général	41548,13	390,49

2. Tableau 4 - Coûts annuels

Années	1983/84		1984/85		1985/86	
	Cz\$	OTN	Cz\$	OTN	Cz\$	OTN
Semences	771,40	7,25	118,10	1,11	516,04	4,85
Fertilisants	608,61	5,72	298,98	2,81	75,20	0,71
Prod. phytosanitaires	376,66	3,45	36,18	0,34	16,47	0,15
Main d'œuvre temporaire	327,71	3,08	542,64	5,10	485,00	4,57
Main d'œuvre familiale	4801,83	45,13	3514,76	29,65	4968,00	46,69
Labour	750,00	7,05	600,00	5,64	-	-
Dépréciation du polyculteur outils, clôtures	709,69	6,67	212,80	2,00	74,49	0,70
Coûts totaux	8345,90	78,44	4963,56	46,65	6136,20	57,67

On peut remarquer que sur les coûts totaux des trois années, le coût estimé de la main d'œuvre familiale représente 66% du coût total.

En ce qui concerne le nombre de jours de travail, on obtient :

3. Tableau 5 - Jours de travail

Année	Jours de travail			Jours par ha
	Famille	Temporaires	Total	
1983/84	176	12	188	72
1984/85	122	21	143	49
1985/86	184	18	202	78

4. Tableau 6 - Superficie plantée, cultures, production, rendements et valeur de la production

Cultures	Superficie (ha)			83/84				84/85				85/86			
	83/84	84/85	85/86	Produc. (kg)	RDT (kg/ha)	Valeur Cz\$	OTN	Produc. (kg)	RDT (kg/ha)	Valeur Cz\$	OTN	Produc. (kg)	RDT (kg/ha)	Valeur Cz\$	OTN
Haricot vigna	1,76	1,76	1,76	1144	650	3911,26	36,76	360	205	751,18	7,06	660	375	4686	44,04
Maïs				1137	646	1514,07	14,23	1880	1059	2108,85	19,82	300	170	480	4,51
Haricot vigna	0,37			223	603	762,89	7,17								
Haraicot phasaleus	0,38	1,76	0,82	63	166	309,63	2,91	480	410	2389,75	22,46	50	61	435	4,09
Pastèque	0,10			50	500	39,37	0,37								
Total	2,61	2,93	2,58			6537,22	61,44			5249,78	49,34			5602	52,64

5. Tableau 7 - Relation production du champ avec irrigation d'appoint par rapport au total des cultures de la propriété et par rapport à la consommation familiale totale.

Cultures	Production totale			% représenté par champ avec irrigation			Consommation familiale			% de la consommation obtenu sur le champ avec irrigation		
	83/84	84/85	85/86	83/84	84/85	85/86	83/84	84/85	85/86	83/84	84/85	85/86
Haricot (vigna et phaseolus)	2406	1760	1740	59	48	41	1313	1585	768	109	53	92
Maïs	2651	5150	560	43	37	54	245	1340	620	464	140	48
Pastèque (pièces)	50	0	0	100	0	0	50	-	-	100	-	-
Coton	1035	479	936	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sorgho	2294	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ricin	-	540	373	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Riz	-	-	240	-	-	-	-	-	-	-	-	-

6. Tableau 8 - Relation production du champ avec irrigation d'appoint par rapport à la valeur totale des productions agricoles de la propriété

Valeur totale des productions agricoles de la propriété			Valeur des productions agricoles du champ irrigué et %					
83/84	84/85	85/86	83/84		84/85		85/86	
Valeur Cz\$	Valeur Cz\$	Valeur Cz\$	Valeur Cz\$	%	Valeur Cz\$	%	Valeur Cz\$	%
20035,14	12787,16	20515,50	6537,22	33	5249,78	41	5601,00	27

7. Revenu net et taux interne de rentabilité

Tableau 9 - Revenu net

	1983/84 Valeur		1984/85 Valeur		1985/86 Valeur	
	Cz\$	OTN	Cz\$	OTN	Cz\$	OTN
1. Recettes	6537,22	61,44	5249,78	49,34	5601,00	52,64
2. Coûts	8345,90	78,44	4963,56	46,65	6136,20	57,67
3. Revenu net (net income) (1-2)	-1808,68	-17,00	286,22	2,69	-535,20	-5,03
4. Revenu net + main d'œuvre familiale	2993,15	28,15	3440,98	32,34	10569,00	99,33
5. Revenu net + main d'œuvre familiale + dépréciation	3702,84	34,80	3653,88	34,34	10643,49	100,03

2. Taux interne de rentabilité

1. Tableau 10 - Valeur résiduelle

	Valeur	
	Cz\$	OTN
Investissement initial	41548,13	390,49
Dépréciation pour 3 ans	996,97	9,37
Valeur résiduelle	40551,16	381,12

2. Taux interne de rentabilité

Le taux interne de rentabilité (T.I.R.) est négatif si on inclut dans les coûts la main d'œuvre familiale. Il est de 6,2 % si la main d'œuvre familiale est décomptée et de 6,9 % si on décompte également la dépréciation annuelle de l'investissement.

IV - Discussions

1. Importance du champ avec irrigation d'appoint

Le tableau 7 montre que le "champ du barrage" représente un fort pourcentage de la production : en moyenne sur trois ans, 50 % de la production de haricot et 40 % de celle du maïs.

Par rapport à la consommation familiale de haricot et maïs qui représente les aliments de base de la famille, cela donne en moyenne, respectivement, 81 % et 150 % pour le haricot et le maïs consommés.

On peut affirmer que le barrage et l'irrigation d'appoint permettent réellement d'assurer l'alimentation de base de la famille, et remplissent totalement la fonction sociale qui a été un des objectifs fixés à cette technologie.

En termes de valeur de la production, la production obtenue représente plus de 36 % de la valeur totale sur 3 ans, alors que la surface cultivée est seulement de 10 % de la surface cultivable.

2. Revenu net et taux interne de rentabilité

Le revenu net a été négatif en 1983/84 et 1985/86 et bas en 1984/85, parce que la main d'œuvre familiale a été calculée comme coût. En réalité le producteur ne reçoit un "salaire" qu'après la vente des produits et dans ce cas on peut estimer la valorisation de la journée de travail du producteur à 17,00 Cz\$, 28,20 Cz\$ et 57,44 Cz\$ respectivement 83/84, 84/85 et 85/86. Le revenu du producteur s'améliore donc et atteint deux fois le salaire minimum journalier en 1985/86.

Les taux internes de rentabilité sont bas et comme ils sont en dessous de 10-12 % on peut donc dire que l'investissement est peu lucratif mais acceptable pour la culture du haricot et du maïs. Cependant il est possible que d'autres cultures utilisant l'irrigation d'appoint puissent améliorer les résultats économiques de cette activité. Dans une situation aussi critique, il est clair que les améliorations seront progressives, mais on doit tenter d'expliquer la baisse des rendements qui pourrait devenir préoccupante si elle n'est pas le seul fait du climat.

Conclusions

Après trois années d'utilisation en milieu réel de la technologie d'irrigation d'appoint, on peut conclure que sa viabilité technique et sociale dans l'expérience décrite est indiscutable. Toutefois les prix toujours bas des produits alimentaires de base au niveau du producteur ne permettent pas une rentabilité significative. Si le gouvernement donne la priorité à l'aspect social pour maintenir "l'agriculteur au champ", la technologie de l'irrigation d'appoint est certainement une alternative dont la viabilité actuelle dépend de subventions. Ceci, sans aucun doute, serait une alternative plus significative que de lutter contre les sécheresses avec les ressources à fonds perdus attribués au "front d'urgence" (seulement en 1983, le gouvernement brésilien a dépensé environ 1 milliard de dollars U.S. pour les fronts d'urgence dans le Nordeste).

Par ailleurs, les résultats obtenus suggèrent la nécessité pour la recherche thématique de prêter attention à la définition de systèmes de culture comprenant une association de cultures de meilleure rentabilité avec les cultures alimentaires. Ceci peut-être, demandera un plus grand volume de stockage d'eau, ce qui permettrait de cultiver des légumes comme composante de l'association ; en plus des études économiques il serait également nécessaire d'étudier les relations entre les composantes de rente et de subsistance. Ceci serait sans doute une solution à moyen terme.

BIBLIOGRAPHIE

Brasil, Sudene : Aspectos gerais da agropecuária do Nordeste. Recife, Pe, 1984, 460 p. (Projeto Nordeste 3).

Doraswamy, G., Porto, E.R. & Cerqueira P.R.S. : Avaliação econômica de tecnologias em sistemas integrados de produção de pequenas propriedades agrícolas : um estudo de caso. Petrolina, Pe, EMBRAPA CPATSA, 1985, 88 p. (EMBRAPA-CPATSA, Documentos, 41).

Fundação IBGE, Rio de Janeiro, RJ. Sinopse preliminar do censo agropecuário. Brasil. Rio de Janeiro, 1982. 42 p. (Fundação IBGE - IX Recenseamento Geral do Brasil 1980, V2, t1, n° 1).

Fundação IBGE, Rio de Janeiro, RJ. Atlas nacional do Brasil : Região Nordeste. Rio de Janeiro, 1985.

Lopes, L.H. de O. & Vallée, G.J.A. Plano de intervenção técnica em propriedades agrícolas - Ouricuri - Pe - Petrolina, Pe, EMBRAPA-CPATSA, 1985, 51 P; il.

Reddy, S.J. Climatic classification : the semi-arid tropic and its environment a review. Pesp. agropec. bras., Brasilia, 18 (8) : 823-47, ago. 1983.

Silva, A. de S. & Porto. E.R. : Utilização e conservação dos recursos hídricos em áreas rurais do trópico semi-árido do Brasil, tecnologias de baixo custo. Petrolina, Pe, EMBRAPA-CPATSA, 1982. 128 p. il. (EMBRAPA-CPATSA - Documentos, 14).

Stern, P.H. Small scale irrigation ; a manual of low-coast water technology. London, Intermediate Technology Publications, 1979, 152 p. il.

Thornthwaite, C.W. Climate and man, New York, Year Book of Agriculture, 1941, 1248 p. il.

Vallée, G.J.A., Miranda E.E. de & Doraswamy, G. : Testes agronomicos no meio real : um elemento de diagnostico para a pesquisa e & extensão rural. Petrolina, Pe, EMBRAPA-CPATSA, 1986 - 58 p. (EMBRAPA-CPATSA, Documentos, 42).