

CN0101486
P100
SEN

INSTITUT SÉNÉGALAIS DE
RECHERCHES AGRICOLES

ISRA - SCS
Bibliothèque
D A N B U Y

**LA SIGNIFICATION DE LA VALORISATION DE L'EAU EN
CULTURE PLUVIALE AU SENEGAL :
GESTION DU DEFICIT ET DE L'EXCES HYDRIQUE**

Par

Modou SENE, Pascal PEREZ et Jean ALBERGEL

Document préparé à l'occasion de l'Atelier Scientifique : Gestion Durable des Terres en
Régions Semi-Arides et Sub-humides, Sénégal 15-19 Novembre 1993 - NOVOTEL .
DAKAR.

ISRA/SCS - NOVEMBRE 1993

C.N.R.S. - SÉNÉGAL - S.D.I.
Date 24 Novembre 1993
Reçu 368/4.5
Mod. F. 1/11
Destinataire 8/1

I. INTRODUCTION

En raison de la configuration climatique dans le Sahel en général et au Sénégal en particulier, l'apport d'eau pluviale pour les productions végétales et animales revêt un caractère très aléatoire. En fait, deux phénomènes à première vue très contrastés apparaissent assez souvent à l'échelle d'une saison de pluies : ce sont d'une part le déficit hydrique ou la sécheresse pouvant intervenir à différentes périodes de l'hivernage et d'autre part l'excès d'eau pendant une période relativement courte correspondant aux épisodes pluvieux très intenses entraînant l'érosion des sols due à un ruissellement.

Ces événements sont d'autant plus préjudiciables aussi bien aux produits agricoles qu'à l'environnement écologique qu'ils interviennent en début de cycle. En ce qui concerne les systèmes de cultures actuellement mis en oeuvre dans le Bassin Arachidier du Sénégal, la sécheresse explique assez souvent l'implantation médiocre des cultures. Tout autre facteur étant non limitant par ailleurs, la faible densité de population obtenue est exacerbée par une importante mortalité concomitante au déficit hydrique. A une échelle plus grande correspondant au moins au terroir villageois, l'action érosive des orages de début de cycle est facilitée par l'action de l'homme : dénudation complète des sols suite aux travaux de nettoyage des parcelles de culture et surexploitation de la végétation située sur les formations généralement cuirassées.

Les deux contraintes immédiates qui en découlent sont le déficit alimentaire à court terme et la dégradation des ressources naturelles à moyen ou long terme. Il est impératif pour la Recherche de trouver des stratégies appropriées et aptes à apporter des solutions viables.

Dans cette perspective, il semble qu'une approche multidisciplinaire et à différentes échelles est plus que nécessaire. En effet, elle doit permettre la caractérisation indispensable du milieu physique et humain afin d'aboutir à la mise en oeuvre d'actions efficaces.

L'objectif de cet article est justement de décrire l'expérience du Sénégal dans ce domaine de la valorisation de l'eau pluviale en vue de sécuriser la production agricole et de la lutte contre la dégradation des ressources naturelles. La zone ciblée en culture pluviale correspond essentiellement au Bassin Arachidier où l'arachide et le mil en rotation sont les spéculations dominantes. La distinction entre le nord et centre-nord d'une part et le sud et centre-sud d'autre part permet de traiter les contraintes de façon hiérarchique.

II. APPROCHE METHODOLOGIQUE

2.1 Les échelles d'étude

D'emblée, il faut souligner l'importance toute particulière accordée aux échelles d'étude et aux organisations hiérarchiques des phénomènes environnementaux étudiés. La valorisation de l'eau pluviale est étroitement liée à la ressource sol. Celle-ci est en effet une composante majeure des systèmes écologiques en tant que source des constituants du support au milieu biologique et réservoir vis-à-vis de ces milieux (FOURNIER et CHEVERRY, 1992).

En d'autres termes, le sol à travers ses fonctions de "puits" ou de "source" joue un rôle central dans les transferts d'eau et des produits qu'elle véhiculés : particules en suspension, solutés, etc... La pertinence de l'analyse de la valorisation de l'eau en rapport avec le sol est perçue aussi bien à l'échelle temporelle qu'à celle spatiale.

Du point de vue temporel, l'analyse de la valorisation de l'eau se fera suivant un pas de temps court ou long, selon que l'on s'intéresse à l'utilisation agronomique des sols par l'homme ou à l'évolution de l'environnement écologique en général.

L'échelle spatiale quant à elle est un outil d'analyse indispensable pour l'étude du rôle du sol dans le fonctionnement hydrique ou hydrologique qui est un déterminant majeur du fonctionnement général de systèmes écologiques. A ce propos, FOURNIER et CHEVERRY (1992) distinguent cinq niveaux d'échelles dont chacun se caractérise par des traits essentiels et extériorise les phénomènes et processus s'y déroulant. Trois parmi ces cinq échelles retiendront notre attention dans ce travail :

- * celle ponctuelle ou microsite où se jouent les mécanismes élémentaires physiques et biologiques pouvant déclencher les transferts des produits. C'est en particulier à ce niveau que seront observés avec des outils appropriés les états de surfaces, les volumes concernés étant de l'ordre du cm^3 ;
- * celle stationnelle correspondant au profil de sol dans ses trois dimensions. On y effectue les mesures de fonctionnement (hydrique par exemple) et d'évolution in situ. Selon les modèles de type "réservoirs superposés" les transferts d'eau et de matières ayant lieu à cette échelle peuvent être mis en relation avec l'état structural de sol de volume de l'ordre du m^3 ;
- * celle du bassin versant : ce concept concerne une unité hydrologique. A ce niveau, il est possible d'harmoniser des mesures faites aux deux échelles précédentes en passant des flux estimés à partir de moyennes de mesures spatio-temporelles locales à des flux moyens à l'exutoire. Enfin, cette échelle

est jugée assez pertinente pour appréhender le déterminisme de l'action de l'homme sur l'agradation ou au contraire la dégradation de l'éco-système.

2.2 Les objets d'étude

On part d'une analyse fréquentielle de la pluviométrie de début d'hivernage des 5 à 7 dernières décennies pour bien décrire les conditions actuelles de productions agricoles en général, et d'implantation des cultures dans différents terroirs en particulier. Pour trois sites représentatifs suivant un gradient nord-sud sont considérés : Louga pour le nord, Bambey pour le centre et Nioro pour le sud.

Dans les deux premiers sites, la nature très sableuse des sols profonds, la topographie monotone et la pluviométrie font que le problème de la valorisation de l'eau pluviale se pose différemment que dans le troisième site. En effet si dans les deux premiers, il s'agit essentiellement de gérer un déficit pluviométrique entraînant la sécheresse, dans le troisième sécheresse et excès temporaire d'eau causant une érosion peuvent coexister.

Après avoir tiré les conséquences au niveau des systèmes de production que ces différentes conditions pédo-climatiques impliquent, nous traiterons -des acquis de la Recherche dans le domaine de la valorisation de l'eau pluviale. En spécifiant les échelles d'étude, ces acquis concernent aussi bien la caractérisation et la connaissance du fonctionnement du milieu que la mise au point et/ou l'adaptation de technologies appropriées ayant des impacts positifs.

- * Aux échelles ponctuelle et stationnelle, l'ensemble du Bassin Arachidier est considéré. En particulier pour le nord et le centre, en plus de la maîtrise des conditions socio-économiques, on a essentiellement besoin de la conjonction des efforts dans les domaines de l'agronomie, la bioclimatologie et l'hydro-pédologie pour parvenir à une bonne valorisation de l'eau pluviale.
- * A l'échelle du bassin versant, seul le sud du Bassin Arachidier est concerné. La multidisciplinarité nécessaire est d'autant plus importante qu'elle intègre aussi l'hydrologie, l'agroforesterie et la zootechnie.

III. RESULTATS ET DISCUSSIONS

3.1 Analyse fréquentielle succincte de la pluviométrie de début d'hivernage selon un gradient nord-sud du Bassin Arachidier

Pour la sécheresse, on peut proposer autant de définitions qu'il existe d'utilisateurs d'eau. Le déficit hydrique lié à la pluviométrie en pluviale qui est le dénominateur commun à toutes les sécheresses est retenu comme critère d'analyse. Les caractéristiques des sécheresses agricoles en Afrique de l'Ouest ont été déterminées à partir d'une analyse de séries historiques de données météorologiques pour mieux comprendre la durée des périodes sèches, leurs fréquences et leurs probabilités (SIVAKUMAR, 1991). Cette méthode probabiliste (HILLS et MORGAN, 1981) va plus loin que celle consistant en la description de la sécheresse en fonction des variations par rapport à la moyenne à long terme proposée pour le Sahel (WETHERELL et al, 1979).

Suivant un gradient d'aridité sud-nord dans trois localités (Nioro, Bambey, Louga) représentatives du sud, centre, nord du Bassin arachidier du Sénégal, l'analyse a porté sur l'installation des pluies correspondant à la date semis des cultures et sur la durée des périodes sèches à partir de cette date, calculée à différentes probabilités. Les caractéristiques géographiques ainsi que la durée des séries de données sont présentées au tableau 1.

Tableau 1 : Caractéristiques géographiques des localités étudiées

Bassin Arachidier	Localité	Coordonnées géographiques						Base de données (années)
		Latitude		Longitude			Altitude	
Sud	Nioro du Rip	13	44	15	47	0	18 m	1931 - 87
Centre	Bambey	14	54	16	28	0	20 m	1921 - 87
Nord	Louga	15	37	16	13	0	38 m	1918 - 80

Source : SIVAKUMAR, M.V.K (1991)

3.1.1. Durée des périodes sèches

A la probabilité de 90 %, la longueur des périodes sèches pour différentes hauteurs pluviométriques est montré pour les trois localités retenues. Par rapport à la phénologie des différentes cultures, l'étude montre que les périodes sèches sont souvent plus longues du stade de l'émergence au 30ème jour après semis. Entre le 30ème et le 60ème jas les risques de sécheresse sont réduits. Après le 90ème jas à Nioro du Rip, le 70ème jas à Bambey et le 60ème jas à Louga les périodes sèches augmentent à nouveau. En début d'hivernage, 90 % des périodes sèches au seuil de 10 mm sont terminées à 12, 15 et 20 jas à Nioro, Bambey et Louga respectivement.

3.1.2. Fréquences de périodes sèches

Les fréquences de périodes sèches aux hauteurs pluviométriques de 10 mm et 20 mm et aux durées <5, 5-10 et >10 j sont montrées au tableau 2.

Tableau 2 : Les hauteurs pluviométriques de 10 et 20 mm

J S	< 5						5 - 10						> 10 j					
	Lg		BB		NR		Lg		BB		NR		Lg		BB		NR	
	10 mm	20 mm	10 mm	20 mm	10 mm	20 mm	10 mm	20 mm	10 mm	20 mm	10 mm	20 mm	10 mm	20 mm	10 mm	20 mm	10 mm	20 mm
10	68	42	68	54	71	49	12	18	14	20	14	16	20	40	18	26	15	35
20	36	28	53	41	57	87	28	22	27	14	29	37	36	50	21	45	14	36
30	58	34	51	32	61	45	12	16	32	36	20	20	30	60	17	32	19	35
40	60	46	56	39	82	55	22	16	29	36	14	27	18	38	16	25	4	18
50	54	40	64	44	73	51	26	18	24	27	16	22	20	42	13	29	11	27
60	52	36	71	58	78	59	12	20	14	15	12	16	36	54	15	27	10	25

Lg = Louga ; BB = Bambey ; NR = Nioro (Source : M.V.K. SIVAKUMAR, 1991).

Aux seuils pluviométriques considérés, les fréquences de périodes sèches inférieures à 5 j jusqu'à 60 jas dépassent 50 % sauf à 20 jas. Pour les périodes sèches de 5 à 10 j à la hauteur de 10 mm, ces fréquences sont généralement faibles, mais un peu plus élevées au centre-nord et centre qu'au sud du bassin arachidier. En ce qui concerne les longues périodes sèches (> 10 j), les fréquences au seuil de 10 mm sont faibles en général et traduisent bien le gradient de pluviosité Nord-Sud.

3.1.3. Le potentiel d'érosivité des pluies

Cette partie ne concerne que le sud du bassin arachidier où l'érosion hydrique constitue une contrainte majeure. Dans la zone de Nioro du Rip malgré une chute de la moyenne pluviométrique de 800 mm à 654 mm au cours des 20 dernières années, l'agressivité moyenne des pluies a peu diminué.

L'indice spécifique reste élevé ($I = 112$ pour la moyenne 1970-90). En effet la probabilité d'occurrence des précipitations journalières maximales est peu affectée par la diminution de la pluviosité (DACOSTA, 1991). Cette étude confirme le caractère erratique des pluies exceptionnelles. La valeur de l'indice d'agressivité climatique annuel moyen (RUSA = 306 pour la moyenne 1970-90) est influencé par ces événements pluviaux et illustre le maintien du fort potentiel d'érosivité dans la zone, malgré une hétérogénéité marquée.

3.2. Gestion du déficit hydrique

Pouvant se manifester à toutes les phases phénologiques de la culture, le déficit hydrique constitue la contrainte majeure à la production ; le taux de satisfaction en eau des cultures étant souvent faible. Toutefois, il est possible par le biais de techniques culturales permettant une bonne valorisation de l'eau pluviale, de réduire significativement les effets néfastes des déficits pluviométriques. Parmi celles-ci on évoquera à titre d'illustration :

- * d'une part le sarcla-buttage de prélevée (radou baling) sur l'implantation de l'arachide ;
- * et d'autre part le binôme labour x fumier par rapport à son action plus durable pour maintenir à un niveau plutôt adéquat le taux de satisfaction des besoins en eau des cultures.

3.2.1. Effet du sarcla-buttage de prélevé sur l'implantation de l'arachide

Cette technique culturale localement dénommée "radou baigne" (RB) est décrite par ailleurs (RUELLE et al, 1990). Par rapport au sarclage traditionnel ou radou simple (RS) communément pratiqué en traction équine ou bovine par les producteurs, le radou baigne se distingue par l'existence de petites buttes de terre fine sur la ligne de semis. Cette opération culturale est une stratégie paysanne de lutte contre la sécheresse de début de cycle en culture arachidière. La butte ainsi créée permettrait de conserver l'eau dans le profil du soi au profit de la plantule. Dans les zones à ruissellement, cette pratique permet d'une part de sécuriser l'apport de fumure organique et, d'autre part de favoriser l'infiltration des eaux pluviales.

Ainsi l'implantation de l'arachide a été étudiée sur trois traitements en trois répétitions : radou simple, radou baigne (RB) et radou baigne + fumier (5 t/ha)(RBF). Pour cela trois pluies de semis ont été retenues pour simuler les types d'hivernage généralement distingués : hivernages précoce, optimum et tardif. Pour le paysan plus l'hivernage sera précoce, plus la pluie nécessaire pour semer l'arachide sera importante. Par contre quand il est tardif, le paysan peut se contenter d'une pluie minimale utile pour semer.

Le semis est effectué le 4 Février 1993 à la station de Nioro du Rip après Irrigation au seuil des hauteurs respectives retenues 37, 30 et 15 mm. La mise en oeuvre des traitements a immédiatement suivi.

Pour évaluer l'implantation de l'arachide dans ces conditions un certain nombre de grandeurs a été suivi depuis le semis jusqu'au 60^e jour après semis. Parmi celles-ci, on peut citer l'évolution de la densité de peuplement et l'humidité volumique sous la ligne de semis jusqu'au front d'humectation du sol.

Les résultats de ce suivi sont présentés au tableau 3 en ce qui concerne l'évolution de la densité de peuplement et au tableau 4 pour l'humidité volumique du sol jusqu'à 10 cm de profondeur.

Les densités de peuplement de l'arachide obtenues mettent en évidence l'importance de la pluie de semis. Si on dispose de semences de qualité et d'un matériel adéquat de semis, les pluies importantes permettent de se rapprocher de la densité optimale.

Par rapport aux traitements étudiés, on remarque que si la pluie de semis est faible: le radou baigne seul ou avec apport de fumier améliore la densité de levée. RB permet d'obtenir une augmentation de 20.000 plants/ha par rapport à RS. On remarque que RB n'influence pas la densité de levée quand la pluie de semis est importante (> 30 mm).

Au cours du temps, une mortalité des plantes plus ou moins importante est constatée, probablement liée aux stress hydrique l-e taux de survie déterminée augmente avec la pluie de semis. Les traitements ne distinguent généralement pas le taux de survie au sein d'un semis sauf pour 30 mm à 60 JAS où le taux de survie sur RS est de 11 % inférieur à celui sur RB.

Pour expliquer ces différences de comportement, l'analyse a porté sur l'évolution au cours du temps des profils de teneurs en eau sur 10 cm de profondeur à partir de la surface. Le dessèchement du profil au cours du temps résultant du prélèvement par les plantes et de l'évaporation s'observe sur tous les traitements.

Du premier au 30^e JAS, les teneurs en eau de surface passent en moyenne de 10 % au moins à environ 1-2 %. A partir du 7^e JAS, une nette différence de comportement existe entre RS d'une part et RB et RBF d'autre part. Tout d'abord pour la tranche 0-2 cm de soi la teneur en eau est sur RB au moins le double de celle sur RS. Ensuite pour toute la tranche 0-10 cm à partir du 14^e JAS, la teneur en eau sur RB est significativement plus élevée que celle sur RS.

Globalement, il apparaît que RB permet de conserver l'eau plus longtemps dans le profil. Il y aurait un blocage de l'évaporation par rupture de capillarité causée par le mulch artificiel crée par la butte. Ceci favorise une meilleur-e alimentation de la plantule. Ce fait est d'autant plus intéressant pour un semis sur pluie minimale utile qu'il favorise l'imbibition de la graine préalable à la germination.

Tableau 3 : Evolution de la densité de peuplement en fonction du sarclage de prélevée pour trois pluies de semis

Pluie de semis (mm)	Traitement	Densité à la levée (7jas) plants/ha	Taux de survie à (%)	
			30 jas	60 jas
17 mm	RS	77.500 + 12.500	92	78
	RB	96.700 + 3.300	90	72
	RBF	88.300 + 800	92	76
30 mm	RS	96.100 + 6.800	97	76
	RB	100.800 + 7.200	97	87
	RBF	111.700 + 500	97	87
37 mm	RS	100.000 + 13.300	98	90
	RB	95.800 + 5.600	99	94
	RBF	110.000 + 10.000	98	90

Tableau 4 : Evolution des teneurs en eau de surface (cm³/cm³),
en fonction du type de sarclage de prélevée pour trois pluies de semis

JAS	H (cm)	S1 (30 mm)			S2 (37 mm)			S3 (37 mm)		
		RS	RB	RBC	RS	RB	RBC	RS	RB	RBC
1	0-2	4.8 +4.3	9.6 +1.9	10.3 +0.2	4.5 +3.6	13.4 +2.6	14.7+ 4.6	5.9 +4.2	9.7 +0.7	9.5 +1.7
	2-4	10.7 +0.7	10.7 +1.1	9.9 +0.2	12.7 +3.8	13.9 +3.3	12.5+ 1.4	9.2 +0.3	9.4 +0.5	9.5 +1.5
	4-6	9.6 +1.3	9.7 +1.7	9.1 +1.9	10.2 +0.4	13.8 +1.9	11.7+ 1.3	9.6 +0.9	9.1 +1	9.0 +1.7
	6- 10	11.1 +1.6	9.1 +2.1	9.5 +0.8	11.8 +3.6	14.1 +1.5	12.0+ 1.5	9.8 +0.9	8.8 +0.8	7.1 +2.8
7	0-2	3.1 +2.4	7.8 +3.0	7.6 +1.2	1.2 +1.1	10.4 +0.9	8.5+ 5.7	0.3 +0.0	4.6 +0.3	4.7 +2.2
	2-4	6.8 +1.9	7.8 +2.9	7.4 +0.9	8.1 -1.8	10.0 +0.8	9.9+ 4.4	2.0 +2.0	5.5 +0.2	4.7 +2.2
	4-6	7.6 +1.9	7.7 +2.2	5.7 +2.0	8.4 +1.5	10.0 +0.6	8.9+ 2.7	4.2 +1.4	5.4 +1.2	5.1 +2.6
	6- 10	7.5 +1.1	7.4 +2.2	7.7 +0.7	9.1 +1.4	10.2 +0.6	9.0+ 2.2	5.6 +0.7	5.2 +1.1	4.9 +2.6
14	0-2	1.1 +1.3	3.7 +0.7	3.7 +0.7	4.0 +1.2	4.8 +1.4	5.1+ 3.6	0.2 +0.2	1.4 +1.2	2.2 +1.4
	2-4	1.0 +0.8	4.6 +0.9	4.4 +0.9	5.3 +1.3	5.8 +0.4	5.3+ 1.4	0.3 +0.2	3.2 +0.7	2.7 +0.9
	4-6	2.4 +0.8	5.3 +1.2	4.7 +0.4	6.0 +1.3	6.0 +0.8	5.8+ 1.4	1.7 +0.6	4.0 +0.2	3.8 +1.7
	6- 10	4.9 --	5.6 --	5.4 --	6.4 --	7.2 --	6.3+ --	2.1 --	4.1 --	3.9 --
30	0-2	0.6 +0.3	0.5 +0.3	0.5 +0.3	0.3 +0.3	0.6 +0.2	1.2+ 0.9	0.3 +0.1	0.4 +0.1	0.5 +0.3
	2-4	0.7 +0.6	0.9 +0.7	2.0 +1.4	0.4 +1.1	1.3 +0.6	2.2+ 1.8	0.3 +0.2	0.7 +0.4	0.8 +0.5
	4-6	1.2 +0.8	1.7 +0.8	2.3 +0.7	0.8 +0.5	2.1 +0.6	2.3+ 1.5	0.4 +0.1	1.4 +0.5	1.1 +0.7
	6- 10	2.4 +1.0	2.7 +0.9	3.2 +0.5	2.3 +0.9	2.9 +0.5	3.5+ 1.6	1.1 +0.3	2.4 +0.2	1.7 +0.8

3.2.2. Action du binôme labour x fumier

Cette illustration s'appuiera essentiellement sur des travaux réalisés au centre nord du Bassin Arachidier (CISSE, 1986). Les études se sont déroulées sur deux ans, 1983, 1984 et 1985 avec respectivement 210, 279 et 301,9 mm. Sur une rotation arachide-mil en deux séries alternées, on a comparé l'effet direct sur les deux cultures de deux traitements contrastés. Il s'agit du labour en traction bovine à 10 cm de profondeur + fertilisation minérale (To) et du labour + fertilisation minérale + fumier (T1).

L'effet de ces deux traitements sur la production de matière sèche totale des deux cultures en relation avec les termes du bilan hydrique est montré au tableau 5.

Tableau 5 : Effet du binôme labour x fumier sur la matière sèche totale à la récolte de l'arachide et du mil sur les termes du bilan hydrique

Culture	Année	Traite- ment	Pluie utile (mm)	FI max. (m)	ETR (mm j)	Drainage (mm)	Stock à récolte (mm)	Rendement matière sèche (kg/ha)
Arachide	1983	To	200	3.7	126 ± 17	69	65	600
		T1		2.1	174 ± 4	8	0	1.700
	1984	To	212	2.6	187 ± 6	25	30	1.100
		T1		1	223 ± 3	0	0	2.200
	1985	To	300	2.2	243 ± 27	74	-	2.300
		T1		1.9	258 ± 13	57	-	3.400
Mil	1984	To	224	2.0	228 ± 8	0	0	3.400
		T1		1.0	231 ± 3	0	0	6.700
	1985	To	301	3.7	221 ± 14	90	100	2.000
		T1		2.1	260 ± 13	40	50	5.800

(Source : L. CISSE, 1986).

Il ressort de ce tableau que tous les ans au cours de la saison des pluies le front d'humectation descend plus profondément sur T₀ que sur T₁. En conséquence l'apport de matière organique permet de réduire considérablement les pertes d'eau éventuelles par drainage et d'augmenter les consommations en eau (évapotranspiration réelle) des cultures. Il apparaît donc que le binôme travail du sol x matière organique permet une bonne valorisation de l'eau pluviale (au cours du cycle des principales cultures).

En ce qui concerne le mil cependant, on remarque pour l'année 1984 que malgré une consommation en eau (ETR) identique sur T₀ et T₁, le rendement de matière sèche varie du simple au double. En 1985, la consommation en eau sur T₁ est supérieure à celle sur T₀ de 39 mm entraînant un rendement sur T₁ trois fois plus élevé que sur T₀.

Il apparaît donc que l'ETR globale n'est pas une grandeur explicative des différences de rendements. L'examen des consommations hydriques pendant les phases critiques permet par contre de trouver une interprétation correcte du résultat.

En 1985, les taux de satisfaction des besoins en eau du mil à la floraison et à la formation des grains sont présentés au tableau 6.

Tableau 6 : Taux de satisfaction des besoins en eau du mil en 1985

Traitement	A la floraison (45 ^e JAS)	A la formation des grains (60 ^e JAS)
T ₀	62 %	30 %
T ₁	80 %	68 %

On montre ainsi que pendant la période floraison-début de formation des grains l'alimentation en eau du mil est meilleure sur T₁ que T₀. Compte tenu de la très grande influence de l'alimentation hydrique pendant cette phase sur le rendement de matière sèche du mil, la contribution de celle-ci sur l'augmentation de rendement du mil sur T₁ serait donc une meilleure satisfaction de ces besoins pendant la phase critique.

2.3. La lutte anti-érosive dans le Sud du Bassin Arachidier

Le ruissellement est une contrainte majeure à la production agricole dans la zone. Les processus en vigueur de même que l'ampleur des phénomènes ont été bien mis en Evidence (SENE et PEREZ, 1991).

La stratégie de lutte anti-érosive développée depuis une dizaine d'années privilégie l'approche bassin versant. De tailles variables avec des superficies allant de 2,5 à 760 ha, les 7 bassins versants étudiés sont représentatifs de la zone concernée : hétérogénéité morphopédologique, mode de mise en valeur des terres par les agriculteurs, etc.

Préalablement aux actions d'aménagements anti-érosifs mis en place à partir de 1988, ces bassins versants ont fait l'objet d'étude pluriannuelle de leur fonctionnement hydrologique et d'enquêtes sur les systèmes d'exploitation pratiqués.

Pour l'essentiel, la lutte anti-érosive consiste en un aménagement Intégré où les dispositifs classiques de défense et restauration des sols et les techniques culturales sont complémentaires. L'adaptabilité de la technologie utilisée est un critère déterminant de choix.

Pour les trois bassins versants concernés actuellement par ces aménagements anti-érosifs, le dispositif en place est constitué par:

- * *un maillage du paysage faisant 4.500 mètres de haies vives multispécifiques de 9.500 plants répartis en 13 lignes isohypses ;*
- * *une stabilisation des ravines par végétalisation et enrochement en zone cultivée ;*
- * *un cordon pierreux isohypse complété par des ouvrages filtrants ponctuels en haut de toposéquence ;*
- * *un itinéraire technique sur les parcelles de cultures travail de préparation du sol en sec, semis isohypse, sarcio-buttage, restitution des résidus végétaux sous forme de compost.*

L'impact de l'aménagement réalisé est évalué au niveau de l'exutoire du bassin versant en analysant les paramètres de sortie tels que le ruissellement et la quantité de terre perdue par l'érosion.

Le bilan hydrologique présenté au tableau 7 et concernant le bassin de 2,5 ha indique un abattement de 25 % du coefficient du ruissellement et une nette diminution du charriage, après aménagement. L'objectif de réduction de l'énergie cinétique de la lame

ruissellée est donc atteint. L'examen individuel des pluies démontre un effet régulateur sur les événements moyens ($K_r = 10$ à 15%) mais souligne également l'inefficacité de l'aménagement pour les événements exceptionnels.

Tableau 7 : Bilans hydrologiques du bassin versant S4 (2.5 ha), sol sableux de terrasse.

Période 1985 - 1987 : conditions naturelles

Période 1988 - 1990 : bassin versant aménagé

(Source : ORSTOM UR2B. DAKAR)

Année	LP (1) en mm	Lr (2) en mm	Kr (3) en %	Char- riage en ton- nes	Evènements exceptionnels
1985	631	34	5.4		Lp = 73 ls = 150 (19/107)
1986	722	38	5.2	11.8	Lp = 112 ls = 170 (2/08)
1987	719	16	2.2	1.7	Aucun
1988	935	39	4.2	1.0	Lp = 83 ls = 166 (13/07)
1989	772	4	0.5	0.1	Aucun
1990	488	27	5.5	0.3	Lp = 53 ls = 175 (17/07)
85-87	2072	88	4.2	-	
88-90	2195	70	3.2	1.4	

(1) Lp = Lame précipitée

(2) Lr = Lame ruisselée

(3) Kr = Coefficient de ruissellement

(4) ls = Intensité en 5 mm.

L'analyse de l'efficacité d'un tel dispositif anti-érosif est d'autant plus pertinente qu'il est possible de comparer avec un témoin non aménagé. Cependant, le problème à ce niveau concerne la différence de taille ou de forme pour les bassins à comparer.

Une étude récente a été réalisée dans ce sens (A. BANCOLE, 1993). Le bassin de Keur Djanko aménagé en 1988 et celui de Ndiarguène laissé à l'état naturel sont comparés en ce qui concerne leurs évolutions. Ce travail s'est appuyé sur les données hydrologiques de 1983 à 1992 et sur les résultats de prélèvements de transports solides.

Les caractéristiques de ces bassins versants sont présentées au tableau 8

Tableau 8 : Caractéristiques des deux bassins versants

	Keur Dianko	Ndiarguène
Superficie	0.58 km ²	0.90 km ²
Périmètre	3.57 km	4.66 km
Longueur	1.44 km	1.84 km
Largeur	0.346 km	0.489 km
lp	0.117	0.071
lg	12.4	5.7
Kr	1.43	1.38

Le bassin de Keur Djanko est de forme plutôt allongée alors que celui de Ndiarguène est de forme plus ou moins arrondie. Le réseau hydrographique à Ndiarguène est plus ramifié qu'à Keur Djanko. Cependant, cette différence fondamentale peut être considérée comme une constante au cours des expérimentations.

L'analyse de l'évolution des paramètres de crues s'appuie sur les données de bases que sont les hauteurs limnimétriques enregistrées et les jaugeages effectués lors des crues (ALBERGEL et al, 1989 ; DACOSTA, 1992).

Afin de faciliter l'interprétation des résultats d'analyse statistique et graphique, seules les crues communes aux deux bassins versants ont été considérées.

Les statistiques des paramètres de crues comparant les bassins versants avant et après aménagement sont présentées aux deux tableaux ci-après.

Les événements pluvieux (Pmoy.) donnant lieu à un ruissellement sont semblables sur les deux bassins versants. Avant l'aménagement, les crues sont plus fortes à Ndiarguène (lame ruisselée (Lr), coefficient de ruissellement (Kr), débit maximum (Qmax) et durées d'écoulement Tb et Tm).

Tableau 9 Résultats des statistiques de crues de 1983 à 1986
(d'après A. BANCOLE, 1993).

	Keur Djanko		Ndiarguène	
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type
P moy. mm	30.33	17.8	30.65	19.5
Lr mm	1.4	2.63	2.24	2.89
Kr %	3.37	3.97	5.65	6.09
Qmax l/s	372.3	482.2	576.27	756.6
Tm mm	15	14	25	19
Tb mm	115	72	127	66

Tableau 10 : Résultats des statistiques de 1989 à 1992, après aménagements (d'après A. BANCOLE, 1993)

	Keur Djanko		Ndiarguène	
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type
P moy. mm	27.4	13.02	29.94	13.9
Lr mm	0.74	1.25	2.16	3.96
Kr %	2.00	2.75	5.7	8.94
Qmax l/s	178.4	264.9	567.7	1087
Tm mm	20	36	22	15
Tb mm	137	81.5	155	74

Après aménagement de 1989 à 1992, les épisodes pluvieux donnant à un ruissellement reste équivalents sur les deux bassins et sensiblement du même ordre de grandeur que ceux de la période en fonctionnement naturel. Sur le bassin non aménagé de Ndiarguène cependant Kr, Qmax, Tm et Tb restent comparables sur les deux périodes d'étude alors que sur le bassin aménagé de Keur Dianko les paramètres ont évolué. En effet il y a une

diminution sensible de K_r et Q_{max} et un allongement sensible des temps caractéristiques.

Les écarts-types importants des différents paramètres considérés expliquent la grande variabilité des crues observées, ceci compte tenu de la diversité des facteurs impliqués: la pluie moyenne et son intensité, l'état d'humectation du sol, la rugosité du sol, le couvert végétal. Globalement on montre à travers cette étude sur les deux périodes caractéristiques qu'il y a d'une part une stabilité des épisodes pluvieux et d'autre part une diminution du ruissellement et un étalement des crues sur le bassin versant.

IV. CONCLUSION GENERALE

Deux phénomènes extrêmes caractérisent la production agricole en condition pluviale dans le bassin arachidier du Sénégal : déficit hydrique lié à la sécheresse et excès hydrique causant l'érosion.

La gestion de cette eau pluviale devient une nécessité pour sécuriser la production et préserver l'environnement physique de la dégradation.

Ainsi le sarcla-buttage de prélevée permet de parvenir à une amélioration significative de l'implantation de l'arachide. En effet, la butte créée sur la ligne de semis favorise la conservation de l'humidité des horizons superficiels du sol.

Pour les sols profonds et drainants du Nord et du Centre-Nord du bassin arachidier, l'amélioration du taux de satisfaction des besoins en eau lors des phases critiques est nécessaire pour une augmentation des rendements des cultures. L'utilisation du binome travail du sol * fumure organique permet d'atteindre cet objectif.

En ce qui concerne la lutte anti-érosive dans le Sud de la zone d'étude, l'approche bassin versant permet d'évaluer globalement l'efficacité d'un aménagement où les dispositifs classiques de défense et restauration des sols et les techniques culturales appropriées sont en complémentarité. La comparaison avec un bassin versant non aménagé met en évidence une diminution du ruissellement causant l'érosion et un étalement des crues.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 ALBERGEL J., BERNARD A., DACOSTA H., et PEPIN Y. : Action de recherche DRS - Economie de l'eau. Rapport hydrologique Bassins Versants de Thyssé-Kaymor : 1989, 1990, 1991 et 1992.
- 2 BANCOLE A., (1993). Observation des bilans hydrologiques et des transports solides sur Bassin Versant expérimental. Influence d'un dispositif anti-érosif à Keur Dianko. Rapport de stage. 35 p.+ annexes. ORSTOM - DAKAR.
- 3 CISSE L. , (1986). Etude des effets d'apports de matière organique sur les bilans hydriques et minéraux et la production du mil et de l'arachide sur un sol sableux dégradé du Centre-Nord du Sénégal. 184 pages. Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques. INPL.
- 4 DACOSTA H., (1992). Economie de l'eau - DRS sur les Bassins Versants de Thyssé-Kaymor. Synthèse hydrologique 1983-1 988.
- 5 FOURNIER F., et CHEVERRY C., (1992). Les échelles spatiales d'étude du rôle du sol dans l'environnement. pp. 21-41. In : AUGER et al. 1992 : Hiérarchies et échelles en écologie.
- 6 HILLS R.C. and MORGAN J.H.T., (1981). Rainfall statistics:an ineractive approach to analysing rainfall records for agricultural purposes. *Experimental Agriculture* 17: 1-6.
- 7 SENE M., et PEREZ P., (1991). Contraintes et possibilités de valorisation des Ressources Naturelles dans le Sud du Bassin arachidier (Sine-Saloum, Sénégal). 20 p. Une voie de réduction du "Gap" technologique de l'agriculture tropicale. Actes du Séminaire International de Bamako 9-13 Décembre 1991. (à paraître).
- 8 SIVAKUMAR, M.V.K. (1991). Durée et fréquence des périodes sèches en Afrique de l'Ouest. *Bulletin de recherche* n°13. ICRISAT. 181 p.
- 9 WETHERELL H.I., HOLT J.,and RICHARDS P. (1969). Drought in the Sahel: a broader interpretation,with regard to west Africa and Ethiopia. pp.131-141. in *Proceedings of the Symposium on Drought in Botswana*. The Botswana Society.