

IRRIGATION DE COMPLEMENT ET CULTURE DU SORHGO AU BURKINA FASO

L. SOME et K. OUATTARA

INERA - 03 BP 7192 Ouagadougou 03 BURKINA FASO

RESUME

L'étude vise à comparer l'effet de l'irrigation de complément sur le sorgho avec les impacts liés à deux techniques d'économie en eau éprouvées en cultures pluviales que sont : le labour suivi de buttage cloisonné et les semis sur des billons cloisonnés. L'étude a été réalisée au Burkina Faso, d'une part à Saria en zone nord-soudanienne et, d'autre part, à Sabouna, en zone sahélienne, avec des pluviométries moyennes annuelles respectives de 750 et 400 mm. La pluviométrie actuelle au Sahel ne semble pas permettre aux techniques d'économie de l'eau d'être plus performantes que l'irrigation de complément. Au cours de l'année 1987, à Saria en zone plus humide, les techniques d'économie d'eau éprouvées en cultures pluviales ont induit des rendements en sorgho-grain significativement supérieurs à ceux obtenus avec l'apport d'une irrigation de complément de 53 mm pendant les «trous pluviométriques». Par contre, à Sabouna, l'irrigation de complément s'est avérée meilleure aux techniques d'économie d'eau pratiquées en cultures pluviales.

Mots clés : Irrigation de complément, rendement, économie en eau, sorgho, Burkina Faso.

ABSTRACT

COMPLEMENT IRRIGATION IN SORGHUM CROPPING IN BURKINA FASO

The study aims at comparing the effect of irrigation supplement of sorghum, with the impacts of two rainwater saving techniques experienced in rain-fed crops, which are ploughing followed by tied ridges and sowing on raised ridges. The study was conducted in Burkina Faso, on the one hand in Saria (north-Sudanese zone) and on the other hand, in Sabouna (Sahelian zone) with an annual average rainfalls of 750 and 400 mm, respectively. Current rainfall patterns in the Sahel do not seem to allow rainwater saving techniques to be more efficient than irrigation supplement. During the year 1987, at Saria, in a wetter zone, the water saving techniques experienced on rain-fed crops have brought in significantly higher sorghum-grain yields as compared to those obtained with the contribution of 53 mm of irrigation supplement during «rain gaps». On the contrary, at Sabouna, irrigation supplement was better than the rainwater saving techniques practised in rain-fed crops.

Key-words : Irrigation supplement, yield, rainwater saving, sorghum, Burkina Faso.

INTRODUCTION

Dans les régions arides et semi-arides d'Afrique, les précipitations sont généralement irrégulières dans le temps et dans l'espace. De ce fait, les cultures pluviales accusent fréquemment un bilan hydrique déficitaire, qui baisse considérablement les rendements. C'est pour remédier à ce problème qu'un programme pluri annuel et multi-local de recherche sur les techniques d'économie de l'eau à l'échelle de la parcelle a été exécuté au Burkina Faso de 1982 à 1987 (Nicou *et al.*, 1990).

Ces études, ont montré que le labour à plat, à la traction bovine suivi ou non d'un buttage cloisonné et d'un billonnage cloisonné, sont les meilleures techniques d'économie de l'eau à la portée des agriculteurs du pays.

La présente étude a été conduite respectivement à la station de recherches agricoles de Saria en zone soudano-sahélienne et dans le village de Sabouna (Province du Yatenga) en zone sahélienne. Elle vise à comparer les impacts de trois techniques d'économie d'eau éprouvées

en culture pluviale et l'effet de l'irrigation de complément sur les rendements du sorgho. Elle vise, en outre, à mettre en évidence l'opportunité de pratiquer l'irrigation d'appoint comme technique permettant la sécurisation de la production céréalière dans ces régions à risque climatique élevé.

MATERIEL ET METHODES

CONTEXTE PEDO CLIMATIQUE

Sur tout le territoire du Burkina Faso, la pluviométrie est unimodale, saisonnière et est sous la dépendance des fluctuations du Front Intertropical (FIT). Les pluies commencent sporadiquement dès le mois d'avril, et s'installent progressivement dans tout le pays à partir de juin, avec cependant des périodes sèches dont la fréquence et la durée augmentent du Sud-Ouest au Nord (Somé, 1989).

La migration rapide du FIT vers le Sud provoque l'arrêt brutal des pluies à la fin du mois de septembre, alors que les céréales semées tardivement sont en état de maturation (Ouattara et Gnoumou, 1982 ; Somé et Sivakumar, 1994).

Afin de mieux caractériser la saison pluvieuse observée généralement dans chacune des deux régions, une analyse des fréquences décennales des pluies a été réalisée. Le logiciel SARRAH, mis au point par le CIRAD à Montpellier (Baron, 1995), a été utilisé. Les variables d'entrée utilisées ont été les moyennes décennales des pluies enregistrées de 1950 à 1997, respectivement à Ouahigouya pour la zone sahélienne et, à Saria, pour la zone nord-soudanaïenne.

Les sols du Burkina Faso, sont généralement caractérisés par de faibles teneurs en éléments fertilisants, phosphore et azote notamment. Leur profondeur est souvent limitée par une cuirasse qui affleure en surface par endroits. Ils présentent généralement une réserve en eau utile (RU) faible en haut de toposéquence (< 60 mm/m de sol) mais, qui peut dépasser 150 mm/m dans les sols alluvionnaires le long des cours d'eau (Dembélé et Somé, 1991).

DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Les traitements suivants ont été utilisés sur chaque site :

T1 : Témoin (sol gratté superficiellement à la houe traditionnelle) ;

T1A : Témoin + irrigation de complément

T3 : labour à plat à la traction bovine

T3A : labour à plat + irrigation de complément

T11 : labour à plat suivi de buttage et de cloisonnement un mois après semis

T12 : semis sur des billons cloisonnés.

A Saria, le dispositif expérimental a été constitué de 4 répétitions séparées par des bandes de cloisonnement également emblavées de sorgho, de même longueur que les parcelles expérimentales et ayant chacune 10 m de largeur.

Chaque parcelle élémentaire (22 m x 9,6 m soit 211,2 m²) a été irriguée par aspersion classique à l'aide de sprinklers d'une portée de 12 m.

Un pluviomètre placé sur chaque parcelle au moment de l'irrigation a permis d'évaluer la quantité moyenne d'eau apportée. Une variété de sorgho d'origine éthiopienne (E 35-1) adaptée aux zones à pluviométrie moyenne (750 à 900 mm/an) et ayant un cycle de 120 jours, a été cultivée.

Deux sprinklers ont été placés sur chaque parcelle élémentaire. Compte tenu de leur portée, des débordements en dehors de la parcelle irriguée ont été constatés. Les dispositions ont donc été prises dans les espacements pour que cela n'affecte pas les parcelles d'étude non irriguées. L'eau d'irrigation a été obtenue à partir d'un puits busé, à l'aide d'une motopompe. L'eau est directement refoulée dans le tuyau principal, puis distribuée dans des tuyaux secondaires portant les sprinklers.

A Sabouna, l'essai a été conduit dans un périmètre irrigué de 0,3 ha prévu pour divers tests agronomiques à l'intention des agriculteurs dans le cadre d'un projet de recherche-développement (Dugue, 1989). La ressource en eau provient d'une micro-retention de 100 m³ construite manuellement par les paysans en aval d'un dôme cuirassé. La parcelle d'essai a été

disposée en blocs complets randomisés, avec 5 traitements et 3 répétitions. Chaque micro-parcelle s'étend sur une superficie de 64 m x 16 m, soit environ 105 m². Le traitement T11 a été supprimé, car la superficie totale aménagée et le stock d'eau disponible étaient limités.

Les blocs et les parcelles ont été séparés par des allées de 10 m. La dose d'irrigation a été estimée à partir du débit de la pompe manuelle servant de moyen d'exhaure. Un système d'irrigation par gravité a été utilisé. Le dispositif comprend un canal principal relié au réservoir d'eau d'où la pompe refoulait directement l'eau pompée dans des canaux secondaires séparant les parcelles de culture.

Sur ce site, le sorgho IRAT 204, une variété améliorée à cycle court (90 jours) ayant un potentiel de production de 35 à 40 q x/ ha a été utilisé.

BILAN HYDRIQUE A L'ECHELLE DE LA PARCELLE

A Saria, le suivi hydrique des parcelles a été réalisé par des mesures neutroniques et tensiométriques comme cela a été décrit par Vachaud *et al.*, (1978) et Couchat (1983). Les tubes d'accès neutronique, ont été placés à 2 m de profondeur, à raison de deux par micro parcelle afin d'assurer une meilleure représentativité des mesures hydriques.

Les comptages neutroniques ont été faits tous les 0,10 m à partir du fond du tube jusqu'à la surface du sol, avec un humidimètre Solo 25. Il n'a été possible d'équiper que les traitements T1, T1A, T3 et T3A des blocs II et III. Une batterie de 5 tensiomètres DT 5000 a été placée autour de l'un des tubes de chaque parcelle aux profondeurs 0,30 ; 0,45 ; 0,75 ; 1,10 et 1,50 m afin de mesurer le potentiel hydrique du sol.

Les mesures neutroniques ont été effectuées tous les 5 jours, tandis que les relevés tensiométriques ont été assurés quotidiennement.

L'humidimètre à neutrons a été étalonné selon la méthode gravimétrique. Cela a consisté à coupler des comptages neutroniques à des profils d'humidité réalisés à la tarière à proximité de chaque tube dans un rayon de moins d'un mètre pour tenir compte de l'hétérogénéité du sol. Les équations des courbes de régression

linéaire obtenues permettent de calculer les humidités volumiques (Hv) du sol à partir des comptages périodiques.

A partir des humidités volumiques dans un profil de sol établi à deux dates données, il est possible d'évaluer le stock d'eau disponible pour la culture au cours de la période si l'on dispose des données sur la conductivité hydraulique du sol qui permet de calculer le drainage à l'aide de la loi de Darcy.

Ne disposant pas de ces données, il n'a pas été possible de calculer le bilan hydrique de la culture. L'analyse a été de ce fait, limitée à la dynamique de l'eau dans le sol.

CARACTERISTIQUES MESUREES A LA RECOLTE

Sur chaque parcelle, les données suivantes ont été recueillies à la récolte :

- nombre de poquets récoltés ;
- nombre total de panicules ;
- nombre de panicules vides ;
- poids des panicules contenant des grains ;
- poids des grains ;
- poids de 1000 grains ;
- poids de la paille après séchage au soleil.

RESULTATS ET DISCUSSION

ESSAI DE SARIA

Opportunité de l'irrigation d'appoint

L'opportunité d'apporter une irrigation de complément sur une culture pluviale dépend du déroulement de la saison des pluies. Lorsque celle-ci est régulière dans le temps et dans l'espace et que les volumes de pluie sont suffisants pour satisfaire les besoins en eau de la culture, une irrigation de complément s'avère inutile. L'analyse de la pluviométrie décennale à Saria entre la période 1950 - 1979 et celle de 1980 à 1997, confirme la réduction du volume de pluie enregistré, (Carbonnel et Hubert, 1992 ; Nicholson, 1994 ; Somé et Sivakumar, 1994). Toutefois, sur le plan de la régularité des

pluies, aucune différence significative entre la première période et la seconde pourtant reconnue déficitaire n'a été observée. (Figure 1). Cela n'a pas permis à priori de statuer sur l'opportunité d'apporter une irrigation de complément sur une culture de sorgho.

Mais, l'analyse des résultats des 3 premières années d'expérimentation, révèle que les irrigations d'appoint n'ont été apportées qu'en 1987 sur cet essai : les bonnes pluviosités des années 1986 et 1988 en sont la preuve (Tableau 1).

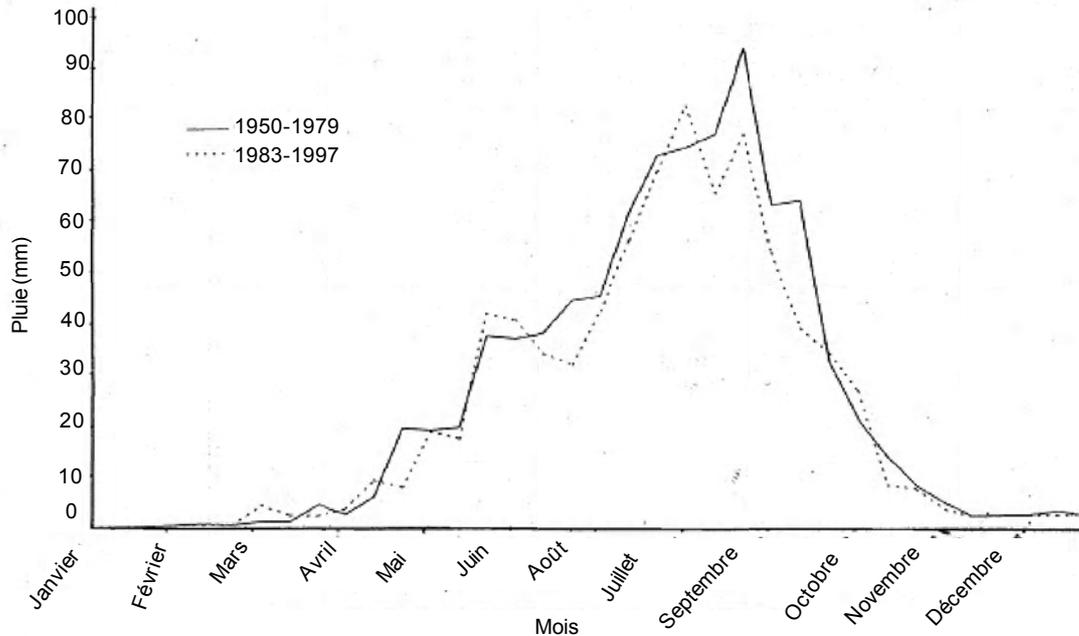


Figure 1 : Valeurs décadaires de la pluviométrie à Saria.

Ten years-period rainfall data obtained at Saria.

Tableau 1 : Pluviométrie et opportunité d'irrigation de complément à Saria.

Rainfall patterns and the need for irrigation supplement at Saria.

Année	Date	Pluviométrie du semis à la récolte (mm)	Nombre de jours de pluie	nombre de "trous pluviométriques" >6 jrs	Nombre de pluies >20mm	Irrigation de complément
1986	17/06	628	40	3	17	non
1987	26/06	459	35	5	8	oui
1988	16/06	684	47	1	13	non

L'irrigation de complément n'est peut-être pas utile chaque année sur les cultures de sorgho dans la zone soudanienne. Il s'agit alors, dans ce cas, d'irrigation complémentaire en fonction d'événements aléatoires (Tableau 1).

L'irrigation de complément a été apportée aux dates et avec les doses moyennes suivantes en 1987 :

01 juillet : 8mm ; 23 juillet : 14 mm

07 juillet : 8mm ; 09 septembre : 23 mm

Ce qui donne un total de 53 mm en 4 apports.

C'est en début de cycle et pendant la «période critique» c'est-à-dire à la phase d'épiaison-floraison du sorgho que les besoins d'irrigation d'appoint sont les plus cruciaux. On remarquera toutefois que les doses d'irrigation étaient inférieures aux besoins en eau durant la phase considérée de la culture. Elles ont été fonction en réalité de l'eau disponible dans le puits et/ou des aléas du fonctionnement du dispositif.

Dynamique de l'eau dans le sol

Les figures 2 et 3 donnent respectivement des exemples de courbes d'étalonnage obtenus à l'aide de l'humidimètre Solo 25 dans les conditions de Saria. Nous avons été amenés à considérer deux couches différentes dans les profils de sol (0-20 cm et 20-200 cm pour le tube 1 ; 0-40 cm et 40-200cm pour le tube 10), en vue d'obtenir des équations exploitables.

Du fait des limitations signalées plus haut, les quantités d'eau apportées en complément n'ont pas modifié le comportement des parcelles irriguées, par rapport à celles des autres traitements.

La figure 4 compare l'évolution des profils du tube 2 (témoin) avec ceux du tube 10 (labour à plat). Les deux tubes sont placés dans des parcelles sans irrigation. Les profils hydriques obtenus en 1988 permettent de faire les remarques suivantes :

- les variations de l'humidité du sol sont importantes essentiellement dans les horizons de surface colonisés par les racines ;
- elles sont pratiquement nulles à partir de un mètre de profondeur dans l'intervalle du temps de comptage. Cela était du reste confirmé par l'évolution quotidienne des profils des charges hydrauliques.

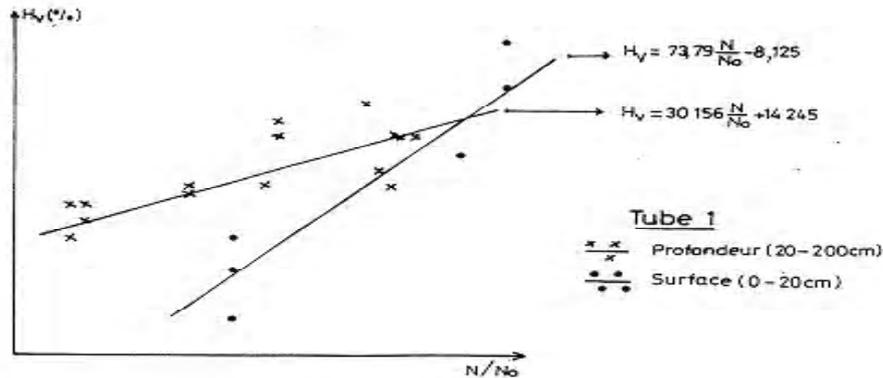


Figure 2 : Courbes d'étalonnage du tube 1.

Standardization curves obtained from tube n° 1.

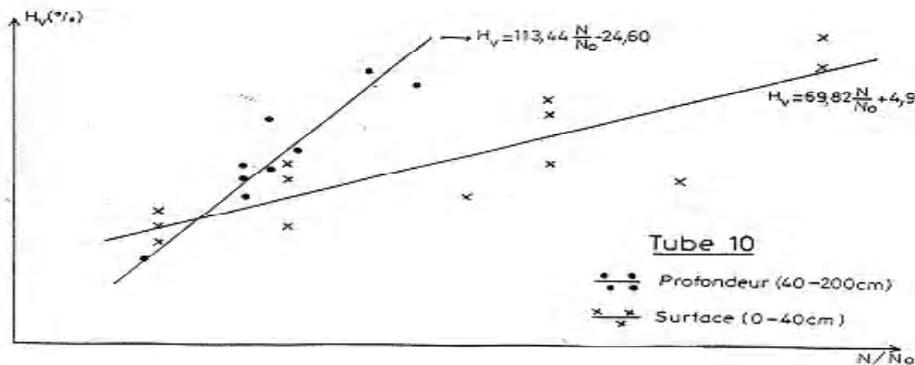


Figure 3 : Courbes d'étalonnage du tube 10.

Standardization curves obtained from tube n° 10.

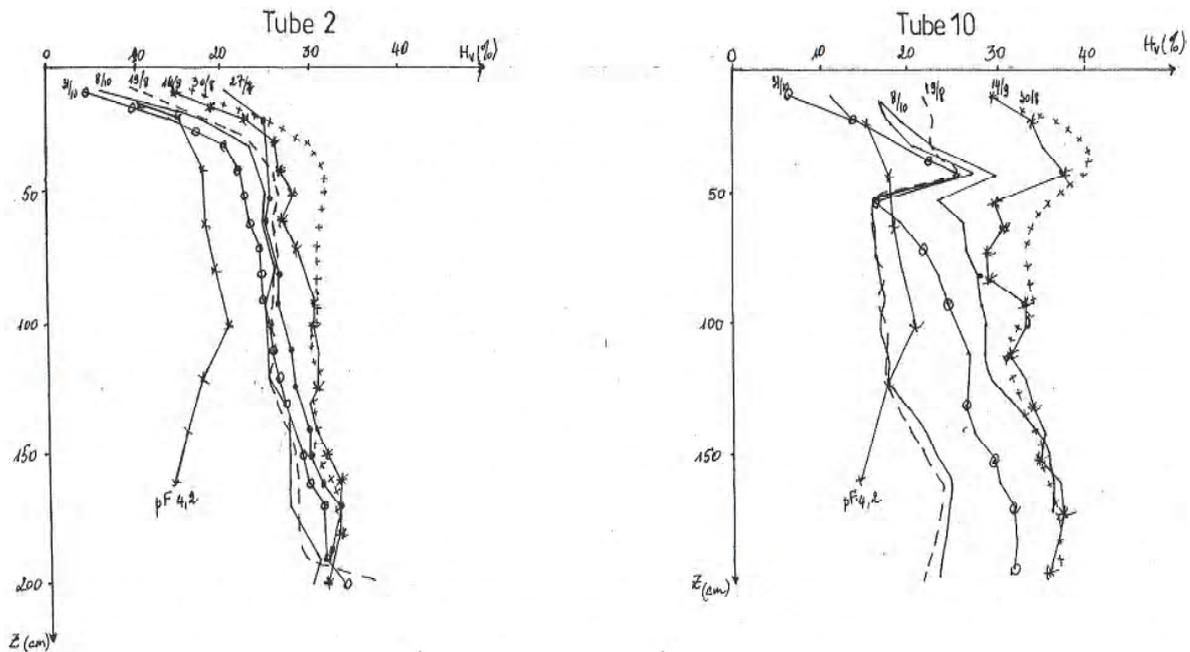


Figure 4 : Evolution des profils d'humidité des sols entre le témoin (tube 2) et le labour à plat (tube 10) à Saria en 1988.

Trends in humidity profiles.

Observations phénologiques

Le travail du sol a permis d'avoir une croissance beaucoup plus rapide et une taille plus élevée que le témoin non labouré. Mais, en fin de cycle végétatif, on a généralement un phénomène de rattrapage qui a réduit les différences.

Rendements et composantes du rendement du sorgho

Du fait de l'absence d'irrigation d'appoint en 1986 et 1988, seuls les résultats de l'année 1987 méritent une attention. (Tableau 2).

L'amélioration du rendement porte essentiellement sur le poids de grains par panicule

(25 % entre le témoin non irrigué et la parcelle ayant reçu l'irrigation d'appoint), d'où un indice de récolte qui a connu une amélioration de 30 % environ.

Dans les conditions de l'essai en 1987, les quantités d'eau apportées en complément n'ont pas amélioré le rendement du sorgho sur la parcelle du labour à plat avec irrigation, par rapport à la parcelle avec billonnage cloisonné. Les techniques additionnelles de labour à plat sont plus performantes que l'irrigation de complément. On peut donc penser que le labour à plat a favorisé un stockage d'eau plus important que les 53 mm apportés en irrigation complémentaire.

Tableau 2 : Rendements en paille et en grain, et indices de récolte du sorgho E 35-1 avec irrigation de complément à Saria.

Grass stalks and grain yield as well as harvest index of sorghum E-35-1, with irrigation supplement at Saria.

N°	Traitement	Paille t/ha	%	Grain kg/ha	%	Grain/Paille
T1	Témoin	6.39	100	2394	100	0.37
T1A	Témoin + irrigation	6.61	103	3178	133	0.48
T3	Labour à plat	6.35	99	2865	120	0.45
T3A	Labour + irrigation	6.88	108	3192	133	0.46
T11	Labour + buttage + cloisons	7.55	118	3424	143	0.45
T12	Semis sur billons cloisonnés	7.27	114	3550	148	0.49

ESSAI DE SABOUNA

La figure 5 donne les résultats de l'analyse décadaire des pluies dans la localité. On remarque une réduction plus importante de celles-ci par rapport à Saria pour les mêmes périodes d'années.

Les apports d'irrigation de complément ont eu lieu au cours des deux années d'expérimentation. En 1986, 4 irrigations pendant les «périodes de déficits pluviométriques» de plus de 6 jours

En 1987, trois (3) irrigations ont apporté un volume d'eau estimé à 65 mm. Les semis ont été aussi effectués durant le mois de juillet de la même année.

Le tableau 3 donne les rendements en grains du sorgho IRAT 204.

On remarque que l'irrigation d'appoint, sans travail préalable du sol, n'a engendré aucun gain significatif de rendement du sorgho. Cela semble lié au rôle primordial joué par le système racinaire mieux développé dans les parcelles

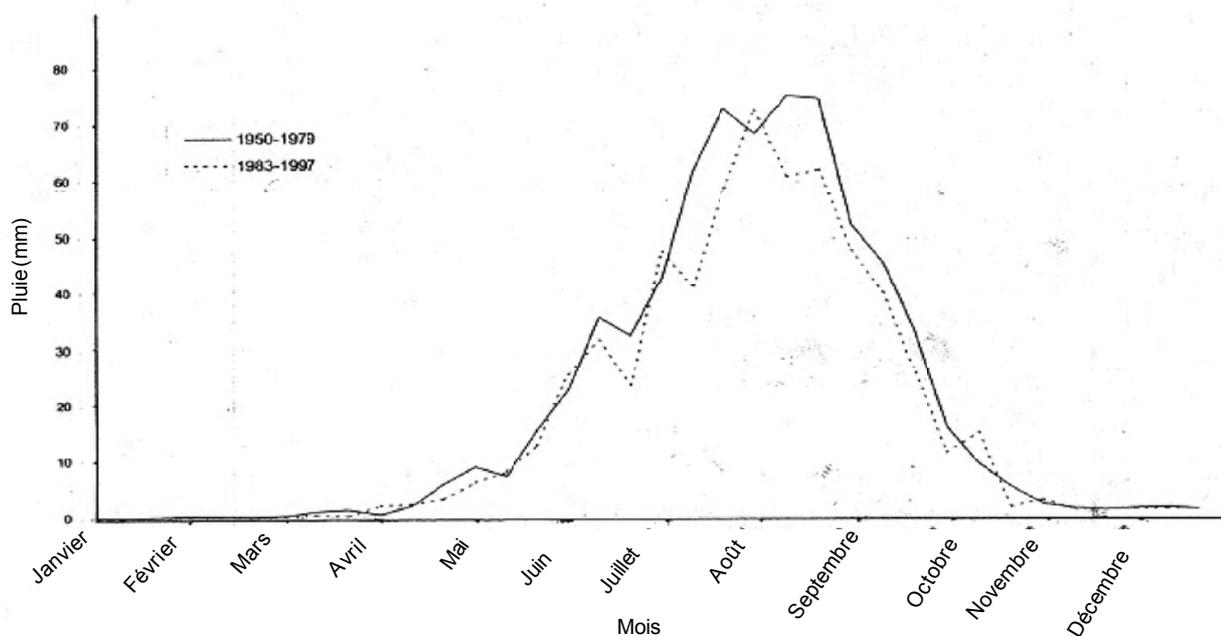


Figure 5 : Valeurs décadaires de la pluviométrie à Ouahigouya
Ten years-period rainfall data collected at Ouahigouya.

Tableau 3 : Rendements moyens (kg/ha) du sorgho IRAT 204, suite à l'essai d'irrigation de complément à Sabouna.

Average yield (kg/ha) of IRAT 204 Sorghum cultivar, following irrigation supplement at Sabouna.

N°	Traitement	Rendement	
		1986	1987
T1	Témoin	1129 a	810 a
T1A	Témoin + irrigation	1247 a	1249 ab
T3	Labour à plat	1468 ab	1114 a
T3A	Labour + irrigation	2142 c	2057 c
T12	Semis billons cloisonnés	1817 b	1624 b
	CV (%)	14	23

NB : Les traitements portant une même lettre ne sont pas significativement différents à 5 % selon le test de DUNCAN.

A Sabouna, la pluviométrie de 1986 et 1987 n'a pas permis au billonnage cloisonné de stocker plus d'eau que les quantités apportées par l'irrigation. Il a cependant été plus efficace que le labour à plat seul ou l'irrigation sans travail du sol au préalable.

CONCLUSION

En dépit des défaillances techniques constatés au niveau des dispositifs d'irrigation, cette étude a montré que l'apport d'eau en complément au début et, surtout à la fin du cycle du sorgho, permet, d'obtenir de bons rendements du sorgho.

En zone nord soudanienne, représentée par le site de Saria, l'irrigation d'appoint semble ne pas se justifier chaque année. En revanche, dans la région sahélienne, cette pratique s'avère indispensable chaque année afin de garantir au sorgho un bon niveau de production.

Dans les deux cas, pour être efficace, l'irrigation d'appoint doit se faire dans une parcelle préalablement labourée. Le travail du sol qui détruit la croûte de battance, favorise alors l'infiltration de l'eau, car même en irrigation à la raie, l'évaporation est supérieure à l'infiltration.

Enfin, il est important de noter que dans les conditions de 1987, les 53 mm d'eau d'irrigation de complément qui ont été apportés au traitement labour à plat, ont eu moins d'effet sur le rendement du sorgho que la technique additionnelle (buttage + cloisonnement) et le semis sur les billons cloisonnés.

En revanche, dans la région sahélienne, il apparaît que la pluviosité actuelle ne permette pas aux billons cloisonnés d'emmagasiner

suffisamment d'eau pour avoir des effets comparables à ceux des irrigations d'appoint en cours de cycle du sorgho. L'irrigation de complément semble alors y être une technique indispensable pour garantir une certaine régularité dans la production du sorgho.

REFERENCES

- Agbossou (K. E.), Baldy (C.) et (J. R.) Tiercelin. 1995. Importance de l'irrigation de complément pour améliorer la production sucrière au Bénin. *Sécheresse*, 6 (4) : 325-330.
- Baron (C.). 1995. Système d'Analyse Régionale des Risques Agroclimatiques (SARRA). Guide d'utilisation CIRAD-CA Montpellier-France 42pp.
- Chopart (J. L.). 1983. Etude du système racinaire du mil (*Pennisetum typhoides*) dans un sol sableux du Sénégal. *Agronomie Tropicale* 38 : 37-46.
- Carbonnel (C.) et (P.) Hubert. 1992. Pluviométrie en Afrique de l'Ouest soudano-sahélienne. In : (E.) Le Floc'h, Grouzis (M.), Cornet (A.) et Bille (J. C.), eds. L'aridité : une contrainte au développement. Caractérisation, réponses biologiques et stratégies des sociétés. Paris : ORSTOM, 1992 : 37-51.
- Couchat (P. H.). 1983. Les applications de la méthode neutronique dans la recherche agronomique. Proc. Symposium International « utilisation des isotopes et des rayonnements en physique des sols et irrigation. Aix-en-Provence, AIEA., éd. Vienne.
- Dembélé (Y.) et (L.) Somé. 1991. Propriétés hydrodynamiques des principaux types de sol du Burkina Faso. In « soil water balance

- in the sudano-sahelian zone, Proc. of Niamey workshop Feb., 1991, IAHS Publi. n° 199, 217-227.
- Dugue (P.). 1989. Possibilités et limites de l'intensification des systèmes de cultures vivrières en zone soudano-sahélienne. Le cas du Yatenga (Burkina Faso). Thèse Docteur-Ingénieur. Sciences agronomiques option phytotechnie. Ministère de l'Agriculture. ENSA Montpellier-France.
- Hillel (D.). 1984. L'eau et le sol : principe et processus physiques. Vander édition.
- Nicholson (S. E.). 1994. Recent rainfall fluctuations in Africa and their relationship to past conditions over the continent. *The Holocene* 1994 ; 4 (2): 121-131.
- Nicou (R.), Ouattara (B.) et (L.) Somé. 1990. Effets des techniques d'économie de l'eau à la parcelle sur les cultures céréalières (sorgho, maïs, mil) au Burkina.
- Ouattara (N. F.) et (F.) Gnomou. 1982. Début et fin de la période culturale du sorgho en haute-Volta. Deuxième partie. Direction de la Météorologie Nationale Ouagadougou-Haute-Volta. Ronéotypé 50pp.
- Somé (L.). 1989. Diagnostic agropédoclimatique du risque de sécheresse au Burkina Faso. Etude de quelques techniques agronomiques améliorant la résistance pour les cultures de sorgho, de mil et de maïs. Thèse de Doctorat Sciences Agronomiques, Université des Sciences et Techniques du Languedoc USTL Montpellier - France.
- Somé (L.) et (M. V. R.) Sivakumar. 1994. Analyse de la longueur de la saison culturale en fonction de la date de début des pluies au Burkina Faso. Compte rendu des travaux n°1. ICRISAT Centre Sahélien, Niamey, Niger INERA Ouagadougou, Burkina Faso.
- Vachaud (G.), Dancette (C.), Sonko (M.) et (J. L.) Thony. 1978. Méthode de caractérisation hydrodynamique «*in situ*» d'un sol non saturé. Application à deux types de sol du Sénégal en vue de la détermination des termes du bilan hydrique *Ann. Agron.*, 29 (1) : 1 - 36.