

Irrigation de complément sur le maïs et le cotonnier dans la plaine du Sourou.

M. Sanon¹, Y. Dembélé¹

Résumé

Pendant trois campagnes agricoles, des résultats expérimentaux ont été obtenus en comparant cinq régimes hydriques (pluvial strict, irrigation à la réserve utile avant semis, irrigation de complément durant la phase végétative, irrigation de complément durant les phases sensibles, irrigation de complément durant tout le cycle) sur le maïs et le cotonnier dans la plaine du Sourou au Nord-Ouest du Burkina Faso. Une méthode simple de déclenchement des irrigations basée sur le début d'enroulement foliaire, malgré ses limites dans la détection précoce du stress hydrique, a fait ses preuves dans la conduite des irrigations en permettant l'obtention de rendements satisfaisants sans apport en excès de l'eau d'irrigation. Ceci a été vérifié par une méthode simplifiée de bilan hydrique. Pour le maïs, on a obtenu des gains de rendement de 986 %, 36 % et 60 % par rapport au pluvial strict. Pour le cotonnier, ils sont de 190 %, 26 % et 61 %. La comparaison des efficacités de l'eau d'irrigation oriente le choix vers l'irrigation de complément durant les phases sensibles des cultures de maïs et durant la phase végétative pour le cotonnier.

Mots-clés : *irrigation, pluviométrie, sécheresse, évapotranspiration, bilan hydrique, maïs, cotonnier.*

Complementary irrigation on the corn and the cotton in the plain of the Sourou

Abstract

During three agricultural seasons, experimental results have been obtained by comparing five water regimes (only rainwater conditions, irrigation to the useful reserve before seedling, during the vegetative phase, during sensitive phases, complementary irrigation during all the cycle) on the corn and the cotton in the plain of Sourou at the North-west of Burkina Faso. A simple releasing method of irrigation based on the beginning of leaves rolling-up, despite its limit in the early detection of water stress, has made its evidences in the practice of irrigation by allowing the obtaining good yields without excess water. This has been verified by a simplified water balance method. For the corn, one has obtained supplementary yield of 986 %, 36 % and 60 % by report to the pluvial strict. For the cotton, they are 190 %, 26 % and 61 %. The comparison of efficiencies of the water of irrigation orients the choice to the complementary irrigation during sensitive culture phases for the corn and during the vegetative phase for the cotton.

Keywords : *irrigation, rain, water stress, evapotranspiration, water balance, corn, cotton.*

¹Institut de l'environnement et de recherches agricoles (INERA), 04 B.P. 8645 Ouagadougou 04 Burkna Faso.

Introduction

Parmi les techniques d'intensification et de sécurisation de la production agricole au Sourou, l'irrigation d'appoint est incontournable en saison humide pour les cultures autres que le riz submergé. L'analyse de la pluviosité de la plaine de 1977 à 1994 montre qu'il est très risqué de produire des cultures à hauts rendements pendant cette saison sans prévoir une irrigation d'appoint. En effet il est peu probable d'éviter la sécheresse en installant une culture de maïs ou de coton de manière à ce que le cycle végétatif n'interfère pas de façon significative avec les périodes sèches.

BALDY (1986) encourage le développement de cultures pluviales, semées précocement, et irriguées en utilisant les premiers ruissellements dans la retenue, et les cultures post-saison, mises en place tardivement, qu'on arrose après la fin des pluies. Lorsque la ressource en eau est limitée, il convient de minimiser les apports d'eau, en faisant en sorte de tirer la meilleure efficacité possible. Il s'agit alors d'irrigations complémentaires occasionnelles ; pluie aléatoire et eau d'irrigation limitée se valorisent mutuellement pour maximiser la production de la zone cultivée (FRANQUIN *et al.*, 1986).

Irriguer une culture à un stade donné dépend de sa sensibilité au stress hydrique à ce stade, des conditions climatiques et de la disponibilité des ressources hydriques au moment de la manifestation du stress (CALIADRO *et al.*, 1993). Cette manifestation du stress dépend des caractéristiques climatiques et de la variabilité annuelle de la pluviométrie aux différents stades.

Aux Etats Unis, COOK et EL-ZIKI (1993) trouvent que le rendement du cotonnier irrigué est de 310 % supérieur à celui d'un cotonnier qui se développe en conditions pluviales strictes. Lorsque le cotonnier subit un stress hydrique, le nombre de capsules et le rendement en fibre sont réduits (COOK et EL-ZIKI, 1993).

L'irrigation représente la charge la plus importante dans la plaine du Sourou (GERSAR, 1986 ; LEGOUPIL, 1988). Il convient donc de gérer l'irrigation de la façon la plus efficiente possible.

L'objectif de cette étude est de trouver et de proposer aux producteurs du Sourou une méthode simple et efficace de conduite des irrigations de complément pour le maïs et le cotonnier. Il s'agit d'évaluer cinq régimes hydriques dont le pluvial strict sur le rendement grain du maïs, et aussi sur le rendement fibres et grains du cotonnier. La systématisation de l'irrigation de complément durant tout le cycle peut-elle être une pratique rentable pour le paysan ?

Matériel

La variété de maïs FBH33 et la variété de cotonnier F135 utilisées pour cette étude ont été proposées par le Projet de Développement des Cultures Irriguées au Sourou (PRODECIS). Le tableau I résume la conduite de ces deux cultures.

Tableau I. Conduite des cultures.

Pratiques	Cultures	
	Maïs (FBH33)	Cotonnier (F135)
Semis	62500 plantes/hectare (0,4 x 0,8 m) 2 plantes par poquet	41667 plantes/hectare (0,3 x 0,8 m) 1 plante par poquet
Fertilisation azotée	<ul style="list-style-type: none"> • 42 unités au semis • 46 unités 17 jours après semis • 23 unités 52 jours après semis 	<ul style="list-style-type: none"> • 21 unités au semis • 23 unités 21 jours après semis
Phosphore	<ul style="list-style-type: none"> • 69 unités au semis 	<ul style="list-style-type: none"> • 35 unités au semis
Potassium	<ul style="list-style-type: none"> • 42 unités au semis 	<ul style="list-style-type: none"> • 21 unités au semis

L'entretien régulier des deux cultures limite les effets nuisibles des mauvaises herbes et des attaques parasitaires.

Les sols du Sourou, notamment celui du site de l'essai, possèdent une grande capacité de stockage de l'eau (BUNASOL, 1977 ; SOME et NICOU, 1989). Pour une profondeur de sol de 100 à 120 cm, les réserves utiles du sol vont de 160 à 190 mm. Dans la couche des 50 premiers cm, le sol arrive à stocker facilement 80 à 100 mm d'eau. En dehors des périodes excessivement pluvieuses du 15 au 30 août, le sol est donc capable d'emmagasiner l'essentielle de l'eau de pluie reçue. Cette remarque est également valable pour les doses d'irrigation qui tiennent compte des capacités de stockage du sol. En plus, la texture limono-argileuse permet les remontées capillaires durant les phases nocturnes.

En ce qui concerne la pluviométrie de la plaine, la moyenne annuelle obtenue sur 18 années d'observations (1977 à 1994), est de 621 mm avec un écart type de 147 mm (figure 1). La période de la plus arrosée se situe entre le 25 juillet et le 02 septembre (figure 2). L'analyse des données pluviométriques montre que, pour une même pentade, la pluviosité varie d'une année à l'autre (SANON *et al.*, 2000).

En culture sèche, pour que la phase de pleine croissance de la culture coïncide avec le début de cette période humide, il faut donc semer au plus tard à la fin juin. Cette date butoir amène à réaliser les travaux de préparation dans des conditions d'humidité du sol le plus souvent insatisfaisantes. En effet on enregistre une année sur quatre, une pluviosité pentadaire supérieure ou égale à 20 mm, entre mai et fin juin. La stratégie serait donc de préparer le sol avec la première grande pluie et d'attendre fin juin pour effectuer les semis.

Si on dispose d'un système d'irrigation, un apport d'eau important dans la première quinzaine de juin permet de préparer le sol. On peut prévoir une seconde irrigation pour assurer de bonnes conditions de levée avant ou après semis de fin juin si les pluies sont insuffisantes à cette date.

L'analyse fréquentielle de la saison des pluies montre que l'on dispose seulement de 85 à 100 jours favorables à la culture (figure 2). Pour bien réussir une culture en 100 jours, la date butoir du semis se situe à la fin du mois de juin. L'irrigation de complément offre la possibilité de bien

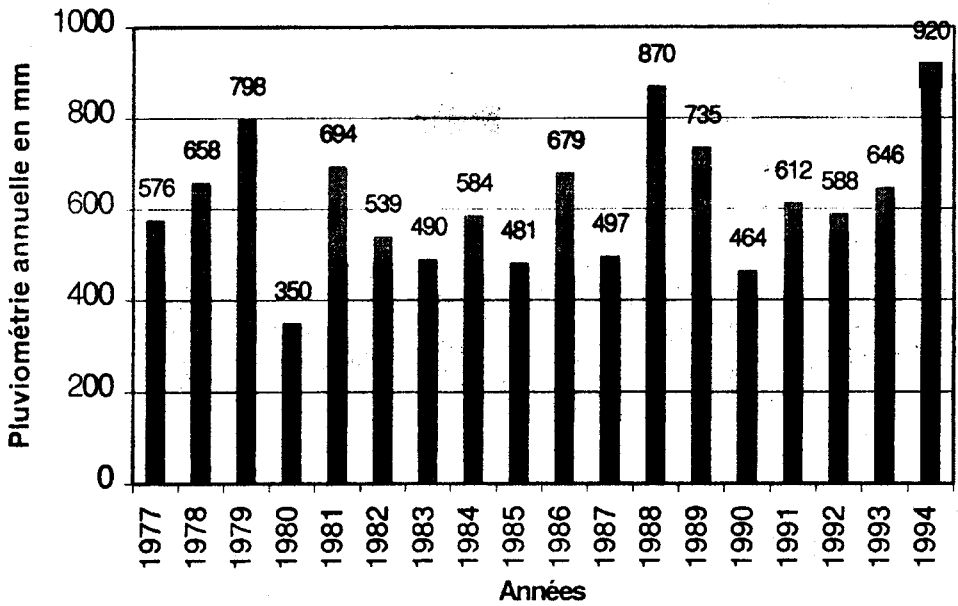


Figure 1. Évolution des pluviométries annuelles de 1977 à 1994 à Di (Sourou).

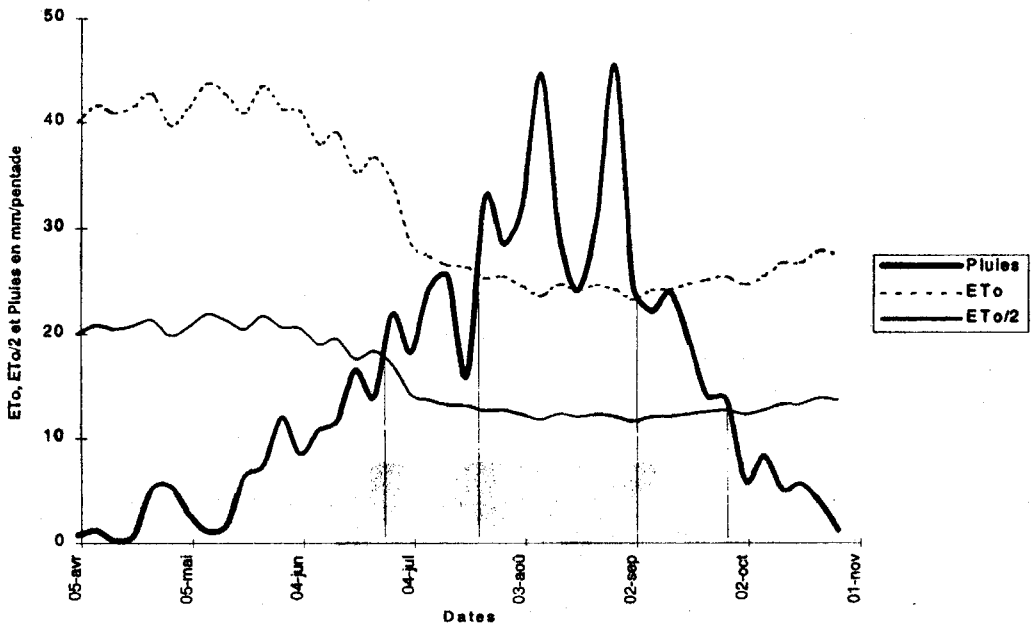


Figure 2. Évolution des moyennes pentadaires de pluies, ETo et ETo/2. (ETo est l'évapotranspiration de référence).

installer la culture, elle permet aussi de couvrir les besoins en eau des cultures entre le 15 et le 25 juillet. Cette période correspond à une poche de sécheresse (figure 2) car la pluviosité pentadaire se situe le plus souvent entre 10 et 20 mm. On peut envisager aussi d'allonger le cycle de culture en fin de saison en lui apportant des irrigations qui permettent de maintenir l'alimentation en eau des cultures pendant leur maturation.

Méthode

Cinq régimes hydriques dont le pluvial strict ont été étudiés avec pour cultures cibles le coton et le maïs. L'irrigation se fait par aspersion, les doses apportées sont estimées avec des pluviomètres placés à l'intérieur des parcelles. Les traitements suivants ont été appliqués :

T1 = pluvial strict ;

T2 = irrigation à la réserve utile (RU) avant le semis compte tenu des capacités de stockage en eau du sol (nous admettons dans ce cas qu'après avoir rempli la réserve en eau du sol au semis, les pluies compenseront ultérieurement les quantités d'eau consommées par la culture) ;

T3 = irrigation de complément durant la phase végétative. Durant la phase d'installation, les pluies sont peu fréquentes. L'irrigation de complément durant cette phase a pour objectif d'assurer une bonne installation et espérer une fréquence satisfaisante des pluies à la fin de l'installation de la culture ;

T4 = irrigation de complément durant les phases sensibles. Il s'agit d'irriguer la culture lorsque les réserves en eau du sol s'épuisent et s'il ne pleut pas suffisamment durant la période qui se situe entre le début de montaison et la nouaison ;

T5 = irrigation d'appoint durant tout le cycle de la culture.

Les irrigations sont déclenchées le lendemain du jour où un début de stress hydrique est observé. Il est indiqué par un début d'enroulement de l'extrémité des feuilles vers le midi solaire pour le maïs et un début de flétrissement des feuilles du cotonnier. Dans ce cas, les réserves hydriques du sol n'arrivent plus à satisfaire la demande climatique.

Cette méthode visuelle est certes imprécise, mais sa simplicité constitue un avantage pour la vulgarisation. Il est de toute évidence que la courte période de stress hydrique subi par la culture n'entraînera pas une baisse significativement importante du rendement. L'enroulement foliaire, utilisé en sélection, est probablement le symptôme le plus évident du déficit hydrique. La durée du cycle, les composantes du rendement sont de bons éléments de comparaison pour quantifier l'effet de la sécheresse selon le niveau d'irrigation de complément.

Pour renforcer cette méthode visuelle, le bilan hydrique établi à posteriori montre bien que l'offre (pluies et irrigations) se situe entre l'évapotranspiration de la culture (ET) calculée selon les coefficients culturaux déterminés par nous-mêmes pour le Sourou, et l'évapotranspiration de référence (ET0). Les figures 3 et 4 représentent les besoins en eaux (ET) et les offres (pluies et irrigations).

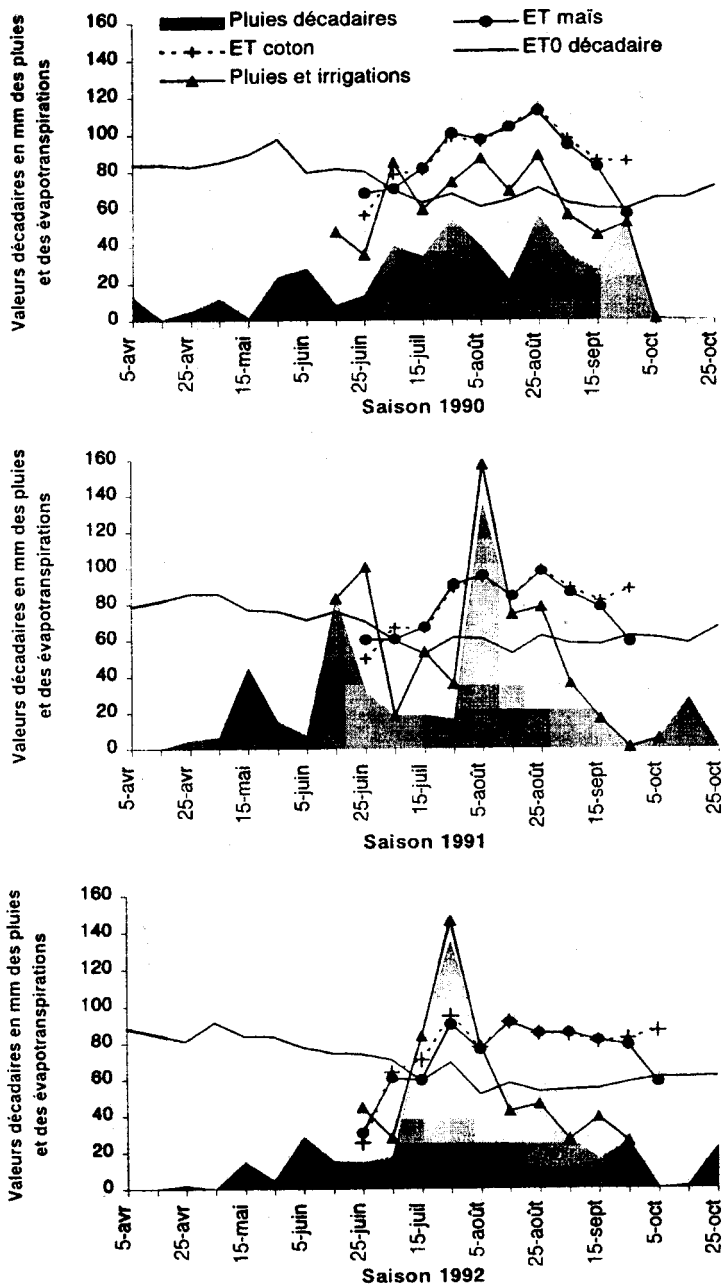


Figure 3. Évolution des pluies décadaires, de l'évapotranspiration de référence (ET0), de l'évapotranspiration du cotonnier et du maïs, des cumuls pluies et irrigations.

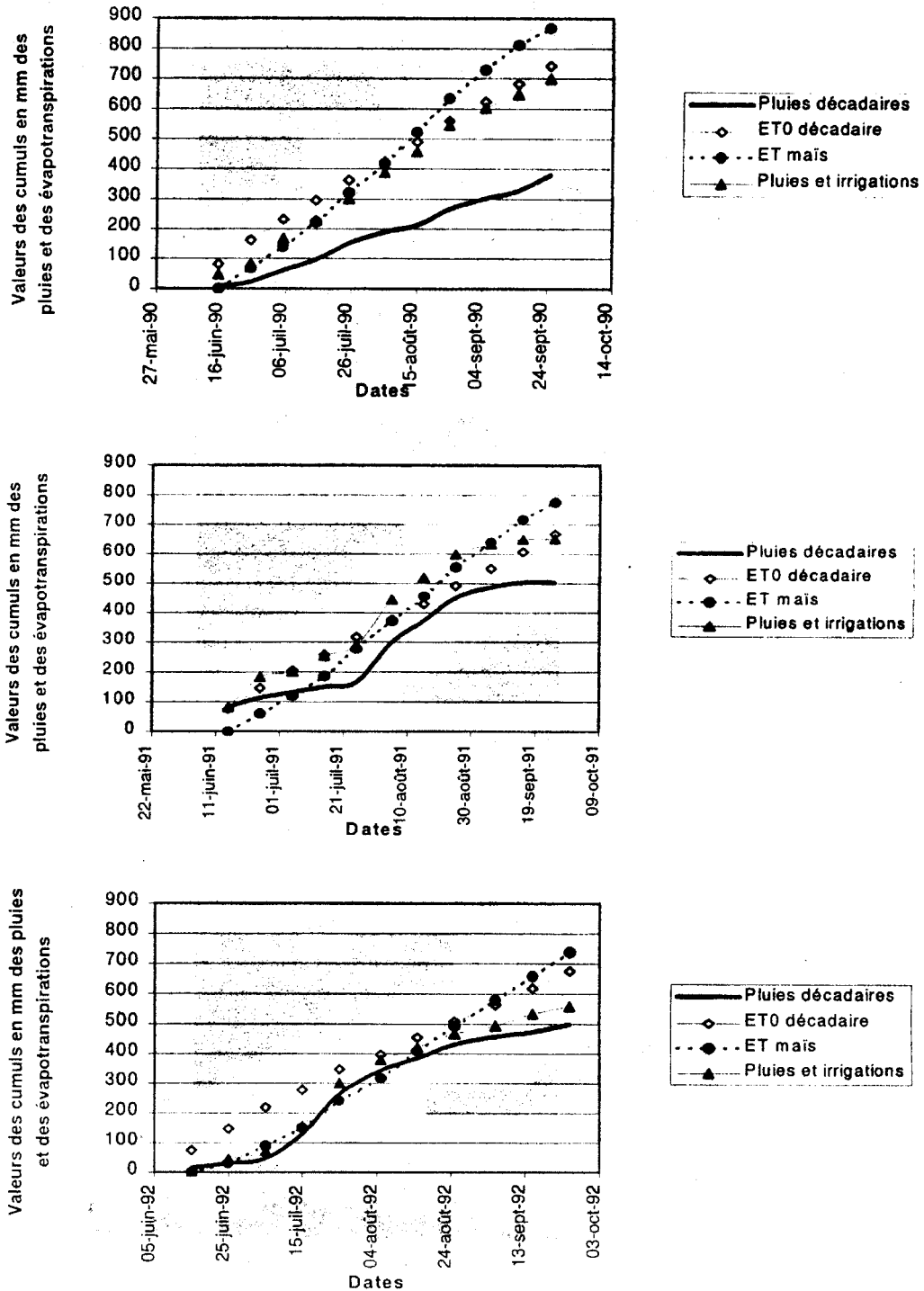


Figure 4. Évolution des valeurs cumulées des pluies décadaires, de l'évapotranspiration de référence (ET0), de l'évapotranspiration du maïs, des cumuls pluies et irrigations.

ET0 est l'évapotranspiration de référence calculée avec la méthode de Penman modifiée par la FAO. Ces mêmes figures permettent d'observer les niveaux de satisfaction des offres pluviométriques par rapport aux besoins de la culture (ET). L'année 1990 se montre plus déficitaire que les deux autres. Il est important d'observer que les apports hydriques (pluies et irrigations) sont inférieurs à l'évapotranspiration des cultures. Les irrigations ne couvrent pas à tout moment les besoins en eau maximaux (ET). Sur les figures 2 et 3, la courbe pluies et irrigations correspond au traitement qui reçoit l'irrigation de complément durant tout le cycle. C'est donc l'offre hydrique la plus importante, cependant elle reste légèrement plus faible que les besoins en eau (ET). Le bilan hydrique montre donc que l'offre est le plus souvent inférieure à la demande malgré les irrigations d'appoint.

L'efficience de l'eau d'irrigation (EI), dans notre cas, se définit comme suit :

$$EI = \frac{RDTi - RDTm}{Q} \quad (1)$$

avec:

EI : Efficience de l'eau d'irrigation (irrigation de complément) en kg/m³ d'eau ;

RDTi : Rendement du traitement concerné en kg/ha ;

RDTm : Rendement du témoin (pluvial strict) en kg/ha ;

Q: quantité d'eau d'irrigation (en m³ par hectare).

L'Indice de Stress Hydrique (ISH) similaire au CWSI (Crop Water Stress Index) est donné par l'équation suivante :

$$ISH = 1 - \frac{ETR}{ET} \quad (2)$$

Avec :

ISH : Indice de Stress Hydrique ;

ET : Evapotranspiration (Besoins en eau de la culture ou évapotranspiration maximale) ;

ETR : Evapotranspiration réelle ; nous admettons ici que lorsque l'offre (pluies et irrigations) est inférieure à l'évapotranspiration alors la quantité d'eau réellement apportée à la culture sous forme de pluies ou d'irrigation correspond à l'ETR. Si l'offre est supérieure à l'évapotranspiration, alors ETR = ET.

Résultats

Au point de vue climatique, l'année 1990 a été très sèche, 332 mm seulement sont tombés pendant la période de l'essai, avec quatre « poches de sécheresse » dont la plus longue a duré 14 jours. Durant les cycles culturaux du cotonnier et du maïs, dix pluies sont inférieures ou égales à 5 mm, 9 pluies comprises entre 5 et 10 mm, 6 pluies vont de 10 à 20 mm, et 5 pluies supérieures à 20 mm dont la plus forte (42 mm) est enregistrée en fin de cycle. Une situation de ce genre ne fait que mettre à nu l'intérêt de l'irrigation de complément.

En 1991, les dates de semis du maïs et du cotonnier ne coïncident pas, le cotonnier est semé 15 jours avant le maïs. Ce dernier boucle son cycle avant celui du cotonnier. Les deux cultures ne bénéficient donc pas des mêmes conditions climatiques. La différence majeure entre les années 1990 et 1991 est l'approvisionnement de la réserve utile (RU) par une pluie de 74 mm le 12/06 et une deuxième de 19 mm le 27/06, créant ainsi des conditions très favorables à l'installation des cultures. Par contre T4 et T5 ont subi une période d'excès d'eau du 06/08 au 18/08, avec un cumul de 156 mm en 12 jours. En 1992, le maïs et le cotonnier sont semés à la même époque. Le début de la campagne se caractérise par une faible réserve hydrique, d'où des irrigations de 97 mm pour le maïs et 105 mm pour le cotonnier sur le traitement T2. Les grandes pluies ne sont pas nombreuses, cependant les pluies moyennes sont relativement mieux réparties que les deux années antérieures. Le tableau II et les figures 2 et 3 résument et illustrent tous ces commentaires.

Tableau II. Répartition des pluies pendant les trois saisons de culture.

Cultures	Dates de semis	Nombre de pluies tombées par classe			
		< 5 mm	5 à 10 mm	10 à 20 mm	plus de 20 mm
Cotonnier	18/06/90	10	9	6	5
Maïs	19/06/90	10	9	6	5
Cotonnier	06/06/91	13	8	9	4
Maïs	21/06/91	7	4	5	3
Cotonnier	24/06/92	9	9	8	8
Maïs	26/06/92	9	5	7	7

L'impact des traitements irrigués sur les rendements a été évalué par des analyses de variance suivies des tests de comparaison de moyennes, les tableaux d'efficacité de l'eau d'irrigation et par différentes courbes de tendance.

L'analyse de variance montre une différence hautement significative entre les traitements en 1990. Le traitement T5 (irrigation de complément durant tout le cycle) permet d'obtenir le rendement le plus élevé et possède également l'efficacité la plus élevée pour l'eau totale consommée. Cependant, la meilleure efficacité pour l'eau d'irrigation est observée sur T4 (irrigation de complément durant les phases sensibles).

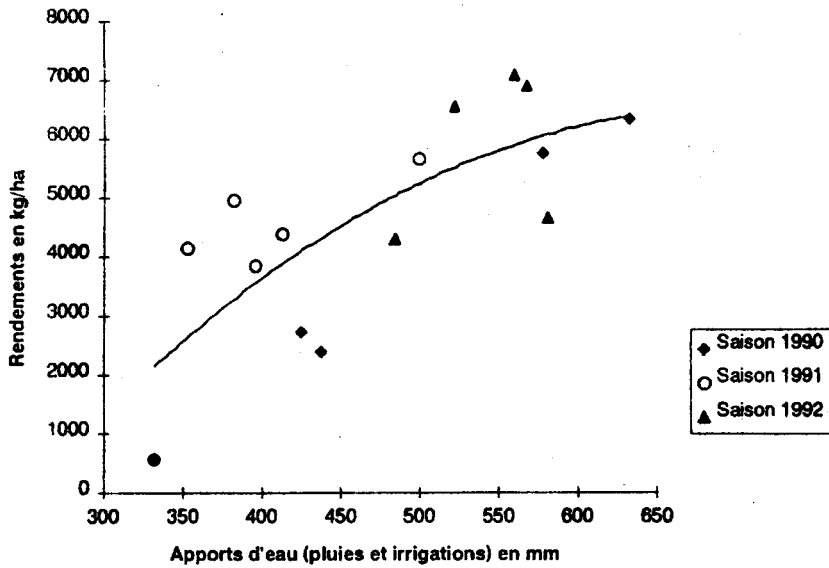


Figure 5. Rendements de maïs en fonction des apports d'eau.

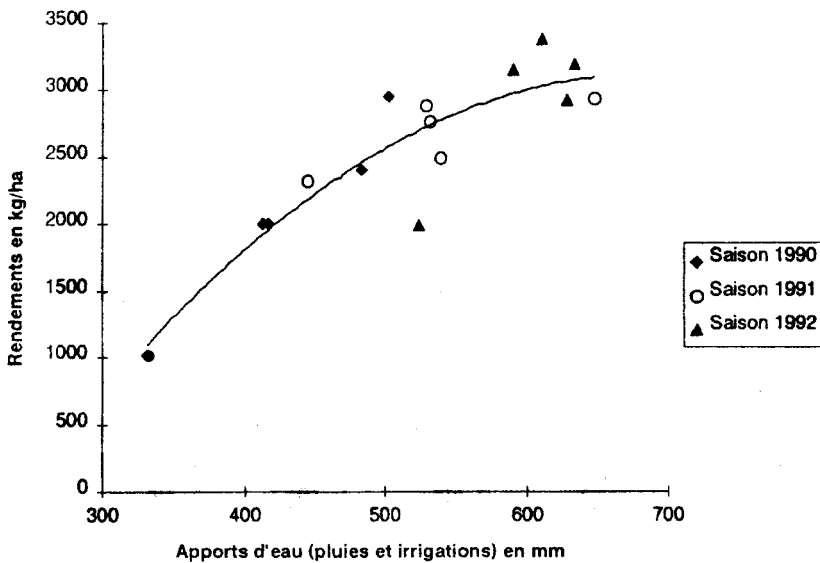


Figure 6. Rendements du cotonnier en fonction des apports d'eau.

Le manque de pluie après le semis retarde la floraison du témoin de 16 jours par rapport aux autres traitements. Le manque d'eau à la phase d'installation a été un des premiers facteurs d'échec de la culture.

En 1991, le rendement de T5 baisse alors que la moyenne générale augmente. Le pluviel strict atteint 4157 kg/ha et traduit la bonne pluviosité pendant la phase d'installation de la culture. Ces bonnes conditions font que T1, T2, T3 et T4 ont évolué pratiquement dans les mêmes conditions hydriques.

Le meilleur rendement moyen est obtenu en 1992 grâce à une bonne répartition de la pluviosité. Cependant le tableau III de comparaison des moyennes fait ressortir deux grands groupes. Les trois traitements (T3, T4, T5) irrigués durant la période de croissance et développement et en début de cycle, ont abouti à des rendements significativement supérieurs à ceux des traitements T1 (pluviel strict) et T2 (irrigation au semis).

Tableau III. Comparaison des moyennes des rendements à 14 % d'humidité des traitements de l'essai irrigation de complément du maïs (variété FBH 33, saisons humides 1990, 1991 et 1992, PU = 88 m³).

Traitements	Nb des irrigations			Rendements en kg/ha			Efficience de l'eau (kg/m ³)		
	1990	1991	1992	1990	1991	1992	1990	1991	1992
T5	13	6	4	6331a	5662a	6901a	1,00	1,10	1,22
T4	11	1	4	5749b	4973b	7097a	1,00	1,30	1,27
T3	5	2	2	2380b	4408bc	6536a	0,54	1,10	1,25
T2	1	1	1	2718b	3861c	4665b	0,64	0,98	0,80
T1	0	0	0	583c	4157c	4300b	0,18	1,20	0,89

La figure 5 montre que le rendement du maïs augmente avec l'offre cumulée (total des pluies et irrigations).

La comparaison des coefficients d'efficience de l'eau d'irrigation montre, pour le maïs, que les traitements T3, T4 et T5 valorisent bien l'eau d'irrigation. Quelle que soit l'année, son efficience est toujours supérieure à 2kg/m³, atteignant 3,73kg/m³ en 1992 (tableau IV).

Semé une journée plus tôt que le maïs en 1990, le cotonnier a subi les mêmes contraintes climatiques que le maïs. Cependant, les meilleures efficacités de l'eau d'irrigation sont obtenues par le traitement irrigué à la réserve utile (RU) avant le semis et le traitement irrigué durant la phase végétative.

En 1991, il est semé deux semaines plus tôt qu'en 1990. Ceci se traduit par une plus longue durée du cycle et une consommation en eau plus élevée, sans augmentation de rendement pour le T5. Par contre, les rendements des autres traitements augmentent et les écarts de rendement entre-traitements s'atténuent.

Comme dans le cas du maïs, l'essai a obtenu son meilleur rendement moyen en 1992. Seul le pluviel strict se dégage de l'ensemble des traitements. Les résultats de la campagne humide 1992 montrent une fois de plus les effets bénéfiques de l'irrigation d'appoint dans les conditions du Sourou.

Les tableaux V et VI présentent les rendements obtenus avec le cotonnier durant les trois campagnes d'expérimentation. Comme le maïs, les rendements du cotonnier sont proportionnels aux volumes d'eau apportés (figures 5 et 6).

Sur le cotonnier, les irrigations de complément durant la phase végétative, T3 et T5, valorisent aussi l'eau. D'une année à l'autre, la variation de l'efficacité est moins marquée sur T3 que sur les autres traitements (tableau V).

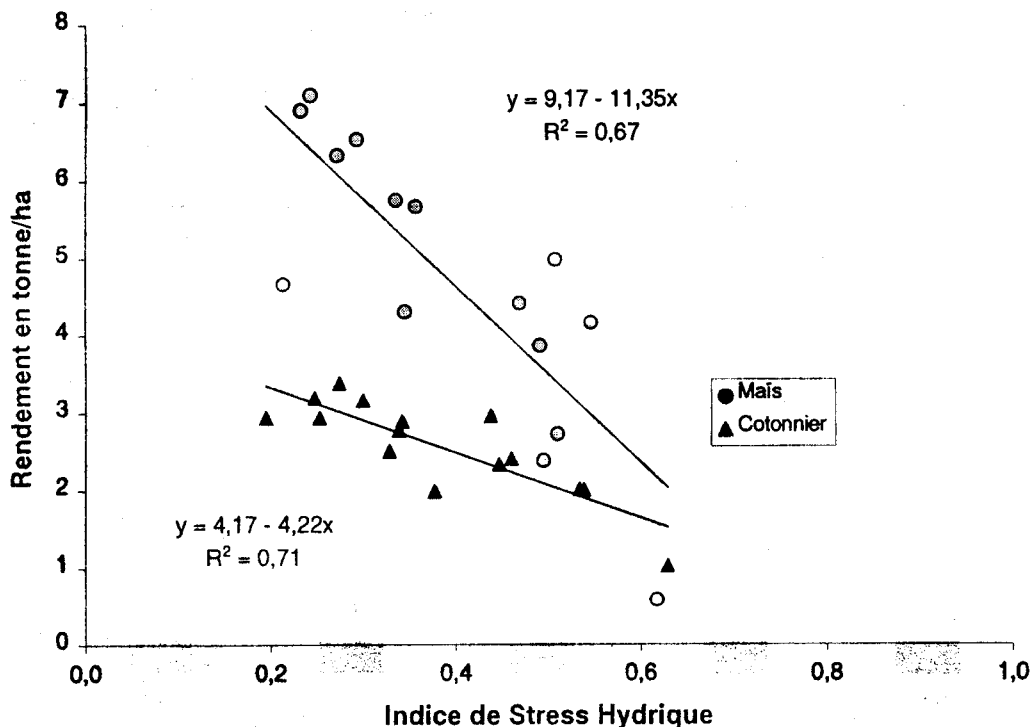


Figure 7. Relation entre le rendement du maïs ou du cotonnier et l'indice de stress hydrique.

Tableau IV. Efficacités de l'eau d'irrigation des traitements de l'essai irrigation de complément du maïs (variété FBH33 en 1990, 1991 et 1992).

Traitements	Gain de rendement dû à l'irrigation en kg/ha			Efficacité de l'eau d'irrigation en kg/m³		
	1990	1991	1992	1990	1991	1992
T5	5748	1505	2601	1,91	1,02	3,10
T4	5166	816	2797	2,11	2,72	3,73
T3	1797	251	2236	1,91	0,42	5,88
T2	2135	-296	365	1,20	-0,69	0,38

Tableau V. Comparaison des moyennes des rendements des traitements de l'essai irrigation de complément du cotonnier en 1990, 1991 et 1992 (variétés: ISA 205G en 1990, F135 en 1991 et 1992, PU = 88 m²).

Traitements	Nb des irrigations			Rendements en kg/ha			Efficience de l'eau (kg/m ³)		
	1990	1991	1992	1990	1991	1992	1990	1991	1992
T5	8	10	5	2953a	2935a	3190a	0,59	0,45	0,50
T4	7	5	4	2401b	2771ab	3381a	0,50	0,52	0,55
T3	4	4	3	2010c	2886a	3158a	0,48	0,55	0,53
T2	1	1	1	1999c	2503bc	2932a	0,37	0,46	0,47
T1	0	0	0	1020d	2331c	1987b	0,31	0,52	0,34

Tableau VI. Efficiences de l'eau d'irrigation des différents traitements de l'essai irrigation de complément du cotonnier (variété ISA 205G en 1990, F 135 en 1991 et 1992).

Traitements	Volume d'eau d'irrigation en m ³ /ha			Gain de rendement dû à l'irrigation en kg/ha			Efficience de l'eau d'irrigation en kg/m ³ d'eau		
	1990	1991	1992	1990	1991	1992	1990	1991	1992
T5	1710	2030	1110	1933	604	1203	1,13	0,30	1,08
T4	1510	870	870	1381	440	1394	0,91	0,51	1,60
T3	860	840	670	990	555	1171	1,15	0,66	1,75
T2	810	950	1050	979	172	945	1,20	0,16	0,90

Discussion

En toute rigueur, l'évapotranspiration réelle (ETR) est le plus souvent inférieure à l'évapotranspiration (ET) des cultures pour les raisons suivantes :

- Dans l'établissement du bilan hydrique, on considère que toutes les eaux d'irrigation et de pluie sont disponibles pour la plante, cependant, durant les séquences pluvieuses, une partie de l'eau se perd par percolation ou drainage en profondeur ;
- L'enroulement foliaire, indicateur de stress pour le déclenchement des irrigations, s'observe à une étape très avancée du stress hydrique subi par la culture.

Les régimes hydriques appliqués ici selon la conduite des irrigations constituent des rationnements hydriques relativement sévères. Les apports excessifs d'eau d'irrigation sont donc négligeables. Les doses d'irrigation utilisées sont donc très économiques. Ceci se confirme sur la figure 7 où l'indice de stress hydrique est toujours supérieur à 0,2 alors qu'il devrait tendre vers zéro pour une culture bien irriguée.

L'efficience de l'eau d'irrigation de 0,2 à 1,3 est de loin inférieure à celle obtenue en France dans la région Toulousaine où DECAU et PUJOL (1985) ont obtenu des efficacités de 1,7 à

2,5 kg/m³. Ceci s'explique par la plus grande demande climatique des zones tropicales par rapport à la zone tempérée.

En saison des pluies à Maradi au Niger l'irrigation de complément sur une culture de cotonnier permet des gains de rendement de 35 % à 118 % (CHAROY, 1971) contre 26 % à 190 % dans la plaine du Sourou. Ceci dénote la forte variabilité des conditions climatiques de la zone du Sourou. Pour une évapotranspiration maximale de l'ordre de 645 mm en saison des pluies à Maradi au Niger, les rendements escomptés sont de 1300 à 3900 kg/ha contre 1987 à 3381 kg/ha au Sourou (tableau V).

L'efficacité de l'eau d'irrigation est deux à trois fois supérieure pour le maïs que pour le cotonnier. De ce fait, même si le prix du coton graine est le double de celui du maïs, la prise en compte des charges (coûts des intrants et de la main d'œuvre) de chaque culture montre qu'il est beaucoup plus rentable, aux plans agronomique et socio-économique, de produire du maïs que du coton sur les périmètres permettant l'irrigation de complément.

Le rendement est négativement corrélé avec l'indice de stress hydrique (figure 7). La pente de la droite de corrélation est plus forte pour le maïs que pour le cotonnier. Le maïs est donc beaucoup plus sensible au stress hydrique que le cotonnier.

Conclusion

Ces essais d'irrigation de complément ont été conduits durant trois campagnes agricoles différentes au plan climatique. En effet on a observé une campagne relativement sèche durant tout le cycle en 1990, une campagne garantissant une bonne installation de la culture en 1991 et une campagne bien arrosée avec une légère sécheresse en début d'installation de la culture en 1992. Ils sont donc représentatifs de l'ensemble des années climatiques au Sourou. Quelle que soit la campagne ou la culture, l'irrigation de complément a toujours fourni des rendements significativement plus élevés que le pluvial strict. L'irrigation de complément du maïs durant les phases sensibles et celui du cotonnier durant la phase végétative permettent d'obtenir les meilleures efficacités de l'eau d'irrigation.

Ces trois années d'essai au Sourou montrent bien que l'irrigation de complément du maïs est très conseillée dans cette zone agroclimatique en année normale ou déficitaire. Quelle que soit la phase à laquelle elle survient, la sécheresse réduit plus ou moins le rendement. Le déficit hydrique pendant la phase d'installation allonge le cycle proportionnellement à la durée de la sécheresse, et un faible apport d'eau au semis a un effet considérable sur le rendement.

Le cotonnier résiste mieux à la sécheresse, son rendement est proportionnel aux doses d'eau d'irrigation, mais il plafonne à moins de 3500 kg/ha. Malgré sa bonne tolérance à la sécheresse on peut constater, pour les trois campagnes d'étude, qu'il valorise l'irrigation d'appoint. Compte tenu du pouvoir compensateur du cotonnier, une pratique de l'irrigation bien adaptée à la culture permettra de minimiser le coût de l'irrigation sur cette culture. Une recherche

complémentaire sur les phases de développement les plus sensibles doit permettre de mieux valoriser l'eau apportée tout en utilisant des méthodes phénologiques simples de détermination du moment où cette eau doit être apportée.

Tableau VII. Coefficients culturaux utilisés ici pour l'établissement du bilan hydrique décadaire.

Décade à compter du semis	Coefficient du maïs	Coefficient du coton
1	0,86	0,71
2	1,01	1,12
3	1,28	1,27
4	1,48	1,45
5	1,58	1,56
6	1,60	1,61
7	1,58	1,59
8	1,49	1,54
9	1,36	1,42
10	0,95	1,42

Tableau VIII. Données synthétiques sur la durée du cycle, le rendement et les besoins en eau des variétés de cotonnier et maïs étudiées au Sourou.

Variables	Cotonnier			Maïs		
	1991	1992	1993	1991	1992	1993
ETM cycle (mm)	802	647	677	580	743	644
ETo cycle (mm)	554	463	503	480	459	541
Kc cycle	1,45	1,40	1,34	1,21	1,62	1,19
Ev. bac A (mm)	741	599	586	652	585	630
K ^c cycle	1,08	1,08	1,16	0,89	1,27	1,02
Durée cycle (jours)	107	96	94	97	95	101
Rendement (kg/ha)	3347	2798	2350	5950	8916	7190

Références bibliographiques

- BALDY C., 1986. Agrométéorologie et irrigation en zone soudano-sahélienne. *La météorologie*, 7 (14) : 36-41.
- CALIANDRO A. and BOARI F., 1993. Supplementary irrigation in arid semiarid regions. CIHEAM. International conference on Supplementary irrigation and drought water management. 1 : (S1-1 – S1-1.12).
- CHAROY J., 1971. Les cultures irriguées au Niger. Résultat de 7 années de mesures et d'expérimentations (1963-1970). *Agronomie Tropicale* 26 (9) : 973-1002.
- COOK C. G. and EL-ZIK K. M., 1993. Fruiting and lint yield of cotton cultivars under irrigated and non irrigated conditions. *Field Crops Research*, 33 : 411-421.

DECAU J. et PUJOL B., 1985. Interaction entre l'alimentation hydrique et la nutrition azotée d'un maïs-grain : incidence sur l'efficacité de l'eau et de l'azote. Les besoins en eau des cultures. Conférence internationale. Paris, 11-14 septembre 1984. CIID, INRA, 1985 : 369-374.

DOORENBOS J. et PRUITT W. O., 1975. Les besoins en eau des cultures. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture. Bulletin d'Irrigation et de Drainage, (24) : 1-198.

FRANQUIN P. et SICOT M., 1986. Un modèle de simulation de l'irrigation complémentaire: le système probabiliste ORACLE. Application au Sahel : l'irrigation de sécurité. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, 22 (1) : 51-62.

GERSAR, 1986. Actualisation du schéma directeur d'aménagement de la vallée du Sourou. Autorité pour la Mise en Valeur de la Vallée du Sourou, Ministère de l'Eau, Burkina Faso. GERSAR, Nîmes, France, 96 p.

LEGOUPIL J.C., 1988. Projet Sofitex - Prodecis d'irrigation par aspersion en paysannat dans le Sourou, Burkina Faso. CIRAD, Montpellier, France, 11 p.

PEYREMORTE P., ROSSET J. M., 1977. Variabilité des coefficients culturaux « K ». Conséquences pour la définition d'une méthode d'irrigation basée sur le concept d'ETP. *La Météorologie Spécial Evapotranspiration et bilan hydrique*, 6 (11) : 61-68.

SANON M., OUATTARA F. et DEMBÉLÉ Y., 2000. Analyse des contraintes climatiques de la Station de Di au Nord-Ouest du Burkina Faso. Publication de l'Association Internationale de Climatologie, 13 : 301-308.

SOMÉ L. et NICOU R., 1989. Étude de l'enracinement du blé sur le périmètre irrigué du Sourou, Burkina Faso. *Science et Technique*, 19 (1) : 11-29.