IDESSA - DCI
Filière Canne à Sucre

ETUDE DE L'EFFICIENCE DE L'IRRIGATION

- sur une jeune repousse en saison froide
- sur une culture en cannaison en saison chaude
- en avant-coupe sur une canne de fin

RESULTATS DE 3 ESSAIS REALISES A FERKE 1
AU COURS DES CAMPAGNES 89-90 et 90-91

QUIDEAU Pierre

Bouaké
1991

SOMMAIRE

Introduction 1

Efficience de l'irrigation en saison chaude
sur une culture en cannaison (B1 - 155) 2

- Synthèse des résultats des 2 années 2

- Récolte de 1989 5
  (suivi de la croissance) 11

- Récolte de 1990 18

Efficience de l'irrigation sur une jeune repousse
en saison froide (B1 - 152) 26

- Synthèse des résultats des 2 années 26

- Récolte de 1989 29
  (suivi de la croissance) 35

- Récolte de 1990 42

Efficience de l'irrigation d'avant-coupe (B1 - 12) 50

- Récolte de 1991 50
  (suivi de la croissance) 56

Annexe : méthodes de calcul du bilan hydrique
et des efficiences 60

INTRODUCTION

Ce dossier rassemble les comptes rendus de 3 essais d'irrigation réalisés sur le Complexe Sucrier de Ferké 1 (SODESUCRE) au cours des 2 campagnes 89-90 et 90-91.

Chacun avait pour objectif de mesurer l'efficience de l'irrigation et d'étudier les conséquences d'un rationnement hydrique sur une culture de canne à sucre à un stade végétatif précis et à une période de l'année donnée. Ils sont identifiés par le N° de la parcelle industrielle où ils ont été implantés :

Parcelle	Stade végétatif	Période
B1 - 152	Début de cycle en repousse (tallage)	Saison froide (janvier - février)
B1 - 155	Début de la cannaison (boom-stage)	Saison chaude (mars - juin)
B1 - 12	Fin de cycle (avant-coupe) (pré-maturation)	Saison sèche (décembre - février)

Pour les 2 premiers essais, les résultats des 2 récoltes sont présentés séparément, mais font aussi l'objet d'une brève synthèse (cumul).

Pour le dernier, seuls les résultats de 90-91 sont présentés. Ceux de l'année précédente (en vierge) étaient en effet biaisés par un important effet de position (rendements plus élevés en bordure de parcelle) les rendant difficillement exploitables (se reporter au CRM n° 080/90/QP/KAL du 7/03/90).

Ces essais sont le fruit de la volonté et des efforts des responsables de la Direction des Plantation de Ferké 1, notamment de la Division des Etudes Agronomiques.

Mais il nous faut souligner plus particulièrement le gros travail accompli par le Chef de la ferme B1 - M. NANAN N'guessan Cyrille -, qui durant 2 années a conduit jour après jour l'irrigation sur ces 3 essais, en s'efforçant de faire pour le mieux dans des conditions pas toujours faciles. Qu'il en soit ici vivement remercié, ainsi que toute son équipe.

IDESSA-DCI-FCS 08/04/91
N° 148/91/QP

Note technique

EFFICIENCE DE L'IRRIGATION EN SAISON CHAUDE SUR UNE CULTURE EN CANNAISON

Résultats de 2 années d'essai (1989, 1990)
à FERKE 1 sur la parcelle 155 B1

1 - OBJECTIF

Déterminer les gains de rendements obtenus par une irrigation plus ou moins intensive en saison chaude (mars à juin) sur une culture en début de cannaison, et en évaluer l'efficience.

Durant cette période, les 3 traitements suivants sont différenciés:

T1 : irrigation visant à satisfaire les besoins en eau de la culture ; ETM supposée égale à l'évaporation du bac classe A
T1/2 : par rapport à T1, un arrosage sur deux n'est pas effectué (rationnement)
T0 : pas d'arrosage
En dehors de cette période, les arrosages sont uniformes.

L'essai a été réalisé sur la parcelle industrielle B1-155 et porte sur une culture de début de campagne (novembre) de variété Co449 en 2e et 3e repousse.

2 - PRESENTATION DES RESULTATS

Chacune des 2 récoltes a fait l'objet d'un compte rendu (CR) détaillé auquel on se reportera pour plus de précisions concernant les conditions expérimentales, les résultats de récolte, les observations et des commentaires spécifiques.

Les rendements obtenus en 90 ont été un peu supérieurs à ceux de 89, notamment en sucre (+1,0 tSE/ha). Cette augmentation s'accorde avec l'amélioration de l'alimentation hydrique qui a résulté à la fois d'une meilleure irrigation en fin de tallage (panne en 89) et d'un accroissement de la pluie efficace (+125 mm). Par contre le sevrage pratiqué en 90 (aucun en 89) a donné des cannes moins hydratées mais un peu plus riches, d'où une hausse des rendements moins élevé en canne qu'en sucre. Cette évolution des rendements en rapport avec l'eau (étudiée dans l'annexe 1 du CR 90) est illustrée par la figure A.

Malgré ces légères différences, les conditions de culture et les résultats apparaissent être suffisamment semblables pour permettre le regroupement des 2 années. Les données essentielles sont rassemblées dans le tableau .

3 - COMMENTAIRES ET CONCLUSIONS

31 - Efficience de l'irrigation par rapport au témoin non irrigué :

- Sur T1, les arrosages réguliers ont permis d'importantes augmentations de rendements : + 32 tC/ha et + 3,7 tSE/ha.

Ceci montre bien que l'arrosage entre mars et juin sur les cultures

en cannaison est, à Ferké 1, un facteur essentiel pour l'obtention de hauts rendements.

L'eau ainsi apportée a été bien valorisée puisque les efficiences obtenues au cours des 2 années sont de 12,6 mm/tC/ha et 0,94 kgSE/m3 d'irrigation nette.

- Sur T1/2 l'espacement des arosages ne permet pas d'atteindre des rendements aussi élevés que sur T1, cependant, le gain est très net : +22 tC/ha et +2,8 tSE/ha.

Proportionnellement aux quantités d'arrosage, l'augmentation est plus forte que sur T1, d'où des efficiences très élevées : 8,2 mm/tC/ha et 1,59 kgSE/m3 d'apport net .

- Pour T0, non irrigué durant cette période, on constate que malgré 500 mm d'arrosage en début de cycle (mais seulement 386 mm d'efficace), les rendements sont très moyens (60 tC/ha et 7 tSE/ha) et que l'efficience globale de l'eau est sensiblement inférieure à celle des traitements irrigués en saison chaude. Ces apports ont permis d'assurer la levée et le tallage, alors que la formation des entre-noeuds usinables s'est faite après, grâces aux seules pluies. Par manque d'eau la culture n'a pu exprimer tout son potentiel de croissance au moment où il est le plus fort (formation de longs et volumineux entre-noeuds entre avril et juin - cf annexe 2 du CR 89).

32 - Efficience marginale :

Le dispositif n'a pas été conçu pour déterminer une véritable courbe de réponse à l'eau, néanmoins celle-ci s'exquisse sur la figure A où les rendements sont tracés en fonction du taux de satisfaction hydrique au 31/10 (floraison). Elle est de type parabolique à pente décroissante. Il apparaît que les apports supplémentaires au delà de T1/2 sont moins bien valorisés.

Ceci est conforme à la loi des augmentations de rendement moins que proportionnels. A un niveau de satisfaction hydrique approchant 90%, l'eau n'est plus véritablement un facteur limitant et il n'est pas étonnant que les rendements tendent à plafonner (ce sont alors d'autres facteurs limitants qui s'expriment)

Enfin, lorsque le sol est maintenu humide par des arrosages fréquents, les pertes par drainage consécutifs aux fortes pluies sont accrues ce qui réduit d'autant l'efficacité de l'irrigation.

33 - Conséquences pratiques :

Sur un périmètre irrigué, l'exploitant aura grand intérêt à irriguer en saison chaude les cultures en cannaison si les pluies sont insuffisantes, tout d'abord afin d'augmenter fortement ses rendements (intensification) et parce que c'est une période où l'arrosage est des plus efficient (profit maximum).

Bien que cet essai ne permette pas véritablement de dégager l'optimum économique, il n'est pas recommandé de viser un taux de satisfaction hydrique supérieur à 85 % car l'efficience marginale tend alors à se réduire (surtout si d'autres facteurs limitants existent).

Par contre, il semble judicieux, quitte à obtenir des rendements un peu plus faibles, de pratiquer un léger rationnement (taux de satisfaction de 70 à 80 %) qui conduira à une très forte valorisation de l'eau (aussi bien des pluies que de l'irrigation).

Pour les 2 années de l'essai, cela représente environ 200 à 300 mm d'apport net entre la mi-mars et début juin.

Tableau A : Résultats moyens des 2 années d'essais (89 et 90)

Traitement	T0	T1/2	T1	Analyse de la variance * ET	CV%	
Pluie totale mm	1246	1246	1246			
Pluie efficace mm	776	776	776			
Irrigation nette mm	504	683	902			
Irrig. efficace mm	386	553	732			
ETR au 31/10 mm	1130	1296	1475			
ETR cycle mm	1188	1355	1534			
ETR/ETM au 31/10 %	64,4	73,9	84,1			
T. Canne / ha	60,0 c	81,7 b	91,6 a	3,6	4,6	s1%
Pol %C	15,9	16,3	16,0	0,34	2,1	ns
Pureté %C	89,5	90,3	90,0	0,89	1,0	ns
Fibres %C	14,7	14,2	14,7	0,48	3,3	ns
Sucre Extr. %C	11,7	12,1	11,8	0,36	3,0	ns
T.S.E / ha	7,05 c	9,89 b	10,78 a	0,44	4,8	s1%
EFFICIENCE en mm/tC/ha						
- Globale *1	18,8	15,9	16,1			
- Irrig. nette	-	8,2	12,6			
- Ir. efficace	-	7,7	10,9			
EFFICIENCE en kg S.E./m3						
- Globale *2	0,59	0,73	0,70			
- Irrig.nette	-	1,59	0,97			
- Ir. efficace	-	1,71	1,08			

* sur 6 répétitions
ns=différences non significatives à 5%
a,b,c:test de Duncan

*1 efficience par rapport à l'ETR au 31/10
*2 " " " " " du cycle cultural

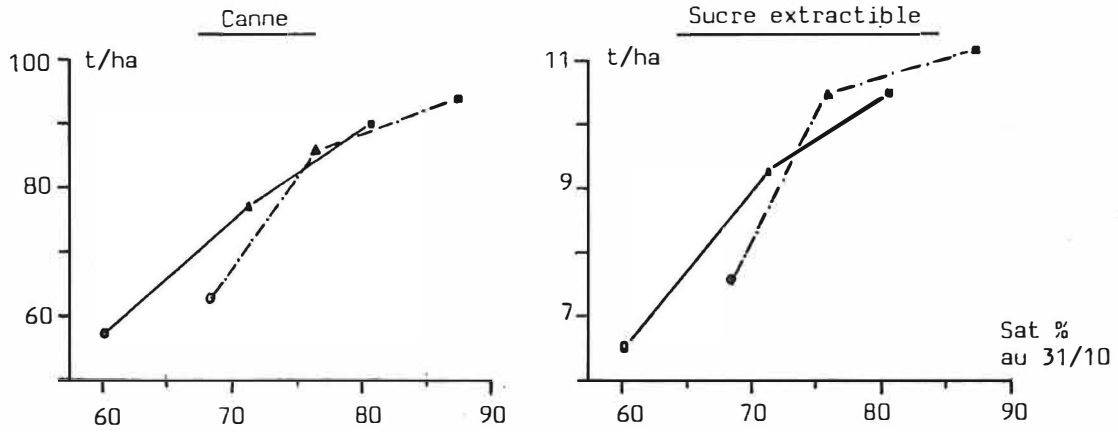


Fig. A : Rendements en canne et sucre extractible en fonction du taux de satisfaction hydrique (Sat=ETR/ETM) au 31/10, pour 89 —— et 90 —·—·
Irrigation de saison chaude : o T0 ▲ T1/2 ■ T1

EFFICIENCE DE L'IRRIGATION EN SAISON CHAUDE SUR UNE CULTURE EN CANNAISON

< Ferké 1, B1-155, récolte de 1989 >

1 - BUT, DISPOSITIF

Evaluer l'efficience de l'irrigation en saison chaude (fin mars - fin juin) sur une culture en cannaison, et apprécier les conséquences d'un rationnement des apports durant cette période où sont différenciés les 3 traitements suivants :

T1 : irrigation visant à satisfaire les besoins en eau de la culture ; ETM supposée égale à l'évaporation du bac classe A
T1/2 : par rapport à T1, un arrosage sur deux n'est pas effectué
T0 : arrêt des arrosages

En dehors de cette période, les arrosages sont uniformes.

L'essai a été réalisé sur la parcelle industrielle B1-155 :
variété Co449, seconde repousse
début de cycle : 25/11/88 récolte : 21/11/89

Dispositif en blocs de Fischer à 7 répétitions. Chaque traitement correspond à une maille du réseau d'irrigation par aspersion (19mX18m). L'arrosage apporte une dose nette de 42mm à 38mm (le jour). D'autres précisions concernant les conditions de culture et le climat sont données dans l'annexe 3 .

2 - ALIMENTATION HYDRIQUE

Le taux de satisfaction hydrique (sat) déterminé par bilan hydrique simulé (Tab 1, Fig 1) permet d'apprécier les conditions d'alimentation en eau par les pluies et les arrosages sur chaque traitement.

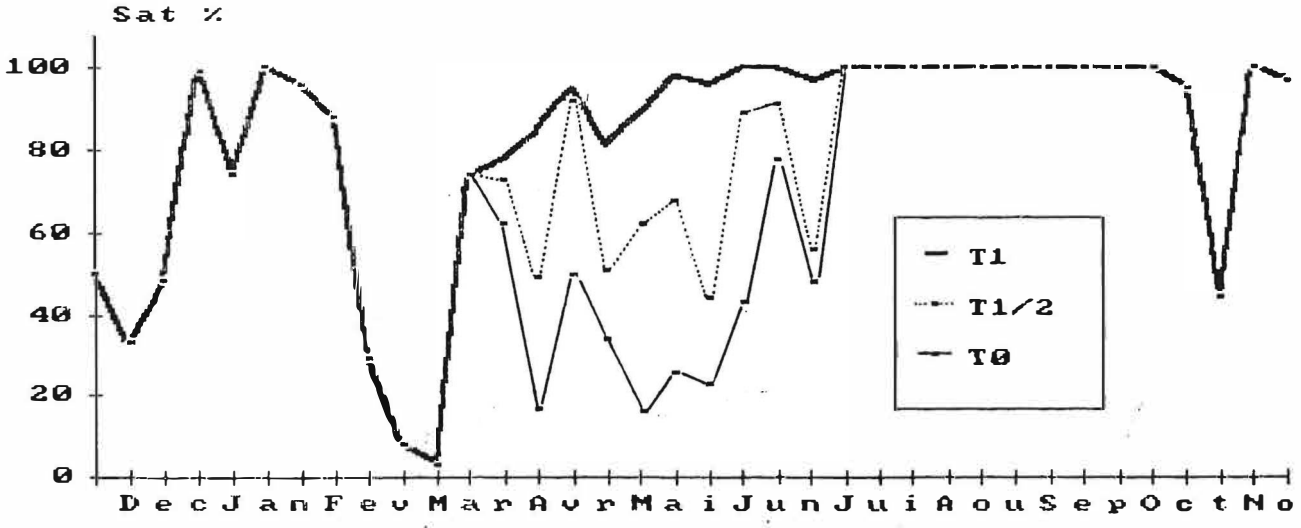


Figure 1 : Taux de satisfaction hydrique (ETR/ETM %)

Tableau 1 : FERKE 1 / Parcelle B1-155 / 1989

Efficience de l'irrigation en saison chaude (fin-mars , mi-juin)

Variété : C0449 , r2 Cycle : 25/11/88 au 21/11/89

Traitement (Ecart)		TO	T1/2	(-TO)	T1	(-TO)
IRRIGATION	Dose nette (mm) Déc	84	84		84	
	Janv	210	210		210	
	Fev	0	0		0	
	Mars	84	122		122	
	Avril	0	38		114	
	Mai	0	76		190	
	Juin	0	38		76	
	Oct	42	42		42	
	Nov	126	126		126	
	Total	546	736	(+190)	964	(+418)
BILAN EAU	Pluie totale (mm)	1425	1425		1425	
	Pluie efficace (mm)	714	714		714	
	Irrigation efficace (mm)	409	598		762	
	ETR * (mm)	1042	1231	(+189)	1395	(+353)
	ETM * (mm)	1727	1727		1727	
	ETR/ETM * (%)	60,3	71,3	(+11,0)	80,8	(+20,5)
	ETR/ETM 01/04 - 30/06(%)	35,2	65,8	(+30,6)	92,8	(+57,6)
RECOLTE	Tonnes Cannes / ha	57,5	77,2	(+19,7)	89,9	(+32,4)
	Richesse Pol%C	15,5	16,1		15,7	
	Pureté jus (%)	89,5	90,6		90,3	
	Fibres (%C)	14,1	13,8		14,1	
	Sucre Extractible (%)	11,4	12,0		11,7	
	Tonnes Sucre Extr. /ha	6,53	9,28	(+2,75)	10,49	(+3,96)
EFFICIENCE	en Canne (mm/tC/ha)					
	- globale ETR *	18,1	15,9		15,5	
	- irrigation nette		9,6		12,9	
	- irrigation efficace		9,6		10,9	
	en Sucre (kgSE/m3)					
	- globale ETR cycle	0,57	0,70		0,70	
	- irrigation nette		1,45		0,95	
	- irrigation efficace		1,46		1,12	

* jusqu'au 31/10/89

Au cours de la période d'irrigation différenciée, l'irrigation conduite sur la base d'un bilan hydrique manuel a été bien maîtrisée. T1 a alors bénéficié de très bonnes conditions hydriques (sat = 93%), tandis que T0 subissait un fort déficit (sat = 35%), principalement en mai. T1/2 se trouve en situation intermédiaire (sat = 66%) mais n'a pas eu à subir de stress pouvant entrainer un dessèchement radical du feuillage.

Avant cette période, on relève que la culture a été sur-arrosée en janvier, ce qui a pu conduire à des pertes par percolation d'eau (évaluées à 70mm pour un sol de 70mm de RU) et d'éléments fertilisants (période d'application de l'urée et du KCl). Les irrigations ont ensuite été interrompues pendant un mois (!), ce qui a contrarié le développement végétatif et provoqué un début de dépérissement.

Après la saison des pluies, en avant-coupe, les arrosages ont également été trop rapprochés (2 tours d'eau en trop); la culture n'a pas été sevrée.

3 - RESULTATS AGRONOMIQUES

31 - Récolte :

Le bloc 1 a été écarté pour les raisons exposées dans l'annexe 1. Les moyennes données dans le tableau 1 et les analyses de variance ci-après sont donc établies sur 6 blocs.

	Pol %C	Fibr %C	SE %C	tC/ha	tSE/ha
Moyenne	15.8	14.0	11.7	74.9	8.76
Ecart-type (CV%)	.52 (3.3)	.68 (4.9)	.48 (4.1)	4.5 (6.0)	.53 (6.1)
Effet - Trait.	ns	ns	ns	s 1%	s 1%
- Bloc	ns	ns	ns	s 1%	s 1%
Test de DUNCAN (5%)		T1	11.7	89.9 a	10.49 a
		T1/2	12.0	77.2 b	9.28 b
		T0	11.4	57.5 c	6.53 c

Sur le plan des qualités technologiques (y compris pureté et fibres), les différents régimes d'arrosage en saison chaude n'ont pas entrainé des différences significatives à la récolte. Malgré l'absence de sevrage, les cannes sont riches en sucre et présentent toutes une bonne pureté.

Les rendements sont relativement corrects en poids de tige (compte-tenu de la variété et du stress hydrique de février-mars) et bons en sucre extractible.

L'essai montre avec une bonne précision que l'irrigation de saison chaude a produit des surcroîts de rendement importants entre T1 et T0, atteignant 32,4 tC/ha et 3,96 tSE/ha, et aussi entre T1/2 et T1 puisque les différences de 12,7 tC/ha et 1,21 tSE/ha sont également significatives.

32 - Suivi de la croissance :

Les mesures effectuées sur T1 et T0, présentées plus en détail dans l'annexe 2, montrent notamment :

- qu'à la mi-juin les cannes ont déjà acquis 62% de leur volume final usinable sur T1, contre 31% sur T0. En longueur la différence est de 90 cm, avec 2,5 entre-noeuds en plus sur T1. La productivité depuis la fin mars est évaluée à 9 mm d'ETR/tC/ha.

- qu'entre la mi-juin et la mi-juillet, la croissance est pratiquement identique sur les 2 traitements. On enregistre alors une forte diminution de la taille des entre-noeuds formés sur T1.

- qu'après la mi-juillet, les cannes ayant subi un retard de croissance en avril-mai pour cause de stress hydrique (T0) ont plus grandi (+30 cm) et produit 2 entre-noeuds usinables de plus que les cannes irriguées de T1 (phénomène de rattrapage) .

- qu'à la récolte les tiges usinables sur T1 sont nettement plus longues (+60 cm) et surtout plus lourdes (gros entre-noeuds à la base) que celles de T0 qui ont malgré tout bien poussé.

4 - EFFICIENCE DE L'IRRIGATION

41 - Irrigation efficace :

Les arrosages ont été abondants mais tous ces apports n'ont pas été efficaces, c'est à dire évapotranspirés par la culture. La différence entre l'irrigation efficace (calculée à partir du bilan hydrique simulé) et la dose nette apportée (Tab 1) représente les pertes dues aux sur-arrosages (déjà évoquées en 2) additionnées du stock d'eau du sol à la récolte. Elle est importante sur T0 (137 mm, soit 25% des apports) et aurait pu être évitée par un meilleur pilotage des irrigations.

Sur T1/2, elle est identique, ce qui signifie que les arrosages en saison chaude ont été entièrement valorisés.

Sur T1, elle est augmentée de 65 mm. Une partie de l'eau apportée en plus sur T1 par rapport à T1/2 n'a donc pu être valorisée du fait des pluies tombées sur un sol déja bien humide (drainage en juin).

42 - Efficience de l'irrigation sur T1 :

L'irrigation intensive en saison chaude a permis un fort accroissement des rendements avec une bonne efficience : 1,12 kgSE/m3 d'apport efficace (10,9 mm/tC/ha) et 0,95 kgSE/m3 d'apport net.

A cette période de l'année l'eau apparaît être nettement mieux valorisée qu'en moyenne sur le cycle cultural (0,75 kgSE/m3 évapo-ranspiré). Sans l'interruption des irrigations en février, le rendement et ces efficiences auraient probablement encore été meilleurs (cf. commentaires de l'annexe 2).

42 - Efficience de l'irrigation sur T1/2 :

Moins irrigué que T1, le traitement T1/2 a aussi moins produit. L'efficience calculée par différence avec T0 apparaît un peu plus forte que pour T1 lorsqu'on se réfère au rendement en canne et à l'irrigation efficace (9,6 mm/tC/ha) et sensiblement meilleure par rapport à l'irrigation nette du fait qu'ici toute l'eau apportée a pu être utilisée .

5 - CONCLUSIONS

Cet essai montre, avec une bonne précision, la forte efficience de l'irrigation en saison chaude (fin mars - fin juin) sur une culture en cannaison (variété C0449) :

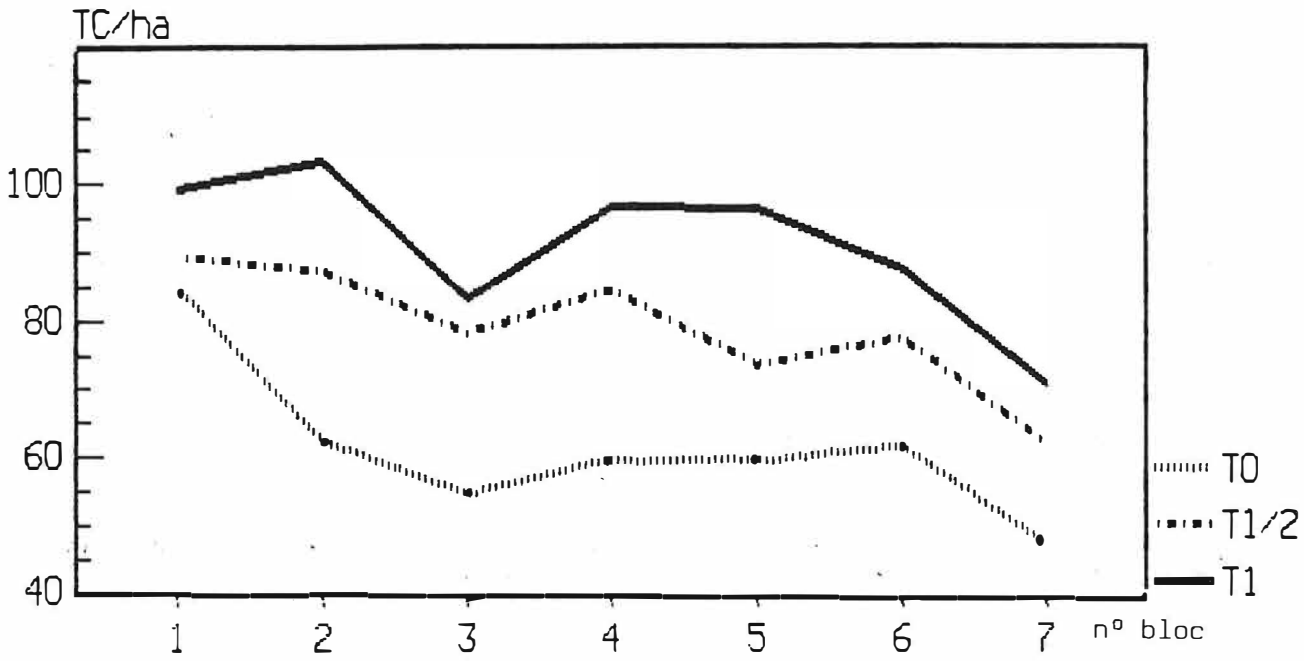
10 à 12 mm/tC/ha et 1,0 à 1,4 kgSE/m3

Le traitement le plus arrosé (ETR=93% de l'Ev.bac A) a le plus produit (90 tC/ha et 10,5 tSE/ha), dépassant le témoin non irrigué de 32 tC et 4,0 tSE par ha. Des arrosages suffisants et les conditions climatiques favorables de cette saison ont permis la formation de longs et volumineux entre-noeuds.

Le témoin non arrosé durant cette période (57 tC et 6,5 tSE /ha) a néanmoins bien passé la sécheresse d'avril-mai (ETR=35% de l'Ev.bac) et a par la suite bien valorisé les pluies, produisant même après la mi-juillet 2 entre-noeuds usinables de plus que les cannes irriguées ("rattrapage"), sans accuser une baisse de qualité à la récolte.

Enfin, le traitement intermédiaire (ETR=66% de l'Ev.bac A) a donné un rendement intermédiaire (77 tC et 9,3 tSE /ha) mais avec une meilleure efficience de l'irrigation car l'espacement des arrosages a permis une valorisation totale de l'eau, sans perte par drainage à l'arrivée des pluies comme cela a été le cas pour le traitement le plus arrosé.

RENDEMENTS CANNE PAR BLOC



Les blocs ainsi que les lignes de canne sont disposés perpendiculairement à la pente principale qui est relativement forte. Cette pente entraine un léger gradient d'arrosage en faveur des blocs situés en bas (pression plus élevée).

Sur le bloc 7 situé au sommet de la colline, tous les traitements ont été pénalisés par un sol moins favorable (plus gravillonaire et induré vers 60 cm) et les écarts de rendement s'en trouvent également réduits (interaction blocs-traitements; sur les sols les moins favorables le supplément de production est plus faible et l'irrigation moins efficiente).

Sur le bloc 1 situé le plus en bas, le rendement obtenu sur T0 (85 TC/ha) est nettement plus élevé que sur le reste de l'essai, pour des raisons mal élucidées. Il constitue, à notre avis, un résultat exceptionnel et ne reflète pas le potentiel ordinaire de cette variété dans les conditions hydriques du traitement .

Que ce bloc soit pris en compte ou non ne change pas beaucoup le résultat d'ensemble de l'essai, mais les différences entre traitements sont légèrement accrues en ne le comptant pas .

		T0	T1/2 (T1/2-T0)	T1 (T1-T0)
TC/ha	sur 7 blocs :	61.4	78.9 (+17.5)	91.2 (+29.8)
	sur 6 blocs :	57.5	77.2 (+19.7)	89.9 (+32.4)
TSE/ha	sur 7 blocs :	6.94	9.37 (+2.43)	10.68 (+3.74)
	sur 6 blocs :	6.53	9.28 (+2.75)	10.49 (+3.96)

SUIVI DE LA CROISSANCE

DEBUT DE LA CANNAISON

Au début de février, la végétation était belle et l'on pouvait s'attendre à un départ en cannaison dès la fin du mois. L'interruption des arrosages jusqu'au 10 mars a eu pour conséquences un arrêt du développement puis un net dépérissement de la culture (jaunissement). Finalement la cannaison n'a véritablement commencé qu'à la fin mars, alors que débute l'irrigation différenciée.

FORMATION DE LA TIGE USINABLE

Le marquage à l'aide d'une épingle, à 3 dates successives, du dernier entre-noeud [E.N] formé sur une trentaine de tiges réparties sur les blocs 2 et 5, permet de suivre comparativement la croissance et la formation de la tige usinable sur T1 et T0. Toutefois les résultats présentés ci-après anticipent un peu la réalité (5 à 6 jours environ pour la longueur et le double pour le volume) car ils incluent un E.N qui n'avait pas encore sa taille définitive au dates indiquées.

Date	Longueur (cm)			Entre-noeuds			Volume (cm3)		
	T1	T0	d*	T1	T0	d*	T1	T0	d*
Croissance depuis l'observation précédente									
22 avril	53,3	21,6	s	3,82	3,11	s	304	107	s
05 juin	87,8	30,5	s	5,14	3,44	s	456	154	s
19 juillet	59,4	56,6	ns	4,54	4,67	ns	274	272	ns
Récolte	52,1	81,6	s	3,61	5,70	s	185	302	s
Tige formée (cumul)									
22 avril	53,3	21,6		3,82	3,11		304	107	
05 juin	141,1	52,1		8,96	6,55		760	261	
19 juillet	200,5	108,7		13,50	11,22		1034	533	
Récolte	252,6	190,3	s	17,11	16,93	ns	1219	835	

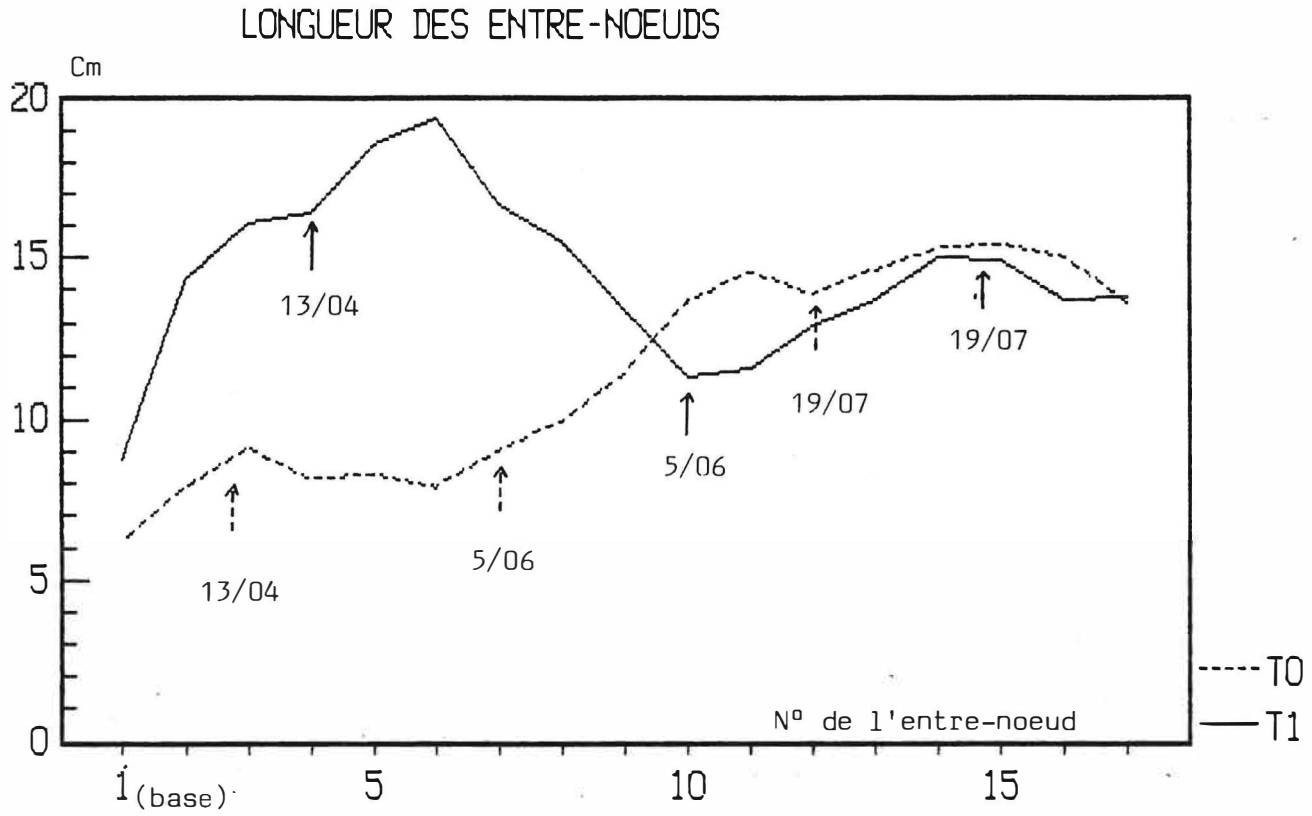
d* : s = différence significative (seuil 1%); ns = non significative

Toutes les tiges suivies sur T1 sont entrées en floraison, mais pour 43% l'inflorescence n'est pas sortie (pourriture). Sur T0 la majorité (90%) a également fleuri.

COMMENTAIRES

- Formation des entre-noeuds et satisfaction hydrique :

Le fort stress hydrique subi par T0 en avril et mai a eu pour conséquence une sévère réduction de la longueur des E.N (Fig A1), qui en outre sont formés en moins grand nombre. Ainsi, du 22 avril au 5 juin, la formation d'un E.N a pris 12,8 jours sur T0 contre 8,6 jours sur T1. On note aussi sur T0 que le diamètre des E.N est alors très irrégulier (Fig A2).



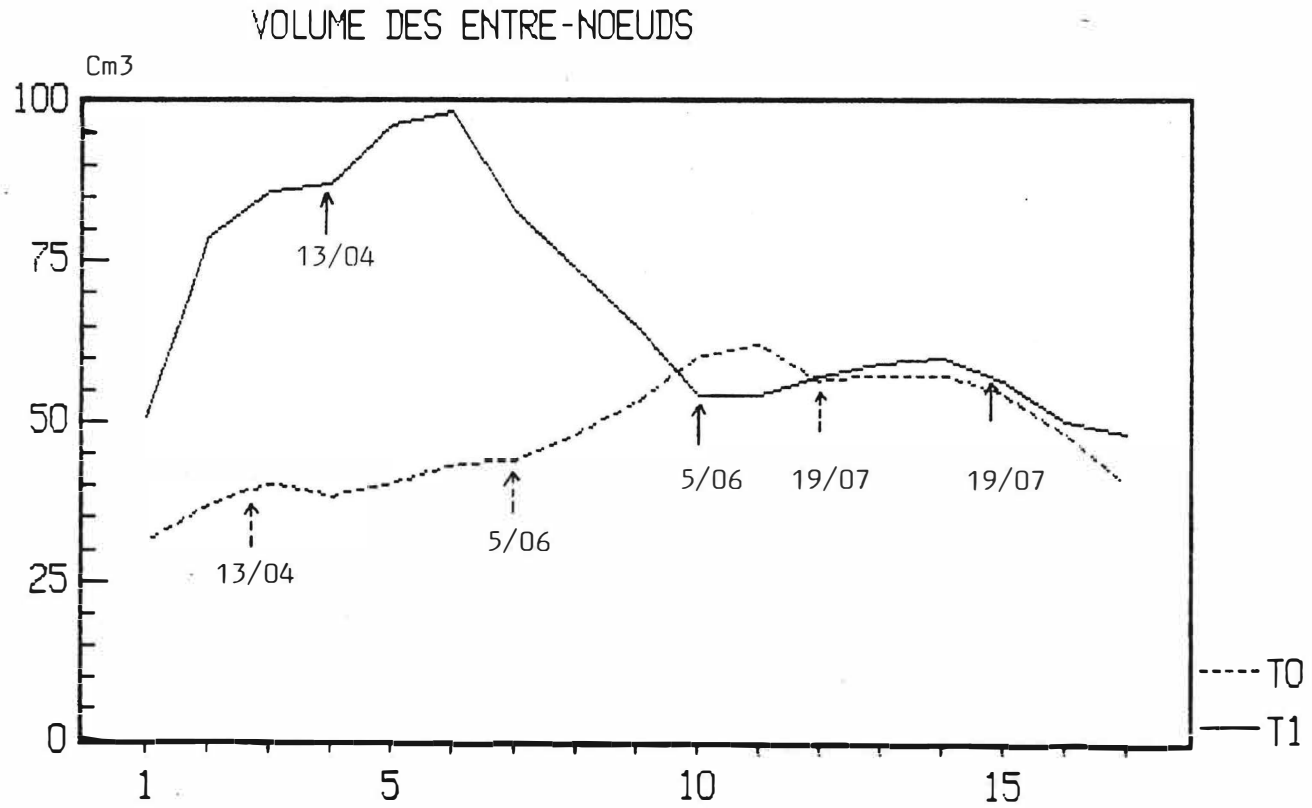
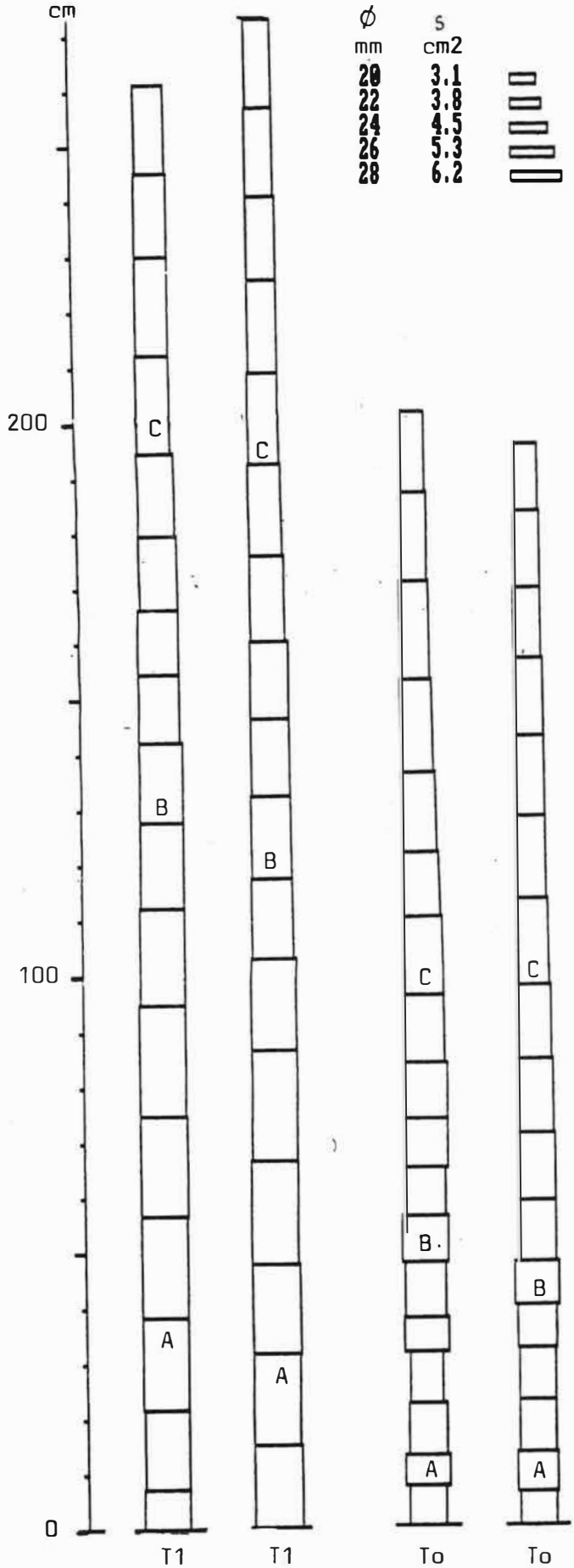


Fig. A1 : Longueur et volume des entre-noeuds successifs sur T1 et TO (valeurs moyennes établies sur 10 tiges synchronisées)

↑ Entre-noeuds en fin d'élongation (n° 5) aux dates indiquées

Fig. A 2 : Morphologie de 2 tiges réelles "moyennes" de T1 et To



A, B, C : entre-noeuds en élongation aux dates suivantes :

A = 13 Avril 89

B = 5 Juin 89

C = 19 Juillet 89

A partir de juin, grâce aux pluies, le rythme de formation des E.N sur T0 redevient comparable à celui de T1, leur taille s'accroît progressivement et rejoint celle notée sur T1 vers la mi-juillet (reconstitution du feuillage).

Après la mi-juillet, les cannes de T0 ont formé, avant de développer leur hampe florale), 2 E.N usinables de plus, si bien qu'à la récolte le nombre d'E.N usinables est finalement identique sur les 2 traitements.

Sur T1 on note que les E.N formés en juin et plus encore en juillet sont nettement plus petits que ceux d'avril-mai (Fig A1) sans que cela puisse être attribué à une alimentation hydrique insuffisante. Les conditions climatiques de température et d' ensoleillement, qui deviennent brutalement moins favorables avec l'installation de la saison pluvieuse (cf annexe 3), pourraient en être une des causes, en plus du viellissement des tiges. Cette réduction se retrouve également au niveau de la longueur des gaines, comme l'illustre la figure A3 où l'on peut aussi observer la forte diminution engendrée sur T0 par la sécheresse.

- Bilan de la croissance à la mi-juin :

		T1	T0	T1-T0	(T1-T0)/T1
Longueur de tige	cm :	141	52	89	-63 %
Volume de tige	cm3 :	760	261	499	-66 %
ETR (21/03 au 10/06)	mm :	518	199	319	-62 %
ETR/ETM (sat)	% :	90	34		

A la mi-juin les cannes irriguées ont déjà formé 62% de leur volume final contre 31% pour T0. En valeur absolue, la différence est importante (89cm en longueur) et représenterait, en faisant l'hypothèse qu'il existe une proportionnalité entre la croissance des tiges échantillonnées et l'élaboration du rendement moyen, environ 38 tC/ha (57 tC/ha sur T1 contre 19 sur T0).

On note que la perte de croissance de T0 par rapport à T1 est du même ordre de grandeur que la baisse de la consommation d'eau (ETR).

Sur T1, il a fallu 9,1 mm d'ETR pour produire 1 tC/ha.

Il apparaît que les cannes sur T0 ont relativement bien supporté la sécheresse d'avril et mai puisqu'avec peu d'eau elles ont survécu et bien récupéré à l'arrivée des pluies, et ont même réussi à grandir. Paradoxalement, l'arrêt de l'irrigation en février a pu jouer un rôle favorable, car il a obligé la canne à s'adapter à de faibles disponibilités en eau. La surface foliaire est restée faible jusqu'en juillet (petites feuilles dressées couvrant peu l'interligne) limitant ainsi la transpiration (la figure A4, qui ne repose pas sur des mesures, illustre ce propos). Ces feuilles sont restées fonctionnelles et ont permis aux tiges entrées en cannaison de former de petits entre-noeuds malgré la sécheresse.

Pour T1 par contre, le stress hydrique de février a probablement été pénalisant car la culture, retardée dans son développement (Fig A4), n'était pas en mesure de valoriser toute l'eau apportée au début de la

Fig. A3 : Longueur de la gaine portant le dernier ochréa apparu, à 3 dates, sur T1 et T0, pour les blocs 5 et 2

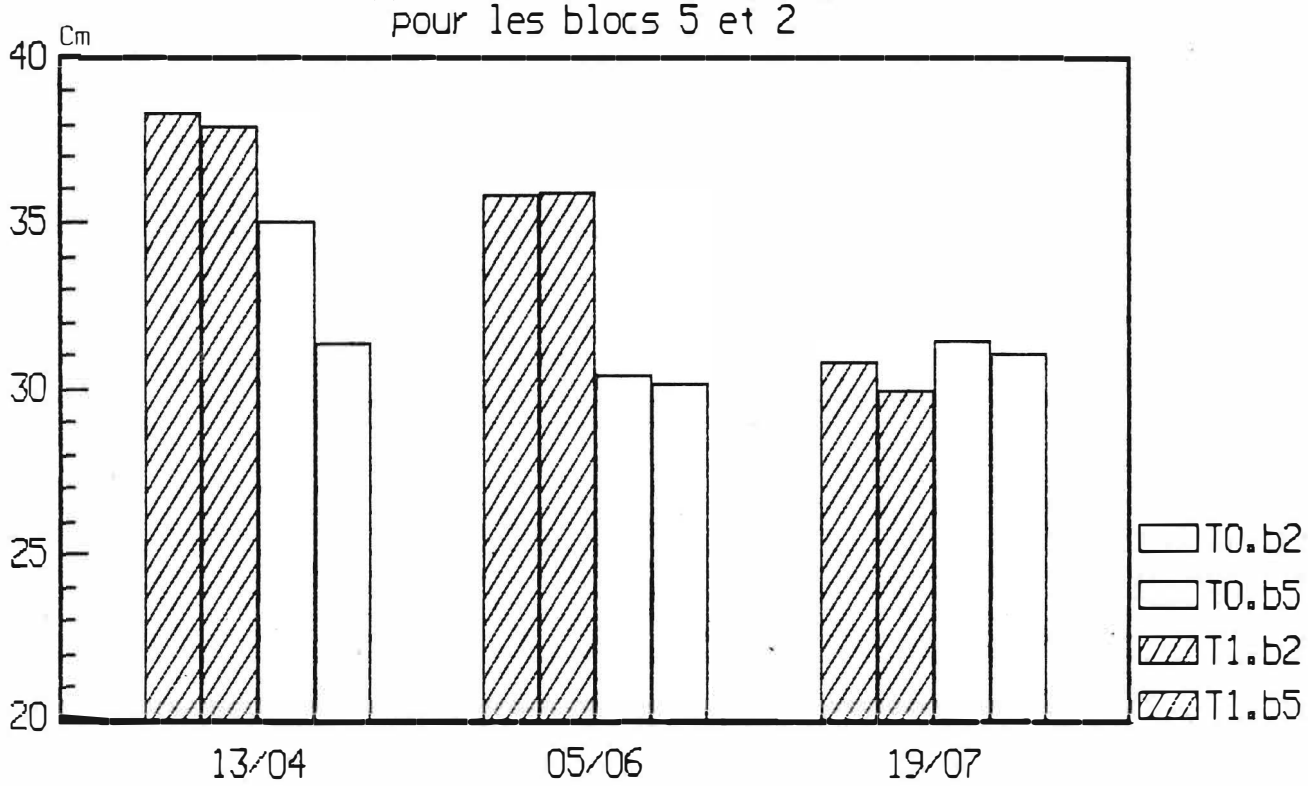
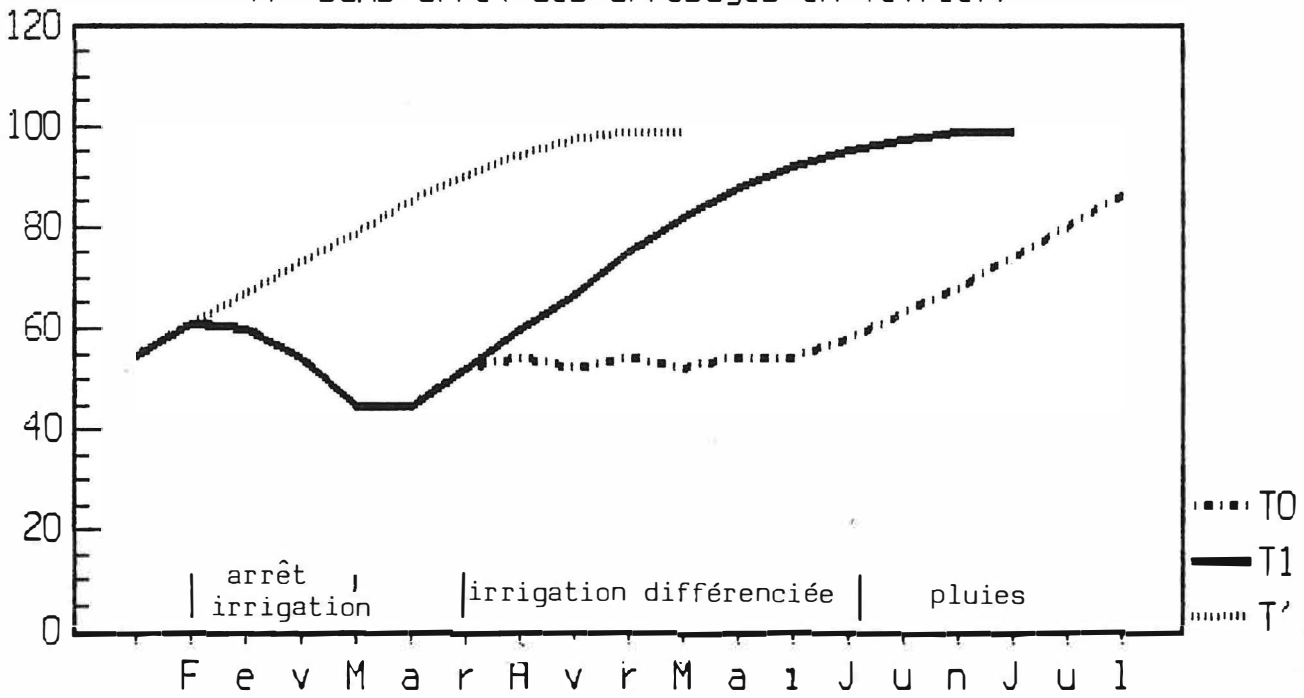


Fig. A4 : Evolution supposée de la couverture du sol par la culture sur T1 et T0 (T' sans arret des arrosages en fevrier)



période d'irrigation différenciée .

- Croissance en saison des pluies :

Globalement, entre la mi-juin et la mi-juillet, les croissances des tiges suivies sur T1 et sur T0 sont pratiquement identiques.

Après la fin juillet, les cannes de T0 ont plus grandi (+30 cm, ce qui équivaudrait à +7 tC/ha), valorisant ainsi mieux la pluie d'aout et septembre.

L'arrivée des pluies n'a pas entrainé l'émission d'une nouvelle génération de talles ou de babas sur T0, bien que la couverture du sol était encore incomplète. Ce sont des talles ayant passé la sécheresse d'avril-mai qui ont formé l'essentiel de la récolte.

- Remarque : Les tiges échantillonnées font parti des plus précoces et des plus grosses; on retrouve néanmoins à la récolte une assez bonne proportionnalité entre le rapport du poids des tiges de T1 et T0 (T0 = 68% de T1) et le rapport des rendements moyens sur ces 2 traitements (T0 = 67% de T1 en moyenne et 61% pour les 2 blocs échantillonnés).

CONDITIONS CLIMATIQUES

	Températures Maxi	Mini	Insolation (h)	Ev bac A (mm)	Pluie (mm)
Nov 88	33.8	18.7	209	151	31
Déc	33.1	13.4	214	185	0
Jan 89	34.0	12.7	225	237	0
Fév	35.8	16.5	170	236	0
Mar	36.0	20.2	234	238	31
Avr	36.0	22.4	228	220	72
Mai	34.9	21.8	262	208	48
Jun	31.7	20.9	199	161	105
Jul	30.3	20.6	150	129	318
Aou	30.3	21.0	140	131	413
Sep	31.1	20.4	140	109	340
Oct	32.8	20.4	211	158	75

CONDITIONS DE CULTURE

- Dose d'arrosage :

Avant la période d'irrigation différenciée, irrigation industrielle jour et nuit : dose nette = 42 mm

Au cours de la période d'irrigation différenciée, l'arrosage est fait uniquement le jour avec une pression limitée à 3,5 bar :

dose brute = 47 mm (mesurée au compteur)
efficence = 80 % (de jour)
dose nette = 38 mm

- Fertilisation :

N = 115 (Urée), le 12/01/89
P205 = 0 ; en vierge (11/86), phosphate naturel = 1,2 t
K20 = 180 (KCl), le 10/01/89

- Sols :

EFFICIENCE DE L'IRRIGATION EN SAISON CHAUDE SUR UNE CULTURE EN CANNAISON

< Ferké 1, B1-155, récolte de 1990 >

1 - BUT, DISPOSITIF

Evaluer l'efficience de l'irrigation en saison chaude sur une culture en cannaison, et apprécier les conséquences d'un rationnement des apports durant cette période. Du début mars à début juin les 3 traitements suivants ont été différenciés :

T1 : irrigation visant à satisfaire les besoins en eau de la culture ; ETM supposée égale à l'évaporation du bac classe A
T1/2 : par rapport à T1, un arrosage sur deux n'est pas effectué
T0 : arrêt des arrosages

En dehors de cette période les arrosages ont été uniformes.

L'essai a été réalisé sur la parcelle industrielle B1-155 :
variété Co449, 3ième repousse
coupe : 21/11/89 brûlage : 3/12/90 récolte : 5/12/90

Dispositif en blocs de Fisher à 7 répétitions. Chaque traitement correspond à une maille du réseau d'irrigation par aspersion (19mX18m, dose nette 42mm). D'autres précisions concernant les conditions de culture et le climat sont données dans l'annexe 2 .

2 - ALIMENTATION HYDRIQUE

Le taux de satisfaction hydrique (sat) déterminé par bilan hydrique simulé (Tab. 1, Fig.1) permet d'apprécier les conditions d'alimentation en eau par les pluies et les arrosages sur chaque traitement.

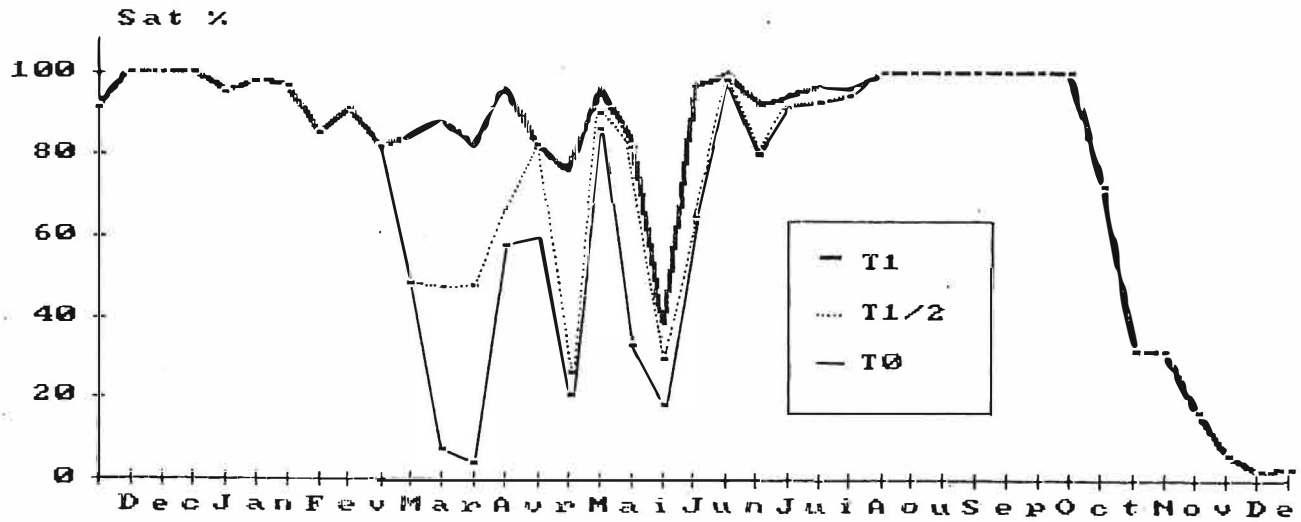


Figure 1 : Taux de satisfaction hydrique (ETR/ETM %)

Tableau 1

FERKE 1 / Parcelle B1-155

Efficience de l'irrigation en saison chaude (mars - mai)

Variété : C0449 , r3 Cycle : 21/11/89 au 04/12/90

Traitement (Ecart)		T0	T1/2	(-T0)	T1	(-T0)
IRRIGATION	Dose nette (mm) Nov	42	42		42	
	Dec	168	168		168	
	Janv	126	126		126	
	Fev	126	126		126	
	Mars	0	84		210	
	Avril	0	42		84	
	Mai	0	42		42	
	Juin	0	0		0	
	Nov	0	0		0	
	Total	462	630	(+168)	840	(+378)
BILAN EAU	Pluie totale (mm)	1068	1068		1068	
	Pluie efficace (mm)	839	839		839	
	Irrigation efficace (mm)	364	509		702	
	ETR * (mm)	1218	1362	(+145)	1556	(+338)
	ETM * (mm)	1780	1780		1780	
	ETR/ETM * (%)	68,4	76,5	(+8,1)	87,4	(+19,0)
	ETR/ETM 01/04 - 30/06(%)	34,4	56,1		80,9	
RECOLTE	Tonnes Cannes / ha	62,4	85,7	(+23,3)	93,8	(+31,4)
	Richesse Pol%C	16,5	16,5		16,2	
	Pureté jus (%)	89,7	90,2		89,6	
	Sucre Extractible (%)	12,1	12,2		11,9	
	Tonnes Sucre Extr. /ha	7,59	10,50	(+2,91)	11,14	(+3,55)
EFFICIENCE	en Canne (mm/tC/ha)					
	- globale ETR *	19,5	15,9		16,6	
	- irrigation nette		7,2		12,0	
	- irrigation efficace		6,2		10,8	
	en Sucre (kgSE/m3)					
	- globale ETR cycle	0,61	0,76		0,71	
	- irrigation nette		1,73		0,94	
	- irrigation efficace		2,01		1,05	

* jusqu'au 31/10/90

Au cours de la période d'irrigation différenciée, l'arrosage conduit sur la base d'un bilan hydrique manuel a été assez bien maîtrisé. Bien qu'il ait manqué un tour d'eau en mai, T1 a alors bénéficié de conditions hydriques correctes (sat = 81%), tandis que T0 subissait un fort déficit (sat = 34%), principalement en mars alors qu'en avril-mai les pluies ont été relativement abondantes (205 mm). T1/2 se trouve en situation intermédiaire (sat = 56%) mais n'a pas eu à subir de stress prolongé.

Avant cette période, on relève que la culture a été sur-arrosée en décembre, ce qui a pu conduire à des pertes par percolation (évaluées à 95 mm pour un sol de 70 mm de RU). Après le 1er juin les pluies ont été suffisantes mais sans excès important en aout-septem-bre. Après la saison des pluies, en avant-coupe, il n'y a pas eu d'arrosage. Le sevrage commencé fin octobre a duré environ 40 jours. A la récolte, un léger dessèchement des cannes était perceptible.

3 - RESULTATS AGRONOMIQUES

31 - Récolte :

Les moyennes données dans le tableau 1 et les analyses de variance ci-après portent sur les 7 blocs .

	Pol %C	Fibr %C	SE %C	TC/ha	TSE/ha
Moyenne	16.4	15.1	12.1	80.6	9.74
Ecart-type (CV%)	.38 (2.3)	.51 (3.4)	.40 (3.3)	6.7 (8.3)	.87 (9.0)
Effet - Traitement	ns	s 5%	ns	s 1%	s 1%
- Bloc	ns	ns	ns	s 1%	s 1%
	T1	15.3 a	12.1	93.8 a	11.14 a
(test de DUNCAN 5%)	T1/2	14.6 b	12.2	85.7 b	10.50 a
	T0	15.3 a	11.9	62.4 c	7.59 b

Sur le plan des qualités technologiques (y compris la pureté), les différents régimes d'arrosage en saison chaude n'ont pas entrainé des différences significatives à la récolte. La fibre fait exception sans raison apparente. Les cannes sont très riches en sucre et présentent toutes une bonne pureté (90%).

Les rendements sont plutôt élevés pour une 3ieme repousse de Co449, particulièrement en sucre extractible.

L'essai montre avec une précision correcte que l'irrigation de saison chaude a produit des surcroîts de rendement importants atteignant 31 tC/ha et 3,6 tSE/ha entre T0 et T1.

Entre T1/2 et T1 par contre les différences sont plus faibles (8 tC/ha) et non significatives en sucre (0,64 tSE/ha).

On note toutefois un effet bloc important qui reflète l'hétérogénéité du terrain et montre la forte influence du sol sur la production de canne.

Des dégats d'agoutis ont été observés en mars-avril sur certaines micro-parcelles, particulièrement sur T1 (plus précoce) et il n'est pas impossible que ceux-ci aient un peu amoindri les résultats de ce traitement. Inversement les rendements sur T1/2 paraissent forts comparativement aux résultats de l'année 89 et au regard des irrigations pratiquées

(pour plus de détails se référer à l'annexe 1 qui traitre de ces évolutions de rendement).

4 - EFFICIENCE DE L'IRRIGATION

41 - Irrigation efficace :

Les arrosages pratiqués en saison chaude ont dans l'ensemble été efficaces à l'exception de celui du 4 avril qui a été suivi par une pluie de 59 mm, d'où un perte par drainage évaluée à 32 mm sur T1 et 23 mm sur T1/2.

42 - Efficience de l'irrigation sur T1 :

L'irrigation de mars à mai (378 mm) a permis un fort accroissement des rendements avec une bonne efficience : 1,05 kgSE/m3 d'apport efficace (10,8 mm/tC/ha) et 0,94 kgSE/m3 d'apport net (12,0 mm/tC/ha).Ces valeurs sont pratiquement identiques à celles de 89.

A cette période de l'année l'eau apparaît être nettement mieux valorisée qu'en moyenne sur le cycle cultural (0,71 kgSE/m3 d'ETR et 16,6 mm/tC/ha)

42 - Efficience de l'irrigation sur T1/2 :

Moins irrigué que T1, le traitement T1/2 a aussi moins produit. Par contre l'augmentation de rendement par rapport à T0 est, proportionnellement aux irrigations enregistrées, nettement plus forte. Ceci se traduit par des ratios très élevés de 2,01 kgSE/m3 d'ETR et de 6,2 mm/tC/ha. Ces valeurs exceptionnelles et nettement supérieures à celles de 89 sont quelque peu suprenantes (n'y aurait-il pas eu par erreur un tour d'eau en plus ?)

Sur ces bases, les 210 mm d'apports supplémentaires comptabilisés sur T1 par rapport à T1/2 apparaissent avoir été très mal valorisé (26 mm/tC/ha). Remarquons qu'ils ont en grande partie eu lieu en mars (mois très chaud, tout début de la cannaison).

5 - CONCLUSIONS

Les arrosages pratiqués de mars à fin mai ont produit d'importants gains de rendement s'élevant à 31 tC/ha et 3,6tSE/ha sur le traitement le plus arrosé (T1, +378 mm) avec une bonne efficience de l'irrigation : 12 mm/tC/ha et 0,94 kgSE/m3 . Ces résultats sont très proches de ceux obtenus en 89.

Sur le traitement en partie rationné (T1/2, +168 mm) les rendements sont un peu plus faibles mais donnent de efficiences très élevées de 7,2 mm/tC/ha et 1,73 kgSE/m3.

Ces valeurs peuvent sembler anormalement fortes; quoiqu'il en soit montrent qu'un rationnement des arrosages (ici réalisé en espaçant les tours d'eau) permet une meilleure valorisation de l'eau par la culture (à la fois des irrigations et des premières pluies).

En l'absence d'arrosage en saison chaude les rendements restent moyens (62 tC/ha et 7,6 tSE/ha) malgré les 460 mm d'arrosage en début de cycle et une pluviométrie assez favorable (sauf en mars).

Evolution des rendements de 89 à 90, rapport avec l'alimentation hydrique

COMPARAISON DES RENDEMNENTS

Le bloc 1 dont les résultats avaient été écartés en 89, a été abandonné et remplacé par le bloc 8 situé sur la colline. Les rendements obtenus sur ce bloc sont très voisins de la moyenne des 6 autres blocs. Pour les 6 blocs communs au 2 années, les rendements moyens sont les suivants :

		1989	1990	écart	%
tC/ha	T0 :	57,5	62,6	+5,1	+8,9
	T1/2 :	77,2	86,1	+8,9	+11,5
	T1 :	89,9	93,4	+3,5	+3,9
tSE/ha	T0 :	6,53	7,56	+1,03	+15,8
	T1/2 :	9,28	10,49	+1,21	+13,0
	T1 :	10,49	11,08	+0,59	+5,6

Remarque : en mars et avril 1990, des agoutis ont causé quelques dégats là où la végétation était la plus avancée, en particulier sur des T1. Cela pourrait expliquer la baisse de 20% observée sur le T1 du bloc 4 (97-> 77 tC/ha), qui parait anormale. En écartant cette valeur, la moyenne de T1 s'établit à 96,6 tC/ha et 11,43 tSE/ha. Les augmentations de rendement par rapport à 89 (+6,7 tC/ha et 0,94 tSE/ha) deviennent alors comparables à celle observées sur T0 et T1/2.

Bien que la culture soit passée en 3ième repousse, tous les rendements ont augmenté, en particulier pour le sucre du fait d'une meilleure qualité des cannes :

		1989	1990	écart
Pol %C	T0 :	15,5	16,4	+0,9
	T1/2 :	16,1	16,5	+0,4
	T1 :	15,7	16,2	+0,5
Fibres %C	T0 :	14,1	15,3	+1,2
	T1/2 :	13,8	14,6	+0,8
	T1 :	14,1	15,3	+1,2

La plus forte teneur en Pol et surtout en fibres traduit une plus grande deshydratation des cannes. Leur teneur en matière sèche est passée de 31,4% en 89 à 33,3% en 90. A qualité de canne égale, les rendements de 90 en tC/ha sont donc sous-évalués de 6% .
La cause principale pourrait être le sevrage pratiqué en 90 alors qu'en 89 la culture n'avait pas été sevrée. Le fait que la coupe ait eu lieu le surlendemain du brulage (36 h) a également pu y contribuer.

ALIMENTATION HYDRIQUE

Les pluies en 90 ont été moins abondantes qu'en 89 (1089 mm de juillet à septembre 89), mais mieux réparties, d'où une augmentation appréciable de la pluie efficace (+125 mm) et de l'ETR comme le

montrent les résultats du bilan hydrique simulé ci-après :

		1989	1990	écart	
Pluie (mm)	:	1425	1068	-357	
Pluie efficace (mm)	:	714	839	+125	
Irrigation (mm)	T0 :	546	462	-84	
	T1/2 :	726	630	- 96	
	T1 :	964	840	-124	
ETR au 31/10 (mm)	T0 :	1042	1218	+176	+16,9 %
	T1/2 :	1231	1362	+131	+10,6 %
	T1 :	1395	1556	+161	+11,5 %

Taux de satisfaction hydrique par période (ETR/ETM en %) :

89 / 90	: T0	T1/2	T1
Fevr.- Mars	: 44 / 45	46 / 63	48 / 85
Avril - Mai	: 27 / 45	60 / 62	91 / 79
Juin - Juil.	: 76 / 86	89 / 87	99 / 96
Au 31/10	: 60 / 68	71 / 77	81 / 87
Cycle	: 62 / 65	73 / 72	82 / 82

La meilleure pluviométie d'avril à juin (+90 mm en avril-mai) ont surtout profité au traitement T0 (la végétation était effectivement plus belle en juin 90), ce qui s'accorde avec la progression des rendements.

Pour T1, par contre, les besoins de la culture ont été moins bien satisfaits en avril-mai car il a manqué un arrosage, ce qui a pu ralentir un moment la croissance. L'augmentation de l'ETR s'est en fait surtout produit en février mars, en saison sèche, aux stades fin tallage et début cannaison (d'où peut-être une moindre efficience).

Pour T1/2 on note que le taux de satisfaction a aussi un peu progressé au cours de cette période puis a peu varié ensuite au moment de la pleine cannaison (avril-juillet)

RELATIONS ENTRE LES RENDEMENTS ET L'EAU

Dans l'ensemble, la progression des rendements concorde donc assez bien avec l'amélioration de l'alimentation hydrique de la culture. Sur les graphiques ci-après on observe que les relations entre le niveau de satisfaction hydrique et les rendements en canne et sucre sont effectivement comparables pour les 2 années.

Toutefois, l'appréciation varie selon que l'on intègre ou non la période comprise entre le 31/10 (floraison) et la récolte. Ainsi, le décalage des courbes en tC/ha par rapport à l'ETR au 31/10 (cannes moins hydratées en 90) disparait quand on se réfère à l'ETR sur l'ensemble du cycle. Dans tous les cas, l'absence de sevrage en 89 biaise les comparaisons.

L'ensemble de ces courbes montrent une réponse à l'eau de type parabolique à pente décroissante. Les valeurs de l'ETR sur T1 se rapprochant des besoins théoriques maximaux (ETM), il n'est pas étonnant de constater que les rendements tendent à plafonner. La contrainte hydrique étant alors réduite, ce sont d'autres facteurs limitants qui agissent (potentiel variétal, fertilité du sol, état de la culture ...).

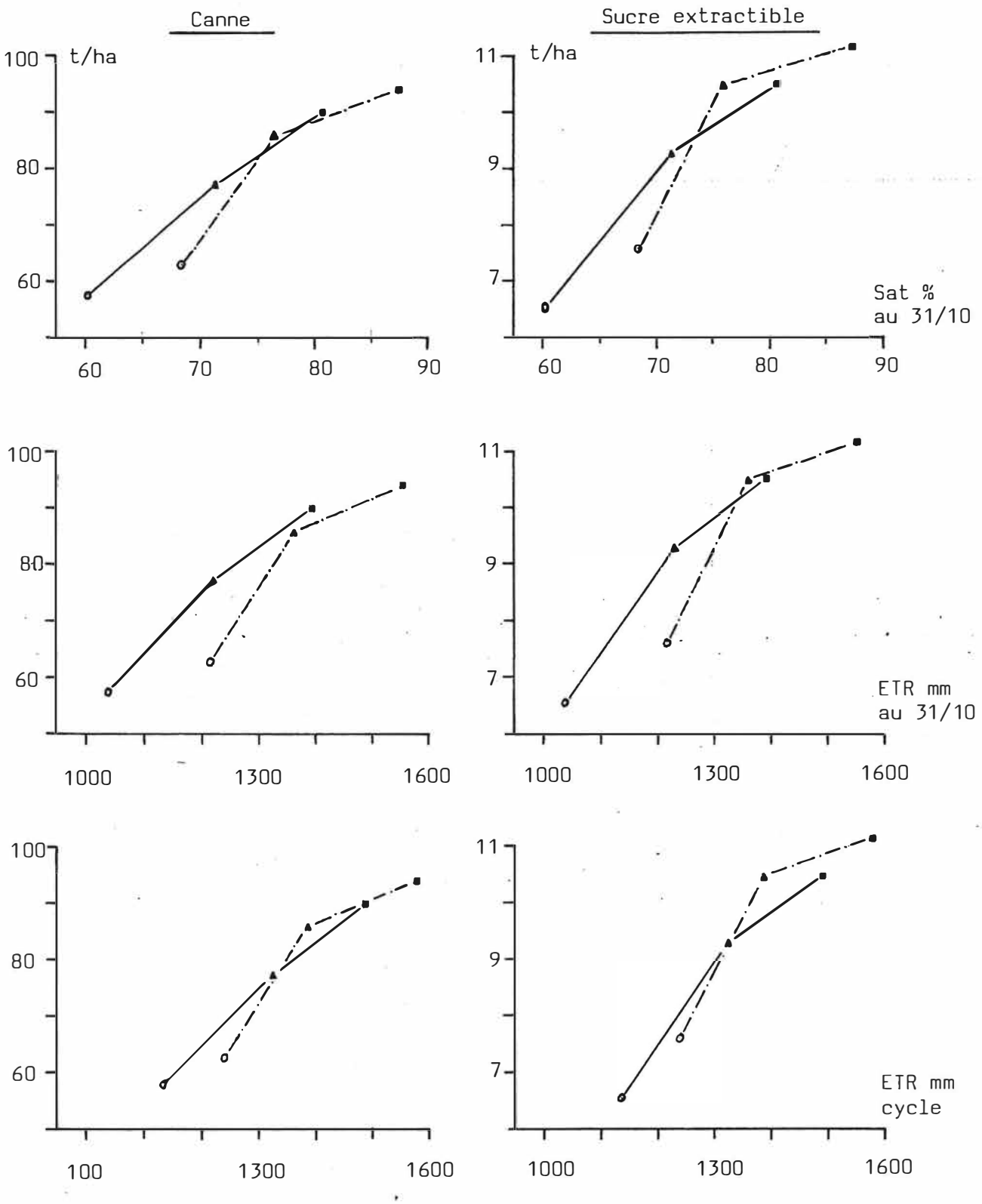


Figure : Relations entre les rendements en canne et sucre extractible en fonction du taux de satisfaction hydrique (Sat), de l'ETR au 31/10 et de l'ETR cycle, pour 1989 (——) et 1990 (-·-·-).
Irrigation en saison chaude : o T0 ▲ T1/2 ■ T1

CONDITIONS CLIMATIQUES

mois	T°maxi °C	T°mini °C	Ev.bac A mm	Pluie mm
Nov. 89	35,3	19,1	171	2
Déc.	33,8	15,5	166	5
Jan. 90	34,6	15,8	211	0
Février	36,4	17,2	242	0
Mars	37,9	19,3	282	11
Avril	35,6	23,0	201	120
Mai	34,5	22,0	198	85
Juin	32,1	21,1	150	126
Juillet	30,6	20,8	151	193
Aout	30,5	20,7	133	284
Sept.	31,7	20,7	135	157
Octobre	33,6	20,9	155	65
Nov.	33,6	20,4	156	20

CONDITIONS DE CULTURE

- Arrosages par aspersion :

Durant la période d'irrigation différenciée, les apports sont faits uniquement de jour (respect des durées, contrôle). Toutes les microparcelles d'un même traitement sont arrosées simultanément.

- Fertilisation :

115 N (urée) le 20-12-89
180 K20 (KCl) le 29-11-89
0 P205; 1,2 t. de phosphates naturels à la plantation (86)

- Sarclage :

1 sarclage mécanique
+ sarclages manuel
(faible enherbement)

IDESSA-DCI-FCS
N° 147/91/QP 08/04/91

Note technique

EFFICIENCE DE L'IRRIGATION SUR UNE JEUNE REPOUSSE EN SAISON SECHE FROIDE

Résultats de 2 années d'essai (1989, 1990)
à FERKE 1 sur la parcelle B1-152

1 - OBJECTIF

Evaluer l'efficience de l'irrigation en saison froide (fin décembre - fin février) sur une jeune repousse , et apprécier les conséquences d'un rationnement des apports durant les 2 premiers mois du cycle où sont différenciés les 3 traitements suivants :

T1 : irrigation visant à satisfaire les besoins en eau de la culture ; ETM supposée égale à 50% de l'évaporation du bac classe A,
T1/2 : par rapport à T1, un arrosage sur deux n'est pas effectué,
T0 : un seul arrosage après la coupe,

Après 2 mois, l'arrosage redevient uniforme.

2 - REALISATION

L'essai a été placé sur la parcelle industrielle B1-152, sur une culture de Co449 en 1ère et 2ème repousse, coupée en décembre.

Chaque récolte a fait l'objet d'un compte-rendu (CR) détaillé auquel on se reportera pour plus de précisions concernant les conditions expérimentales, les résultats de récolte, les observations et les commentaires spécifiques.

En 89 le protocole a été respecté (tab. 1); par contre, en 90 la réalisation s'en est un peu écartée avec notamment une période de rationnement plus tardive allant de 1,2 à 2,7 mois après la coupe. Comme de plus la saison froide a été moins marquée, d'où un développement végétatif plus précoce, il en résulte que le rationnement subi par T0 et T1/2 a affecté la fin de la période de tallage et tout début de la cannaison (voir annexe 1 du CR 90).

3 - RESULTATS AGRONOMIQUES : (tab. 2 et 3)

En 89, les écarts de rendement entre les 3 traitements sont faibles, non significatifs au plan statistique, et correspondent à de faibles efficiences pour ces arrosages en début de cycle (32 mm/tC/ha et 0,35 kgSE/m3 sur T1).

En 90, l'écart entre T1 et les 2 traitements rationnés est accru, devenant significatif, et l'efficience s'en trouve améliorée bien qu'encore plutôt faible (21 mm/tC/ha et 0,69 kgSE/m3).

On pourrait penser que cette amélioration de l'efficience tient au fait qu'une partie des arrosages supplémentaires dont a bénéficié T1 en 90 a été apportée au stade fin tallage / début cannaison et non plus seulement en début de cycle et en saison fraîche.

Il convient cependant de considérer ces résultats de 1990 avec beaucoup de réserve, car l'étude des évolutions des rendememnts par microparcelle (CR 90 annexe 2) fait apparaître qu'ils sont restés a peu près constants sur une partie de l'essai alors qu'ils ont chuté par endroit de 20 à 30%, sans que cela paraisse lié au régime d'arrosage. Compte-tenu de ces anomalies, l'irrigation ne peut plus être considérée comme étant le seul facteur expliquant les différences entre les moyennes des 3 traitements.

Ces réserves s'appliquent également aux résultats cumulés sur les 2 années, donnés à titre indicatif dans les tableaux 2 et 3.

4 - CONCLUSIONS

La qualité et la précision de cet essai ne nous permettent pas d'en tirer des conclusions indiscutables et de calculer valablement l'efficience de l'irrigation sur une jeune repousse. Quelques indications d'intérêt pratique ressortent tout de même :

- une jeune repousse dont la levée a été bien assurée par un premier tour d'eau après la coupe, supporte, en saison fraîche, un stress hydrique de plusieurs semaines sans grand dommage. Ce stress retarde son développement végétatif, en particulier le départ en cannaison, d'où un moindre rendement, mais la croissance ultérieure reprend à un rythme et avec une efficience de l'eau comparables au traitement régulièrement arrosé (CR 89 annexe 2).

- à l'opposé, l'irrigation intensive pratiquée sur T1 (avec un coefficient effectif de 0,4 à 0,45 Ev. bac A) ne conduit pas à d'importants suppléments de production (tels que ceux obtenus en période de pleine cannaison) et son efficience est faible (> 20 mm/tc/ha et <0,7 kg SE/m3).

En 89 nous avions pu constatet que l'espacement des arrosages n'entrainait pas un net retard du développement végétatif des jeunes talles. Les recommandations actuelles basées sur un coefficient cultural de 0,5 ev bac A paraissaient donc un peu excessives et l'on pouvait penser qu'en pratique 3 tours d'eau suffisaient durant les 2 premiers mois pour assurer un départ correct de la culture.

Les résultats de 90 ne permettent malheureusement pas de confirmer cette hypothèse (ni de l'infirmer). Comme elle constitue une possiblité d'économie d'eau non négligeable (80 mm environ), elle mérite d'être testée à nouveau. Cet essai ayant montré qu'il ne faut s'attendre qu'à de faibles écarts de rendement, il conviendra d'adopter un dispositif plus puissant et de pratiquer un suivi très rigoureux.

Tableau 1 : Calendrier cultural et irrigations

	1989			1990		
Date de coupe	27/12/88			14/12/89		
Début de la P.I.D.*	09/01/89			18/01/90		
Fin de la P.I.D.	26/02/89			05/03/90		
Age début-fin (j)	13 - 61			35 - 81		
Irrigations (mm)	T0	T1/2	T1	T0	T1/2	T1
avant la P.I.D.	42	42	42	84	84	84
durant la P.I.D.	0	76	152	0	84	210
après la P.I.D.	446	446	446	294	294	294
SAT ** au 31/10 %	71	76	81	71	76	83

* Période d'irrigation différenciée
** Taux de satisfaction hydrique

Tableau 2 : Rendements et analyse de variances

Rendements en t/ha	Canne 1989	Canne 1990	Canne 89+90	Sucre extractible 1989	Sucre extractible 1990	Sucre extractible 89+90
Moyenne	78,2	66,4	72,3	9,43	8,44	8,93
Ecart type	7,8	5,8	5,3	1,10	0,73	0,77
C.V. %	10,0	8,8	7,3	11,6	8,7	8,7
Effets						
- Traitement	ns	s 5%	ns	ns	s 1%	ns
- Bloc	ns	s 1%	s 1%	ns	s 1%	s 5%
Test de T1	80,3	72,6a	76,5	9,76	9,30a	9,53
DUNCAN T1/2	78,7	64,0b	71,4	9,29	8,16b	8,72
5% T0	75,6	62,6b	69,1	9,23	7,86b	8,55

Tableau 3 : Efficience de l'irrigation nette apportée durant la période d'irrigation différenciée

	mm / tC / ha 1989	mm / tC / ha 1990	mm / tC / ha 89+90	kg S.E. / m3 1989	kg S.E. / m3 1990	kg S.E. / m3 89+90
Sur T1	32	21	25	0,35	0,69	0,54
Sur T1/2	25	60	35	0,08	0,36	0,21

EFFICIENCE DE L'IRRIGATION SUR UNE JEUNE REPOUSSE EN SAISON SECHE FROIDE

< Ferké 1 , B1-152, récolte de 1989 >

1 - BUT, DISPOSITIF

Evaluer l'efficience de l'irrigation en saison froide (fin décembre - fin février) sur une jeune repousse , et apprécier les conséquences d'un rationnement des apports durant les 2 premiers mois où sont différenciés les 3 traitements suivants :

T1 : irrigation visant à satisfaire les besoins en eau de la culture ; ETM supposée égale à 50% de l'évaporation du bac classe A,
T1/2 : par rapport à T1, un arrosage sur deux n'est pas effectué,
T0 : un seul arrosage après la coupe.

Après 2 mois, les arrosages sont uniformes.

L'essai a été réalisé sur la parcelle industrielle B1-152 :
variété Co449, première repousse
début de cycle : 27/12/88 récolte : 14/12/89

Dispositif en blocs de Fischer à 7 répétitions. Chaque traitement correspond à une maille du réseau d'irrigation par aspersion (19mX18m)

Irrigation par aspersion : dose nette 42mm à 38mm (le jour)

D'autres précisions concernant les conditions de culture et le climat sont données dans l'annexe 3 .

2 - ALIMENTATION HYDRIQUE

A la coupe, le sol était sec (sevrage de plus de 30 jours) et il n'y a pas eu de pluie au cours des 2 premiers mois. Les premières irrigations ont été réalisées selon le calendrier suivant :

	Déc 88	Janv 89	Fév 89	dose à 2 mois
T1	c i	i i i i i	i	194 mm
T1/2	c i	i i	i	118 mm
T0	c i		i	42 mm

(c = coupe i = irrigation)

Le taux de satisfaction hydrique (sat) déterminé par bilan hydrique simulé (Tab 1, Fig 1) permet d'apprécier les conditions d'alimentation en eau par les arrosages et les pluies.

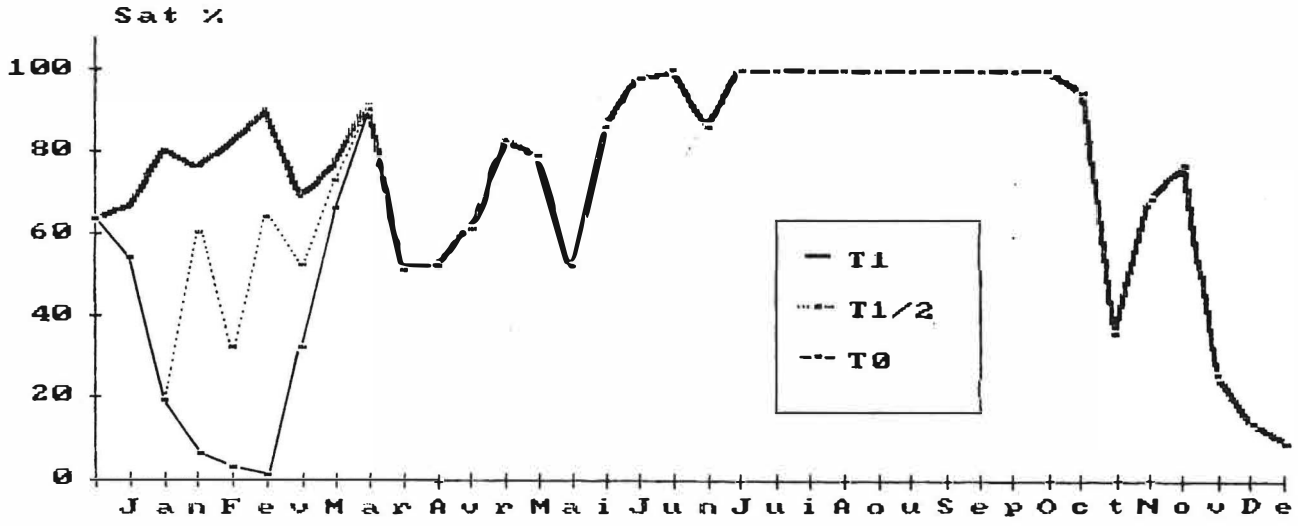


Figure 1 : Taux de satisfaction hydrique (ETR/ETM %)

Au cours des 2 premiers mois, en considérant que l'évapotranspiration maximale est égale à 50% de l'évaporation bac A, le taux de satisfaction hydrique a été de 75% pour T1, 45% pour T1/2 et 17% pour T0 avec, dans ce dernier cas, un déficit très prononcé de la mi-janvier à la reprise de l'irrigation.

La fin de l'irrigation différenciée coincide avec la fin de la saison froide (remontée des températures minimales). Par la suite les arrosages n'ont pas toujours bien couvert les besoins de la culture; on note en effet un déficit sensible au début de la phase de cannaison (fin mars - début avril) et à la mi-mai.

3 - RESULTATS AGRONOMIQUES

31 - Récolte :

Les moyennes des 7 blocs pour les 3 traitements sont données dans le tableau 1. l'analyse de la variance ne fait ressortir aucune différence significative (à 5% = ns).

	Pol %C	SE %C	tC/ha	tSE/ha
Moyenne	16.1	12.05	78.2	9.43
Ecart-type (CV %)	.41 (2.5)	.37 (3.1)	7.8 (10,0)	1.10 (11.6)
Effet - Traitement	ns	ns	ns	ns
- Bloc	ns	ns	ns	ns

Les richesses et les puretés des jus sont bonnes sur l'ensemble des traitements et des blocs.

En rendement canne, la moyenne est assez correcte, mais les variations d'un bloc à l'autre sont parfois importantes. L'essai est peu précis et a une faible puissance.

La représentation graphique des rendements élémentaires présentée en annexe 1 fait ressortir que les écarts entre les moyennes des

Tableau 1 : FERKE 1 / Parcelle B1-152 / 1989

Efficience de l'irrigation en saison froide (fin déc.-fin fév.)

Variété : C0449 , r1 Cycle : 27/12/88 au 14/12/89

Traitement (Ecart)		T0	T1/2	(-T0)	T1	(-T0)
IRRIGATION	Dose nette (mm) Déc	42	42		42	
	Janv	0	38		76	
	Fev	38	76		114	
	Mars	76	76		76	
	Avril	80	80		80	
	Mai	126	126		126	
	Juin	42	42		42	
	Oct	42	42		42	
	Nov	42	42		42	
	Total	488	564	(+76)	640	(+152)
BILAN EAU	Pluie totale (mm)	1421	1421		1421	
	Pluie efficace (mm)	720	720		720	
	Irrigation efficace (mm)	474	550		626	
	ETR * (mm)	1177	1253	(+76)	1329	(+152)
	ETM * (mm)	1648	1648		1648	
	ETR/ETM * (%)	71,4	76	(+4,6)	80,6	(+9,2)
	ETR/ETM 27/12 - 25/02 (%)	17,1	45,4		74,5	
RECOLTE	Tonnes Cannes / ha	75,6	78,7	(+3,1)	80,3	(+4,7)
	Richesse Pol%C	16,3	15,9		16,2	
	Pureté jus (%)	91,1	90,5		91,5	
	Sucre Extractible (%)	12,2	11,8		12,2	
	Fibres (%C)	14,1	13,7		14,0	
	Tonnes Sucre Extr. /ha	9,23	9,29	(+0,06)	9,76	(+0,53)
EFFICIENCE	en Canne (mm/tC/ha)					
	- globale ETR *	15,6	15,9		16,6	
	- irrigation nette et efficace		[24,5]		[32,3]	
	en Sucre (kgSE/m3)					
	- globale ETR cycle	0,77	0,73		0,73	
	- irrigation nette et efficace		[0,08]		[0,35]	

* jusqu'au 11/11/89 (avant sevrage)
[ ] indicatif, non significatif

traitements relèvent plus du hasard que d'un quelconque effet traitement. Sur plusieurs blocs T0 se comporte aussi bien ou mieux que les traitements plus irrigués en début de cycle.

Ces résultats permettent néanmoins de dire que les irrigations abondantes en début de cycle sur T1 n'ont pas donné un sucroît de rendement important (plus de 10 tC/ha). Inversement, avec un seul tour d'eau après la coupe, la culture n'a pas été pénalisée au point d'accuser une importante baisse de production.

32 - Suivi de la croissance :

Le détail des mesures et observations réalisées est donné dans l'annexe 2.

Les observations visuelles ont montré qu'à la mi-février sur T0 le flétrissement était général et bien marqué, et la croissance très ralentie. Le 8 mars, après la reprise de l'arrosage, la culture récupère bien mais accuse un retard de développement net (feuilles moins grandes) par rapport à T1, alors que sur T1/2 la végétation est pratiquement aussi belle que sur T1.

Sur le plan du tallage (densité de talles puis de tiges), les comptages effectués indiquent que T0 n'est pas pénalisé, même si le manque d'eau a pu retarder la sortie des rejets secondaires.

A la mi-avril, la hauteur de tige formée apparaît légèrement plus faible sur T0 (-15 cm environ) que sur T1, ce qui résulterait d'un départ un peu plus tardif en cannaison, mais ce retard est peu important. Par la suite, toutes les mesures réalisées montrent que les cannes suivies en croissance sur T0 ont rattrapé leur retard dès le début du mois de juin, et sont à la récolte de taille égale à celles mesurées sur T1 ou T1/2.

Les insuffisances de l'irrigation entre la mi-mars et la fin mai ont visiblement perturbé et ralenti la croissance des cannes alors en plein "boom stage" , et il n'est pas impossible que la culture sur T1 ou T1/2 ait alors été un peu plus affectée que sur T0 (la végétation étant plus dense à la mi-mars, on peut supposer que leur besoin en eau était aussi plus élevé).

4 - COMMENTAIRES

41 - Efficience de l'irrigation :

D'aprés le bilan hydrique simulé, toute l'eau apportée par irrigation a été efficace (Tab 1). L'efficience globale de l'eau (ETR) sur le cycle est voisine de 16 mm/tC/ha (moyen) et de 0,75 KgSE/m3 (assez bon). Elle est légèrement meilleure sur T0 que sur T1.

En fait, cet essai ne permet pas de calculer valablement l'efficience de l'irrigation en début de cycle puisque les écarts de rendement obtenus sont faibles, variables et non significatifs.

En considérant une efficience moyenne (15 mm/tC/ha), on pouvait s'attendre à un surplus de production par rapport à T0 de 10 tC/ha en faveur de T1 et de 5 tC/ha pour T1/2, ce qui est bien supérieur aux écarts mesurés. Ceci nous conduit à penser que l'irrigation en saison froide sur une jeune repousse est peu productive (> 20 mm/tC/ha).

42 - Besoins en eau en début de cycle (0-2 mois) :

Pour T0 l'apport de 42 mm a permis une bonne levée mais a été insuffisant au cours du second mois (flétrissement, retard de croissance et du départ en cannaison). Il représente 9% de l'Ev.bac A.

Pour T1, les 5 apports (194 mm soit 41% de l'Ev.bac A) ont permis un bon développement végétatif, mais il y a lieu de se demander s'ils n'ont pas dépassé les besoins réels puisque le traitement T1/2 (118 mm soit 25% de l'Ev.bac A) s'est pratiquement aussi bien développé. Nous ignorons toutefois si T1/2 a été ou non légèrement stressé à certains moments.

L'essai nous permet seulement de dire que, dans ces conditions, un coefficient cultural de 50% est sans doute excessif et que 10% est insuffisant (il est difficile d'être plus précis).

Par ailleurs il apparaît que le modèle de bilan hydrique utilisé n'est pas très approprié à ce stade de la culture où l'évaporation directe à la surface du sol constitue la majeure partie de l'ETR. Ainsi, plus les irrigations sont fréquentes, plus souvent la surface du sol est mouillée et donc plus l'ETR est élevée, et cela sans grand bénéfice pour les plantes, et inversement.

En pratique, 3 tours d'eau de 40 mm (≈ T1/2) paraissent suffisants pour assurer un bon départ de la culture. Par rapport aux recommandations actuelles (≈ T1), l'espacement des premiers tours d'eau permet une économie appréciable, sans grand risque de provoquer une baisse sensible de rendement.

5 - CONCLUSIONS

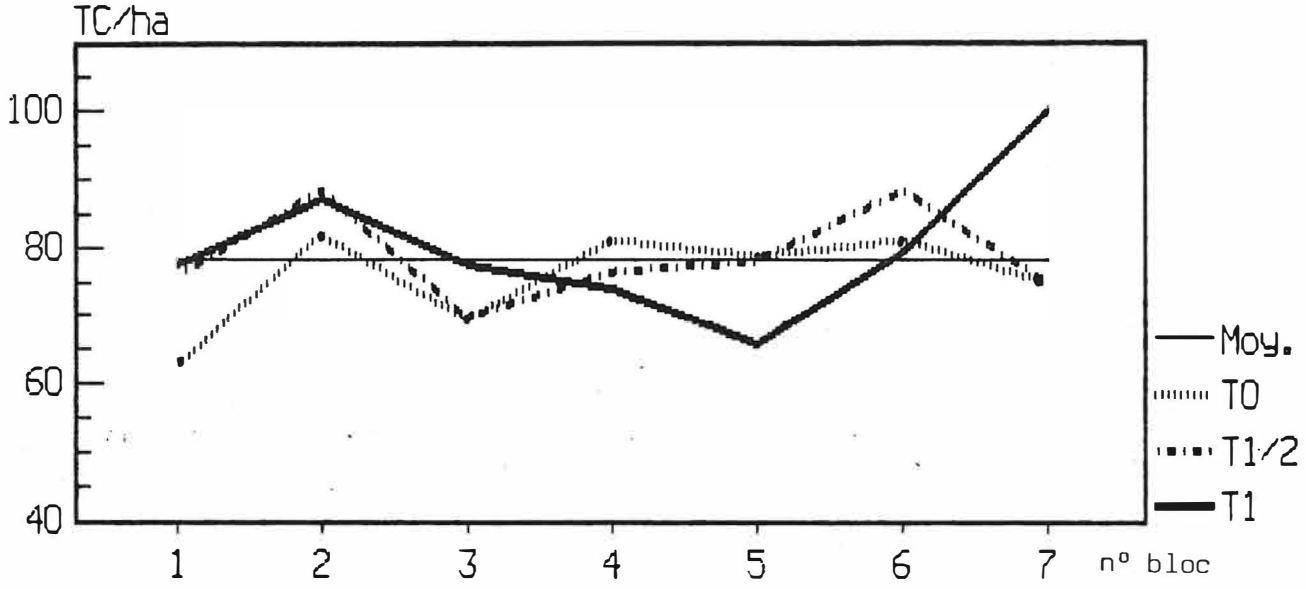
Les irrigations différenciées pratiquées sur une jeune repousse en saison froide, correspondant à des doses de 194, 118 et 42 mm pour les 2 premiers mois après la coupe, n'ont pas conduit à des différences de rendements importants et significatifs. Il apparaît donc que les irrigations apportées en plus du premier tour d'eau qui suit la coupe ont eu une faible efficience (> 20 mm/TC/ha).

A ce stade (tallage) et à cette période de l'année (froid), la culture peut se contenter de très peu d'eau et supporte plusieurs semaines de sécheresse sans grand préjudice pour la formation ultérieure des cannes (début de la cannaison en saison chaude) car elle récupère ensuite très bien (dans la mesure où la levée a été bien assurée par un premier tour d'eau après la coupe).

Par ailleurs, il semble que les recommandations actuelles basées sur un coefficient cultural de 0,5 Ev.bac A soient excessives (dans ces conditions) et qu'en pratique 3 tours d'eau de 40 mm pour les 2 premiers mois (0,25 à 0,3 Ev.bac A) soient suffisants pour assurer un bon départ de la culture, ce qui constitue une possibilité d' économie d'eau appréciable.

Il convient toutefois d'affiner ce résultat par des mesures et dans des essais plus précis, et aussi de trouver un modèle de bilan hydrique plus approprié à ce stade de la culture où l'évaporation directe à la surface du sol prédomine sur la transpiration des jeunes plantes.

Résultats par bloc en TC/ha



Sur le bloc 7, le traitement T1 a un rendement (100,4) très supérieur à la moyenne (78,2), sans toutefois que le résidu correspondant n'apparaisse suspect par la méthode de GRUBBS.

A titre indicatif, l'analyse a été faite en supprimant ce bloc 7

		TC/ha	TSE/ha
rendements	T1	77.0	9.36
moyens	T1/2	79.4	9.38
	T0	75.8	9.27
moyenne		77.4	9.33
écart type		5.8	0.91
C.V. %		7.5	9.7

La précision de l'essai est un peu améliorée, alors que les écarts entre traitements (non significatifs) sont encore plus faibles en TC et négligeables en TSE.

Annexe 2

SUIVI DE LA CROISSANCE

1 - Aspect de la végétation au cours des premiers mois :

- Le 31 janvier : (36 jours, faibles T° mini)

Les jeunes rejets sont nombreux, mais encore de petite taille (feuilles de 20 à 30cm). On n'observe pas de différences importantes entre les traitements.

T0 qui n'a reçu qu'un seul arrosage, ne montre pas encore de signes prononcés de manque d'eau sauf sur quelques plages (sol médiocre et/ou faible dose reçue). Le sol, sec en surface, conserve encore une certaine fraicheur à partir de 20 cm.

- Le 13 février : (49 jours, légère hausse des T° mini)

T1 : la couverture du sol est encore faible (1/4) car les limbes restent courts, mais la végétation est dense sur la ligne de canne.

T1/2 : dans l'ensemble comparable à T1

T0 : Le flétrissement est important et la croissance paraît arrêtée ainsi que l'émission de nouveaux rejets; néanmoins les talles ne dépérissent pas encore. La surface foliaire est moins importante que sur T1. Dans l'ensemble le nombre de talles est satisfaisant, sauf sur certaines plages de sol médiocre où il n'y a encore que quelques talles chétives par souche.

- Le 8 mars : (72 jours, nette remontée des T° mini à la fin février)

T1 : net accroissement de la taille des limbes formés (60 à 80 cm) qui commencent à s'étendre sur l'interligne. La cannaison n'a pas encore démarré. Pas ou peu de nouveaux rejets.

T1/2 : comparable à T1, léger retard par endroit.

T0 : après la reprise des arrosages (26/02), les talles ont bien récupéré mais portent des limbes plus courts que sur T1 (30 à 50cm) et couvrent moins le sol. La végétation accuse donc un retard que l'on pourrait estimer à 2 ou 3 semaines, et demeure plus jaune, probablement par manque d'Azote (urée appliquée début mars sur T0). L'émission de nouveaux rejets se poursuit.

- Le 12 avril : (107 jours, premières pluies)

La végétation est vigoureuse sur les 3 traitements mais apparaît plus haute et plus dense sur T1 et T1/2 car les feuilles sont encore plus longues que sur T0.

La cannaison est largement commencée sur T1 et T1/2 où de longs entre-noeuds sont en formation. Sur T0 elle est un peu moins avancée.

2 - Tallage :

Le 8 mars, en fin de tallage, les comptages effectués sur 3 blocs (tableau) indiquent que les talles formés sur T0 sont en nombre tout à fait correct (mais avec une proportion plus élevée de jeunes rejets par rapport à T1). La densité de tiges obtenue par la suite est égale à celle des autres traitements.

Densité de talles et de tiges x 1000 / ha

Date	08/03/89			17/05/89			16/08/89		
Bloc\Tr.	T1	T1/2	T0	T1	T1/2	T0	T1	T1/2	T0
2	283	283	262	127	132	123	103	105	105
4	258	292	281	130	125	139	97	104	128
6	367	358	253	140	164	135	106	109	107
Moyenne	303	311	265	132	140	132	102	106	113

3 - Formation de la tige usinable :

Le marquage, à l'aide d'une épingle, à la mi-avril et début juin, du dernier entre-noeud (E.N) formé sur une trentaine de belles tiges réparties sur 2 blocs permet de suivre comparativement la formation des tiges usinables sur T1 et T0. Les résultats présentés dans le tableau suivant anticipent un peu la réalité (5 à 6 jours en longueur et le double en volume de tige usinable) car ils incluent un E.N n'ayant pas encore sa taille définitive aux dates indiquées.

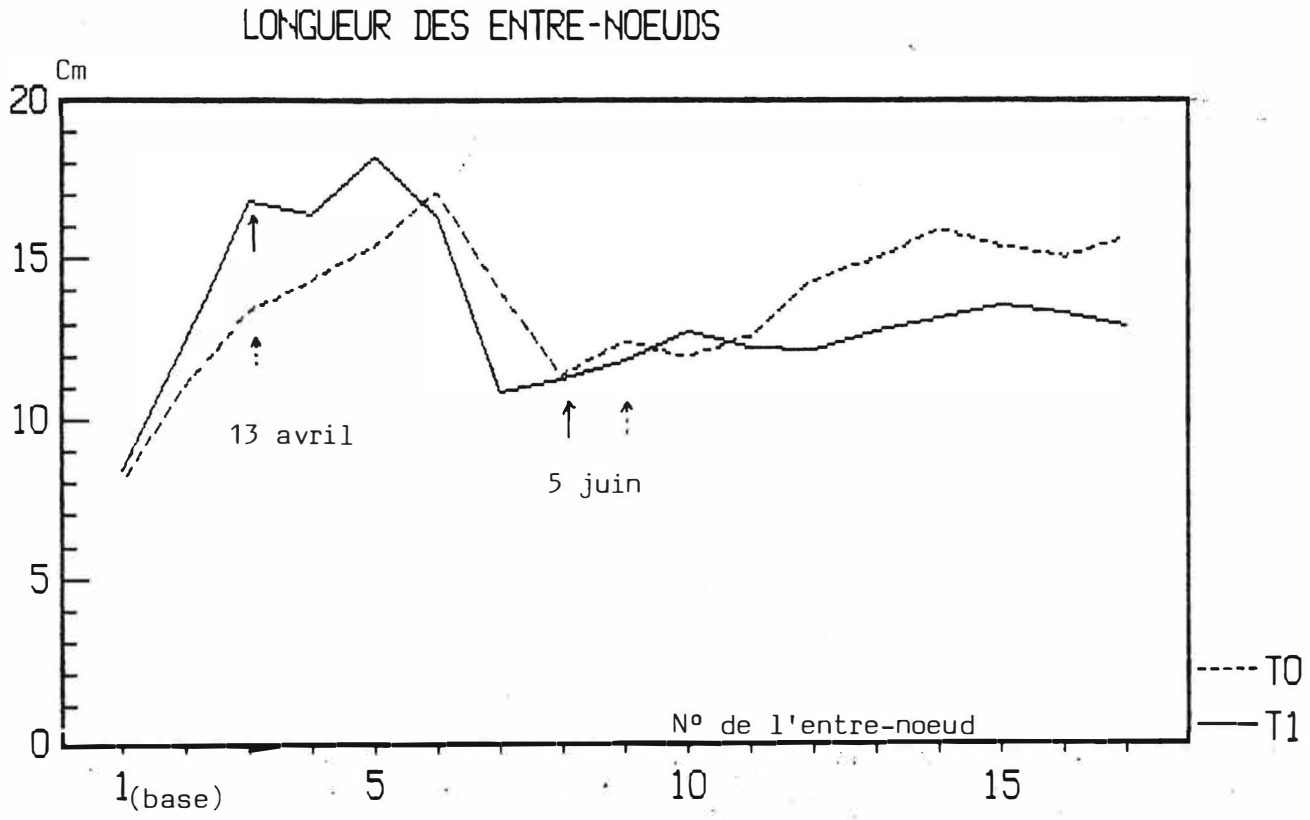
Date	Longueur (cm)			Entre-noeuds			Volume (cm3)		
	T1	T0	d*	T1	T0	d*	T1	T0	d*
Croissance depuis l'observation précédente									
22 avril	54,8	40,0	s	4,16	3,68	s	298	243	ns
05 juin	58,6	70,7	s	4,04	4,86	s	283	354	ns
Récolte	116,9	121,6	ns	8,52	8,07	ns	476	493	ns
Tige formée (cumul)									
22 avril	54,8	40,0		4,16	3,68		298	243	
05 juin	113,4	110,7		8,20	8,54		581	597	
Récolte	230,3	232,4	ns	16,72	16,61	ns	1054	1090	ns

d* : s = différence significative (seuil 1%), ns = non significative

Nota : Le premier marquage a été en réalité effectué le 13/04, mais, par erreur, le tronçonnage à la récolte a été fait 1 E.N trop haut; c'est pourquoi une correction de 9 jours a été apportée.

Le 13 avril, les cannes de T1 n'avaient formé en moyenne que 0,5 E.N de plus que sur T0. La différence en longueur atteint 15 cm le 22/04 car les premiers E.N sur T1 sont un peu plus longs que sur T0, comme l'illustre la figure A1.

Dès le début du mois juin, pour les cannes suivies, T0 a rattrapé son retard, et à la récolte les tiges usinables sur les 2 traitements sont très comparables (rendements moyens pour les 2 blocs : T1 = 76,6 tC/ha, T0 = 80,3 tC/ha).



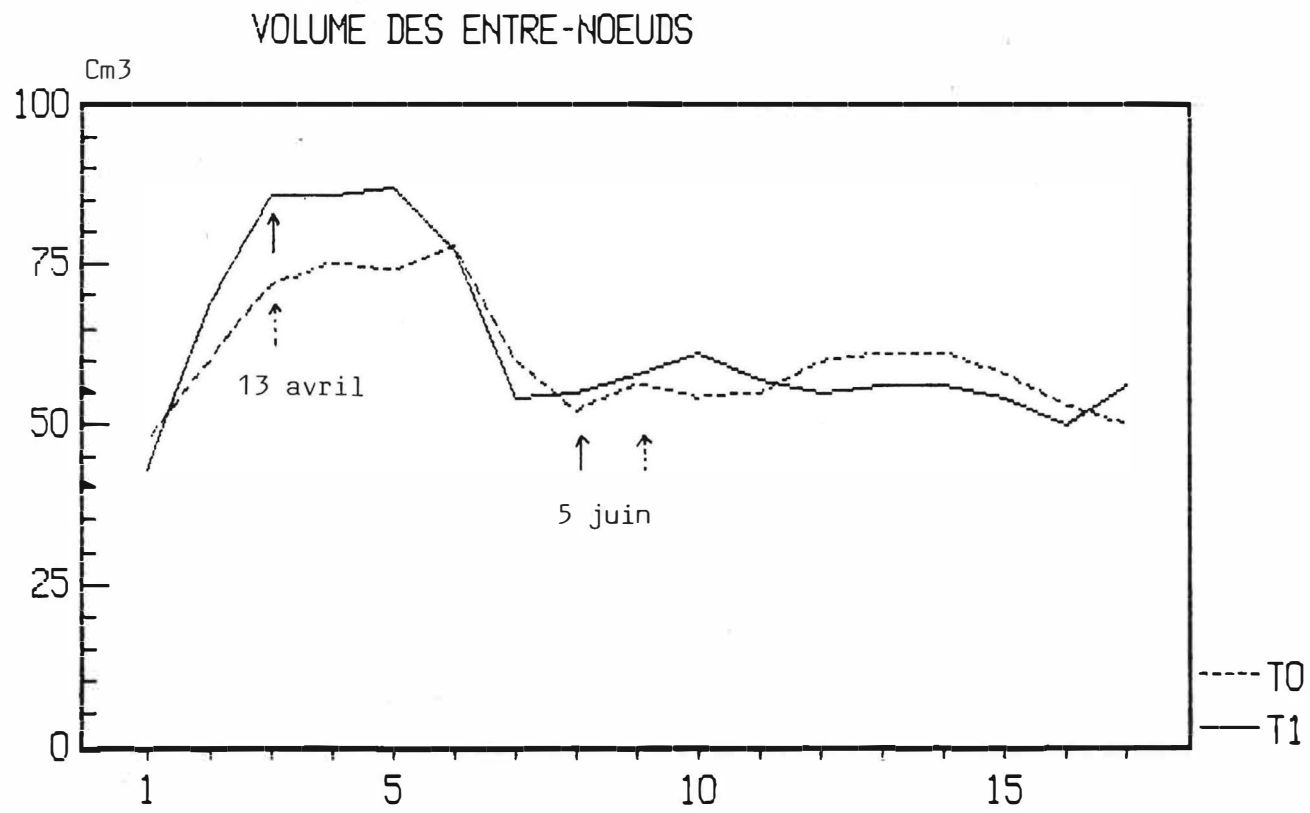


Fig. A1 : Longueur et volume des entr-noeuds successifs sur T1 et TO
(valeurs moyennes établies sur 10 tiges synchronisées)

↑ Entre-noeuds en fin d'élongation (n° 5) aux dates indiquées

Remarques :

Après la période d'irrigation différenciée, l'alimentation hydrique n'a pas toujours été bien assurée par les arrosages (cf. fig 1) et la croissance des tiges a pu en être affectée de façon différente selon l'endroit (sol et irrigation hétérogènes) et le traitement. Ainsi l' insuffisance des irrigations de la fin mars à la mi-avril a pu être moins préjudiciable pour T0 qui, ayant une végétation moins fournie, avait probablement des besoins moins élevés.

Une autre période de manque d'eau est intervenue à la mi-mai. Elle a été, à en juger par plusieurs indices notés sur les cannes suivies, bien plus marquée que ne le laisse penser le bilan hydrique simulé. De nombreuses tiges, dont celles représentées sur la figure A2, présentaient un amincissement suivi d'une brutale diminution de la longueur de l'E.N formé avant le début juin. On pouvait également observer à cette période le dessèchement prématuré des feuilles agées et la réduction brutale de la longueur des gaines foliaires (4 cm en moyenne entre les 2 dernières gaines).

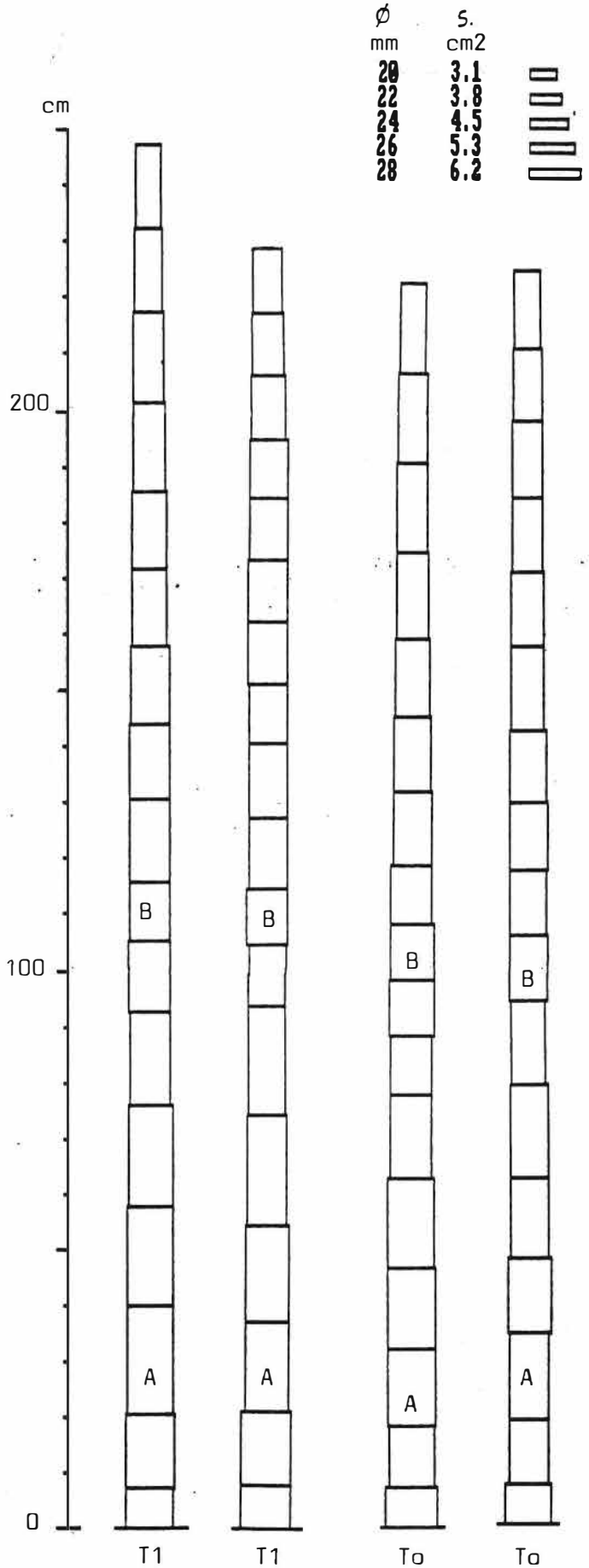
Entre la mi-avril et le début juin, par rapport aux cannes bien irriguées de l'essai situé sur la parcelle voisine B1-155, les cannes de cet essai accusent un déficit de croissance de 20 à 30 cm et d'1 E.N. Tout comme sur B1-155, la moindre taille des E.N formés après la mi-juin (Fig. A1) résulterait non plus d'un manque d'eau, mais des conditions climatiques (températures, ensoleillement) moins favorables de la saison des pluies et de l'âge de la culture.

4 - Elongation :

Les mesures d'élongation au dernier ochréa commencées (trop) tardivement, ont porté sur 60 tiges réparties sur 3 blocs (Fig. A3). Pas plus fin mai qu'à la mi-septembre il n'apparaît de différence significative entre les traitements, ce qui est donc en accord avec les mesures précédentes.

Remarque : entre les blocs on note parfois des différences de longueur importantes (jusqu'à 30 cm fin août) qui s'accordent assez bien, à une exception près, aux rendements obtenus sur ces blocs, ainsi que le montre la figure A4.

Fig. A2 : Morphologie de 2 tiges réelles "moyennes" de T1 et To



A, B : entre-noeuds en élongation (N°5) aux dates suivantes :

A = 13 Avril 89

B = 5 Juin 89

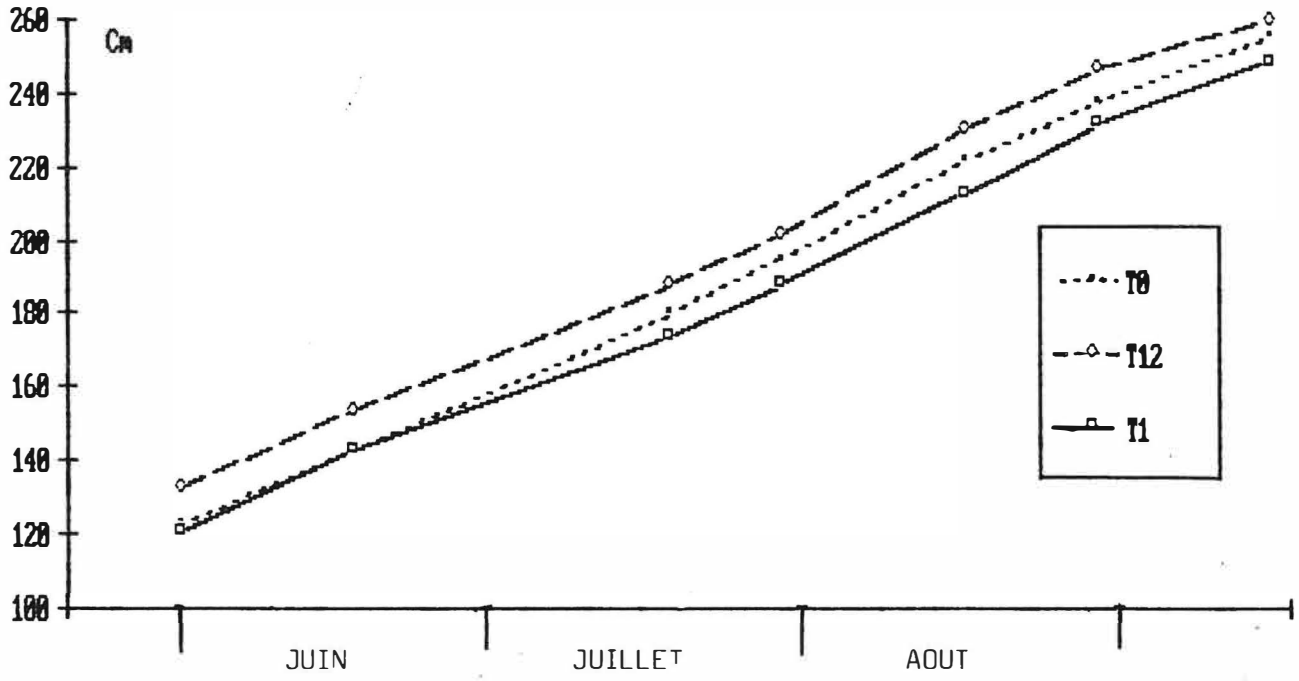


Fig. A3 : Elongation des cannes mesurées au dernier ochréa apparu (moyenne de 60 tiges réparties sur 3 blocs)

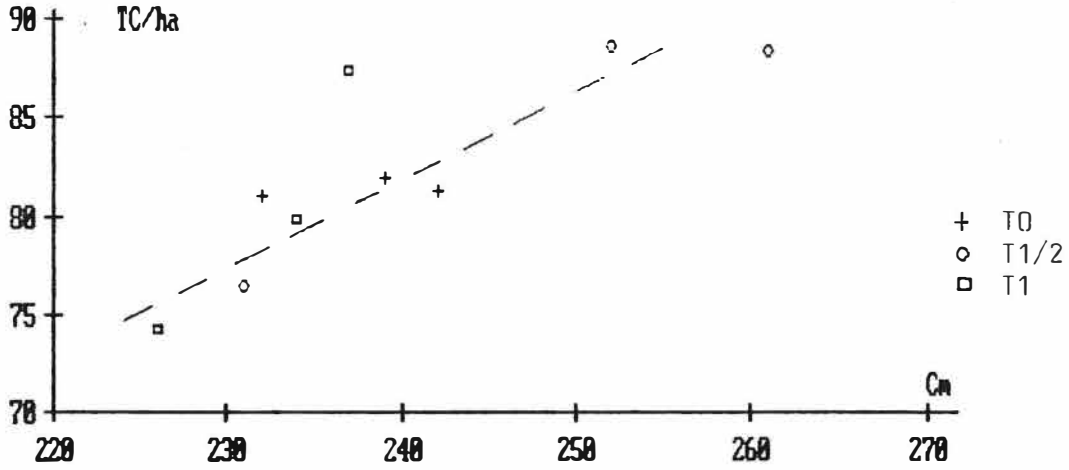


Fig. A4 : Relation entre la longueur moyenne des tiges le 29 aout et le rendement obtenu sur le bloc correspondant.

CONDITIONS CLIMATIQUES

	Températures Maxi	mini	Insolation (h)	Ev bac A (mm)	Pluie (mm)
Nov 88	33,8	18,7	209	151	31
Déc	33,1	13,4	214	185	0
Jan 89	34,0	12,7	225	237	0
Fév	35,8	16,5	170	236	0
Mar	36,0	20,2	234	238	31
Avr	36,0	22,4	228	220	72
Mai	34,9	21,8	262	208	48
Jun	31,7	20,9	199	161	105
Jul	30,3	20,6	150	129	318
Aou	30,3	21,0	140	131	413
Sep	31,1	20,4	140	109	340
Oct	32,8	20,4	211	158	75

CONDITION DE CULTURE

- Dose d'arrosage :

Irrigation industrielle jour et nuit : dose nette = 42 mm

Au cours de la période d'irrigation différenciée, l'arrosage n'est fait que le jour, avec une pression limitée à 3,5 bar :

dose brute = 47 mm (mesurée au compteur)
efficience = 80 % (de jour)
dose nette = 38 mm

- Fertilisation :

115 N (urée), le 11/02/89 sur T1 et T1/2, début mars sur T0
0 P205, apport de 1,2 t de phosphates naturels à la plantation
150 K20 (KCl), le 10/01/89

- Façons culturales :

Chiselage leger le 16/01/89
Désherbage manuel

- Sols :

EFFICIENCE DE L'IRRIGATION SUR UNE JEUNE REPOUSSE EN SAISON SECHE FROIDE

< FERKE 1 , B1-152, récolte de 1990 >

1 - BUT, DISPOSITIF

Evaluer l'efficience de l'irrigation en saison froide (fin décembre - fin février) sur une jeune repousse , et apprécier les conséquences d'un rationnement des apports durant les 2 premiers mois du cycle où sont différenciés les 3 traitements suivants :

T1 : irrigation visant à satisfaire les besoins en eau de la culture ; ETM supposée égale à 50% de l'évaporation du bac classe A,
T1/2 : par rapport à T1, un arrosage sur deux n'est pas effectué,
T0 : un seul arrosage après la coupe,

Après 2 mois, l'arrosage redevient uniforme.

En pratique la réalisation s'est écartée de ce protocole sur les points suivants:
- 2 tours d'eau uniformes après la coupe au lieu d'un,
- l'irrigation différenciée n'a commencé qu'au 35e jour et s'est prolongée au delà du 2e mois, jusqu'au 81e jour,
- elle s'est poursuivie après la fin de la saison froide alors que la culture entrait déjà en cannaison (voir en annexe 1 l'étude sur la somme des températures).

L'essai a été réalisé sur la parcelle industrielle B1-152 :
variété Co449, seconde repousse
début de cycle : 14/12/89 récolte : 4/12/90

Dispositif en blocs de Fisher à 7 répétitions. Chaque traitement correspond à une maille du réseau d'irrigation par aspersion (19mX18m, dose nette de 42mm à 38mm). Fertilisation :
Azote : 115 N (urée), le 7/3/90 (2,7 mois)
Potasse : 180 K20 (KCl), le 31/12/89
Phosphore : à la plantation, 1,2 t/ha de phosphates naturels

2 - ALIMENTATION HYDRIQUE

	Déc 89			Janv 90			Fév 90			Mars	à 2,6 mois
T1	c	i	i*	i*	i	i	i	i	i	i	294 mm
T1/2	c	i	i*	i*		i		i		i	168 mm
T0	c	i	i*	i*						i	84 mm

(c = coupe i = irrigation i*= sur la moitié de l'essai)

A la coupe, le sol était sec (sevrage de 25 jours) et il n'y a pas eu de pluie au cours des 3,5 premiers mois. Les premières irrigations ont été réalisées selon le calendrier ci-dessus.

Le taux de satisfaction hydrique (sat) déterminé par bilan hydrique simulé (Tab 1, Fig 1) permet d'apprécier les conditions d'alimentation en eau par les arrosages et les pluies.

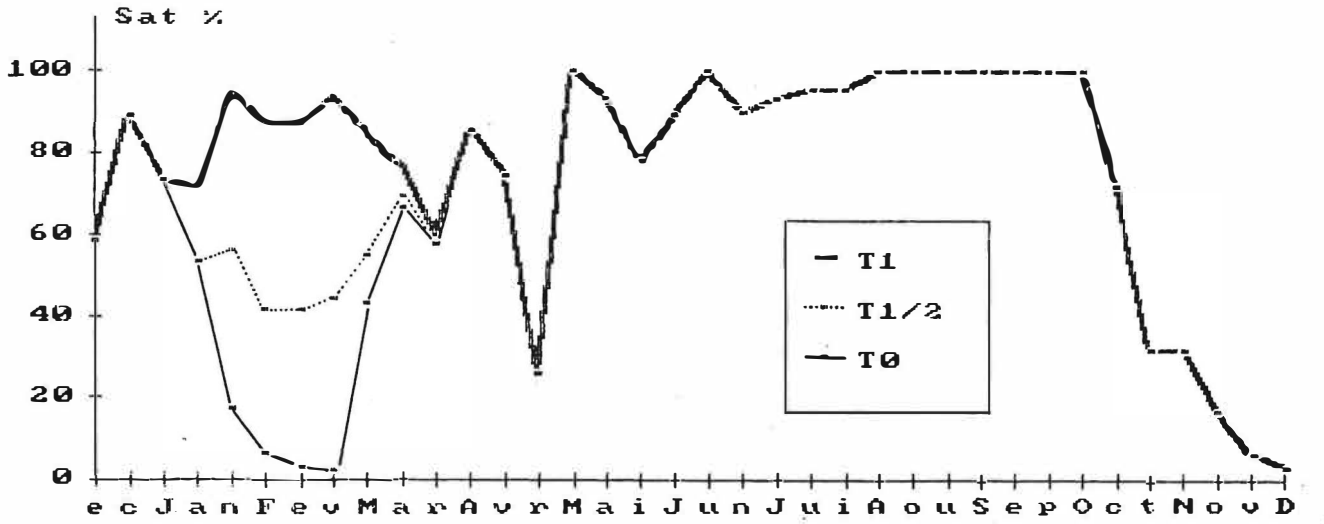


Figure 1 : Taux de satisfaction hydrique (ETR/ETM %)

Au cours de la période d'irrigation différenciée, en considérant que l'évapotranspiration maximale est égale à 50% de l'évaporation bac A, le taux de satisfaction hydrique a été de 91% pour T1, de 45% pour T1/2 sans stress intense et de 9% pour T0, avec dans ce dernier cas un déficit très prononcé du début février à la reprise de l'irrigation.

Par la suite, l'alimentation hydrique a été satisfaisante, excepté un léger déficit fin avril. Le sevrage commencé fin octobre a duré 40 jours environ.

3 - RESULTATS AGRONOMIQUES

31 - Récolte :

Les moyennes des 7 blocs pour les 3 traitements sont données dans le tableau 1. L'analyse de la variance ne fait ressortir aucune différence significative sur le plan des qualités technologiques, alors qu'en rendement T1 est supérieur aux 2 autres traitements.

	Pol %C	SE %C	TC/ha	TSE/ha
Moyenne	17.2	12.51	66.4	8.44
Ecart-type (CV %)	.35 (2.0)	.35 (2.7)	5.8 (8.8)	.73 (8.7)
Effet - Traitement	ns	ns	s 5%	s 1%
- Bloc	s 5%	s 5%	s 1%	s 1%
Test de DUNCAN (5%)		T1	72.6 a	9.30 a
		T1/2	64.0 b	8.16 b
		T0	62.6 b	7.86 b

Tableau 1 : FERKE 1 / Parcelle 152B1 / 1990

Efficience de l'irrigation en début de cycle

Variété : C0449 , r2 Cycle : 14/12/89 au 04/12/90

Traitement (Ecart)		T0	T1/2	(-T0)	T1	(-T0)
IRRIGATION	Dose nette (mm) Déc	63	63		63	
	Janv	21	63		103	
	Fev	0	42		126	
	Mars	168	168		168	
	Avril	42	42		42	
	Mai	84	84		84	
	Juin	0	0		0	
	Nov	0	0		0	
	Total	378	462	(+84)	588	(+210)
BILAN EAU	Pluie totale (mm)	1061	1061		1061	
	Pluie efficace (mm)	832	832		832	
	Irrigation efficace (mm)	367	451		572	
	ETR * (mm)	1179	1263	(+84)	1384	(+205)
	ETM * (mm)	1665	1665		1665	
	ETR/ETM * (%)	70,8	75,9		83,1	
	ETR/ETM 20/01 - 28/02 (%)	6,8	45,5		90,9	
RECOLTE	Tonnes Cannes / ha	62,6	64,0	(+1,4)	72,6	(+10,0)
	Richesse Pol%C	17,0	17,3		17,2	
	Pureté jus (%)	89,6	89,6		90,4	
	Sucre Extractible (%)	12,6	12,8		12,8	
	Fibres (%C)	14,7	14,6		14,4	
	Tonnes Sucre Extr. /ha	7,86	8,16	(+0,30)	9,30	(+1,44)
EFFICIENCE	en Canne (mm/tC/ha)					
	- globale ETR *	18,8	19,7		19,1	
	- irrigation nette		[60,0]		21,0	
	- irrig. efficace		[60,0]		20,5	
	en Sucre (kgSE/m3)					
	- globale ETR cycle	0,65	0,63		0,66	
	- irrigation nette		[0,36]		0,69	
	- irrig. efficace		[0,36]		0,70	

* jusqu'au 31/10/90 (avant sevrage)
[ ] indicatif, non significatif

Les richesses sont très élevées, en augmentation par rapport à l'année précédente (+1,1 Pol%C), ce que l'on peut attribué à un sevrage plus poussé (cannes moins hydratées, voir annexe 2) expliquant aussi le fait que la baisse des rendements en canne (-15,1 % en moyenne) soit plus prononcée qu'en sucre (-10,5 %).

S'il parait logique que la production des deux traitements rationnés soit inférieure à celle de T1, on peut par contre s'étonner du si faible écart entre T0 et T1/2, alors que ce dernier a bénéficié de 2 tours d'eau en plus au moment où T0 était fortement stressé.

L'examen de l'évolution des rendements de 89 à 90 au niveau de chaque parcelle élémentaire (annexe 2) montre que sur une partie de l'essai ceux-ci ont peu varié (ce qui s'accorde avec des conditions hydriques globalement peu différentes), tandis que sur une autre partie la baisse atteint 20 à 30%, sans rapport évident avec les régimes d'arrosage. En moyenne sur l'ensemble des blocs, il se trouve que la baisse en tSE/ha est moins forte sur T1 (-5%) que sur T1/2 (-12%) et T0 (-15 %), mais vu ces évolutions disparates, il n'est pas possible d'attribuer ces différences au seul facteur irrigation.

Cette anomalie des résultats de 90 , qui se traduit par d'importants "effets bloc", nous oblige à être très réservé dans la comparaison des moyennes des trois traitements et dans l'analyse des efficiences d'irrigation.

4 - EFFICIENCE DE L'IRRIGATION EN DEBUT DE CYCLE

- sur T1 : L'écart de production enregistré par rapport à T0 est non négligeable (+10 tC/ha et +1,44 tSE/ha), mais correspond à une efficience faible en canne (21 mm/tC/ha) et assez moyenne en sucre (0,7 kgSE/m3).

Rappelons qu'une partie des arrosages supplémentaires (+210 mm) dont a bénéficié T1 a eu lieu en fin de tallage et au tout début de la cannaison, après la fin de la saison fraiche.

- sur T1/2 : La faible différence de production avec T0 conduit à de très faibles efficiences qui paraissent tout à fait anormales.

- Sur T0 : Malgré une interruption des arrosages de presque 2 mois et un stress hydrique sévère de plus d'un mois, la culture s'en sort plutôt bien puisque l'efficience globale de l'eau sur le cycle est comparable à celle obtenue sur T1.

On constate donc à nouveau que, dans la mesure où la levée a été bien assurée, une jeune repousse peut subir un fort stress hydrique sans trop de dommage pour ses capacités de croissance ultérieure. Toutefois ce stress, en retardant le départ en cannaison, raccourcit la période de formation des entre-noeuds usinables et réduit donc les rendements .

5 - CONCLUSIONS

Des baisses de rendement disparates affectant une partie des microparcelles de l'essai nous conduisent à penser que les écarts de rendements obtenus ne résultent pas seulement de l'arrosage. Ainsi l'écart entre T0 et T1/2 apparaît anormalement faible.

Par ailleurs la période d'irrigation différenciée n'a pas été appliquée en tout début de cycle, mais s'est prolongée en fin de tallage et jusqu'au début de la phase de cannaison.

Ces anomalies ne nous permettent pas de tirer les conclusions attendues. On retiendra néanmoins les indications suivantes :

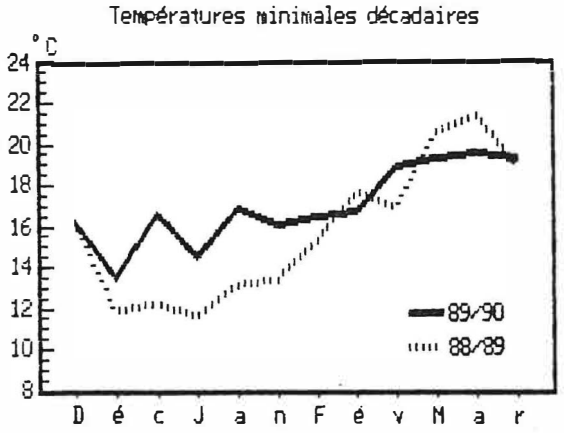
- La culture ayant subi un fort stress hydrique de plus d'un mois au stade tallage a bien surmonté ce stress et a ensuite valorisé l'eau des irrigations et des pluies avec une efficience comparable à celle obtenue sur la culture non stressée.

- Ce stress retarde le développement végétatif, en particulier le départ en cannaison, d'où un moindre rendement.

- A l'inverse, l'irrigation régulière assure un rendement plus élevé, mais avec une efficience paraissant faible (21 mm/tC/ha) à moyenne (0,7 kgSE/m3).

Annexe 1

Positionnement de la période de rationnement hydrique
par rapport à la somme des températures en 89 et 90

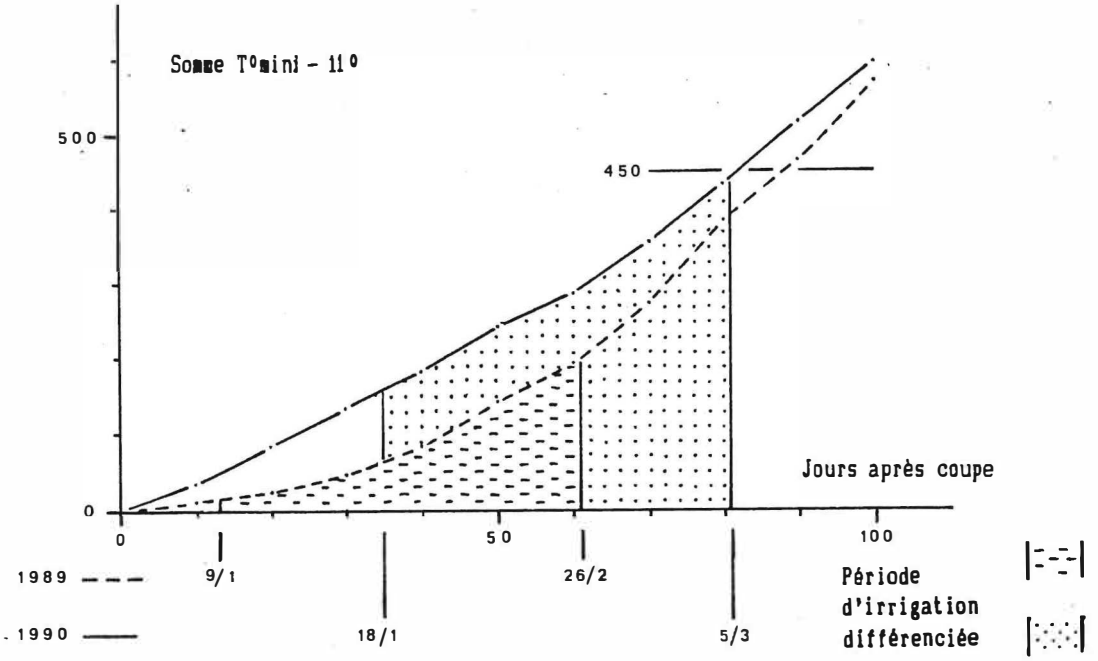


Au cours de la saison sèche 89-90 la fraicheur nocturne a été moins intense qu'en 88-89 (fig. de gauche), d'où un développement plus rapide de la végétation en début de cycle.

Des travaux antérieurs ont montré que le premier entre-noeud usinable termine sa croissance approximativement quand la somme des températures minimales au seuil de 11°C atteint 450°C.

En 90 ce seuil est atteint avec une avance de 6 jours par rapport à la coupe (figure ci-dessous), mais celle-ci ayant eu lieu 13 jours plus tôt qu'en 89, la différence au calendrier est de 19 jours : le 6/03 en 90 contre le 25/03 en 89.

Période d'arrêt des arrosages sur T0 par rapport à la somme des températures mini au seuil de 11° en 89 et 90



L'irrigation différenciée ayant commencé avec retard en 90, elle a pris fin au moment où le processus de cannaison était déja en cours sur T1, tandis qu'en 89 elle s'est achevée en pleine période de tallage, près d'un mois avant de début de la cannaison. Elle s'est par ailleurs étendue au-delà de la période fraiche (T° mini > 18 °C).

En 89 on avait pu observer que le stress hydrique subi par T0 en début de cycle avait légèrement retardé le départ en cannaison; on peut penser qu'en 90 ce retard a été plus grand.

EVOLUTION DES RENDEMENTS DE 1989 à 1990

RESULTATS MOYENS DE L'ESSAI :

	1989	1990	Ecart	
Pol %C	16,1	17,2	+1,1	
Fibres %C	13,9	14,6	+0,7	
Pureté %	91,0	89,9	-1,1	
TC/ha	78,2	66,4	-11,8	-15,1 %
TSE/ha	9,43	8,44	-0,99	-10,5 %

En 90 les cannes sont sensiblement plus riches en sucre et plus fibreuses. Ceci pourrait être la conséquence d'un sevrage plus long (40 jours contre 25 en 89 où 2 arrosages d'avant-coupe avaient été pratiqués). La teneur en matière sèche aurait ainsi progressé d'environ 31,7% à 33,7% , ce qui équivaut, à quantité de matière sèche constante, à une baisse du poids des tiges de 6% .

La plus forte baisse du rendement en poids de canne qu'en sucre semble donc s'expliquer par une plus grande déshydratation des cannes à la récolte.

EVOLUTION PAR TRAITEMENT ET ALIMENTATION HYDRIQUE :

	T1			T1/2			TO		
	89	90		89	90		89	90	
TC/ha	80,3	72,6	-10%	78,7	64,0	-19%	75,6	62,6	-17%
TSE/ha	9,76	9,30	-5%	9,29	8,16	-12%	9,23	7,86	-15%
Sat * %	77	78		72	71		68	67	

* Sat = taux de satisfaction hydrique sur le cycle cultural

La baisse en sucre est surtout marquée sur les 2 traitements rationnés en eau en début de cycle (TO et T1/2), alors que sur T1 elle demeure compatible avec une baisse liée au vieillissement de la culture (passage de 1.e en 2.e repousse).

De façon globale, l'alimentation hydrique a quantitativement peu varié d'une année à l'autre (et ne peut donc justifier des baisses de 12 à 15% en sucre), par contre, qualitativement, le fait que le stress hydrique subi par TO et T1/2 ait été plus tardif en 90 et se soit étendu jusqu'en début de cannaison a pu pénaliser ces traitements (départ en cannaison plus tardif).

VARIATIONS AU NIVEAU DES PARCELLES ELEMENTAIRES :

Sur le tableau suivant on observe que les rendements en TSE/ha n'ont pas évolué de façon régulière. Pour la majeur partie des parcelles ils ont peu varié (± 10%) quand sur d'autres la baisse atteint 20 à 30%, et ceci indépendamment des traitements. Ces anomalies

expliquent les forts effets blocs obtenus en 90, qui n'existaient pas en 89, et discréditent les moyennes.

Rendements en TSE/ha de 90 en % de ceux de 89

Bloc	1	2	3	4	5	6	7
	T1	T1/2	T0	T1	T1	T0	T1/2
	88%	107%	91%	124%	106%	78%	95%
	T0	T1	T1/2	T1/2	T0	T1	T0
	74%	93%	105%	93%	76%	68%	86%
	T1/2	T0	T1	T0	T1/2	T1/2	T1
	71%	95%	99%	94%	80%	82%	81%

Les variations se groupant par zones géographiques, cela peut faire penser à un effet du sol. La zone de l'essai présente sur ce plan une assez forte hétérogénéité, avec par endroit des terrains peu favorables (battance, blocs de cuirasse), mais il ressort que sur des zones en apparence peu favorables les rendements ont augmenté (bloc 3) alors que sur d'autres ayant donné de bons rendements en 89 la chute est sévère (bloc 6, -25 tC/ha !).

A la vue des résultats des blocs 2 à 4, on ne peut pas non plus suspecter un arrière effet du rationnement pratiqué en 89.

Nous n'avons pas d'explication satisfaisante à ces évolutions disparates. Signalons toutefois que l'engrais azoté avait été dosé et apporté manuellement par micro-arcelle en 89, tandis qu'il a été épandu mécaniquement sur l'ensemble du champ en 90 (sans garantie sur la régularité de l'épandage).

IDESSA-DCI-FCS 08/04/91
N° 149/91/QP

EFFICIENCE DE L'IRRIGATION D'AVANT-COUPE

< Ferké 1, B1-12, campagne 90-91 >

1 - BUT, DISPOSITIF

Evaluer l'efficience de l'irrigation pratiquée en avant-coupe, en saison sèche froide (décembre-janvier), sur une culture de fin de campagne et apprécier les conséquences d'un rationnement des apports. Durant cette période, les 3 traitements suivants ont été différenciés:

T1 : irrigation visant à satisfaire les besoins en eau de la culture ; ETM supposée égale à 80% de l'évaporation du bac classe A; dernier arrosage 1 mois avant la coupe,
T1/2 : par rapport à T1, un arrosage sur deux n'est pas effectué,
T0 : dernier arrosage 3 mois avant la coupe .

L'essai a été réalisé sur la parcelle industrielle B1-12 , variété M3145, première repousse du 23/02/90 au 28/02/91.

Dispositif en blocs de Fisher à 6 répétitions. Chaque traitement correspond à une maille du réseau d'irrigation par aspersion (19mX18m, dose nette 42mm). D'autres précisions concernant les conditions de culture et le climat sont données dans l'annexe 1 .

2 - ALIMENTATION HYDRIQUE

Le taux de satisfaction hydrique (sat) déterminé par bilan hydrique simulé (Tab. 2, Fig.1) permet d'apprécier les conditions d'alimentation en eau par les pluies et les arrosages sur chaque traitement.

- Avant la saison des pluies :

La culture n'a bénéficié que de 2 irrigations (mars). Jusqu'au 8 juin, les pluies bien que relativement importantes, n'ont pas été tout à fait suffisantes pour couvrir les besoins en eau de la culture. On peut observer (illustration à l'annexe 2) que les entre-noeuds formés à cette période ne sont pas des plus longs et présentent des irrégularités.

- Après la saison des pluies : (tableau 1)

la sécheresse a commencé à se manifester fin octobre, mais les arrosages ont repris dès le début novembre. Au cours de la période d'irrigation différenciée, les besoins en eau ont été satisfaits à 83% sur T1 contre 47% sur T1/2 et 13% sur T0. Le sevrage a duré environ 3 mois pour T0 contre 1 mois pour T1.

Sur T0 la culture ne s'est pas totalement dessèchée comme c'est parfois le cas sur certains champs de fin. A la récolte, elle était encore relativement verte, même si les feuilles étaient le plus souvent très fanées. Cette bonne résistance à la sécheresse provient probablement de la

Tableau 1 : Hauteurs d'eau (mm) reçues au cours des 4 derniers mois

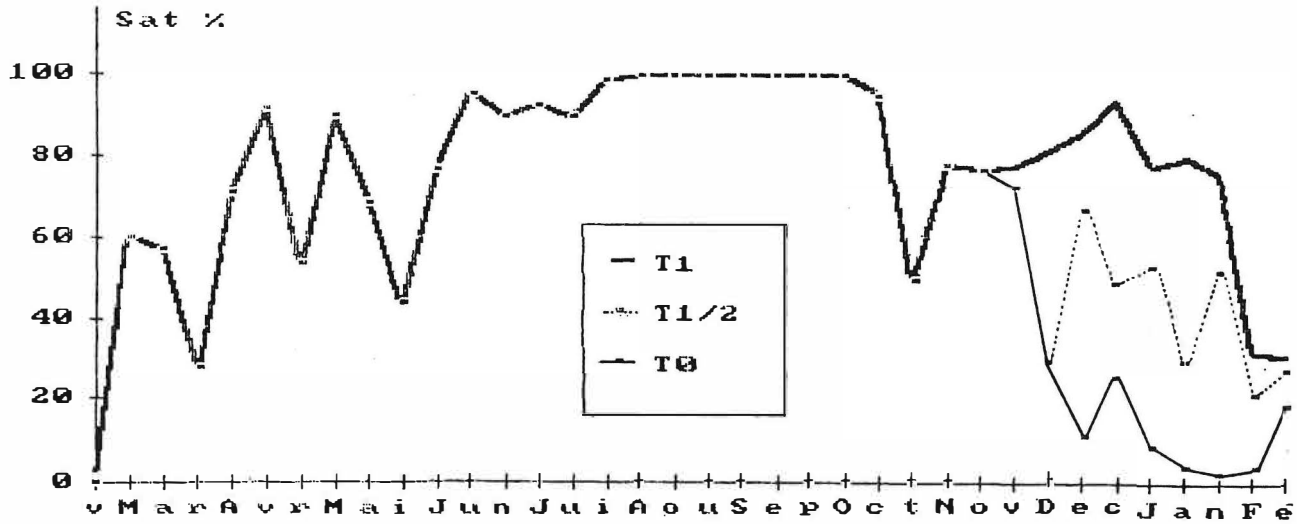
	Nov	Déc	Janv	Fév	Total
Pluie	37	20	0	21	78
Irrigation					
T1	126	84	126	0	336
T1/2	84	42	84	0	210
T0	84	0	0	0	84

Tableau 2 : Bilan hydrique sur le cycle cultural

Pluie totale : 1231 mm
Pluie efficace : 974 mm
ETM : 1874 mm

	T0	T1/2	T1
Irrigation nette (mm)	166	292	418
Irrigation efficace (mm)	166	292	418
ETR cycle (mm)	1134	1259	1384
Taux de satisfaction (%)			
cycle	61	67	74
Décembre-janvier	13	47	83
Décembre-récolte	12	38	63

Figure 1 : Taux de satisfaction hydrique (pour une RU de 100mm)



qualité du sol (argileux et profond). Notons que la culture a quand même bénéficié de 162 mm d'eau après le 1er novembre et a été environnée de cannes irriguées.

3 - CROISSANCE DES TIGES

Les résultats des mesures réalisées pour apprécier la taille des tiges à la fin de la saison des pluies (26/10) et déterminer leur croissance ultérieure sont présentés en détail dans l'annexe 2.

- Floraison :

Tout comme l'année précédente, la floraison a été abondante , environ les 2/3 des tiges ont formé un bourgeon floral. Elle est tardive et dispersée, s'étalant de fin octobre à février, avec un maximum fin novembre. Pour les tiges les plus tardives, le bourgeon floral a souvent avorté.

- Croissance après le 26/10 sur T1 :

Pour les tiges fleuries, le nombre d'entre-noeuds formés dépend de la précocité de la floraison, il varie de 0 à 6. Pour les tiges non fleuries, 8 à 9 entre-noeuds usinables ont été formé en 4 mois, mais ils sont petits et ne représentent que 60 à 70 cm dans les meilleurs des cas (0,4 à 0,6 cm/j).

En moyenne le segment de tige usinable formé après le 26/10 est donc peu important (31 cm en longueur) comparé aux 2,8 m de tige formée en saison des pluies.

- Influence de l'irrigation d'avant-coupe :

Compte-tenu du fort taux de floraison et de la faible vitesse de croissance des tiges non fleuries, l'essentiel du rendement était acquis dès la fin octobre. L'irrigation d'avant-coupe a donc peu contribué à l'augmentation du tonnage en canne (environ 6 à 7% sur T1).

Inversement le stress hydrique subit par T0 après la fin novembre n'a pu entrainé qu'un très faible déficit de croissance. Nos mesures indiquent en effet que les écarts sont réduits (non significatifs).

4 - MATURATION

	Brix %J	Pureté %	Fibres%C	Pol%C	S.E.%C
12/11/90 *	19,0	83,8	11,66	13,88	9,72
20/11/90 *	19,7	86,1	11,40	14,32	10,29
05/01/91 *	22,2	89,2	13,45	16,15	11,90
28/02/91 **	22,9	88,1	12,56	16,71	12,27

(* échantillon "moyen", ** moyenne de T1 après brûlage)

Début novembre la qualité des cannes était encore médiocre, puis s'est progressivement améliorée. Au cours de la saison sèche la culture a donc accumulé des quantités appréciables de saccharose. En supposant un rendement constant en canne de 100 t/ha depuis le 12/11, cette accumulation serait de 2,8 t de Pol/ha et de 2,6 tSE/ha) en 3,5 mois.

5 - RESULTATS DE LA RECOLTE

- Qualités technologiques :

Les différences observées (tableau ci-après) bien qu'importantes en Pol et en Sucre extractible ne sont pas statistiquemnt significatives du fait de la grande variabilité des résultats d'un bloc à l'autre.

	Pol %C	Pur %	Fibr %C	S.E.%C
T1	16,7	88,1	12,6	12,3
T1/2	15,4	86,0	12,1	11,1
T0	15,7	85,0	12,5	11,2
ET	1,2	2,9	0,6	1,2

Cette variabilité pourrait reflèter, au travers d'un échantil-lonage de taille réduite (12 tiers de tige), l'hétérogénéité de la population de cannes. Suivant qu'elles ont fleuri ou pas, que cette floraison ait été plus ou moins précoce, qu'elles portent ou non des lalas, qu'elles sont couchées ou dressées, les tiges d'un même traitement ont probablement des qualités de jus assez différentes.

En moyenne cette qualité est bonne sur T1 et passable sur T0 et T1/2.

- Rendements en canne et en sucre extractible :

	TC/ha		TSE/ha	
	brut	corrigé	brut	corrigé
T1	100,0	101,3 a	12,31	12,45 a
T1/2	98,5	97,1 a	10,91	10,74 ab
T0	88,2	88,2 b	9,85	9,84 b
Proba. Trait.%	5,3 ns	0,6 s1%	12,1 ns	3,7 s5%
Proba Bloc %	7,1 ns	0,9 s1%	73,6 ns	56,7 ns
Ecart Type	7,8	5,5	1,87	1,50
CV %	8,2	5,8	16,9	13,6

(a,b : Test de Duncan 5%)

Bien que les écarts entre T1 et T0 soient importants, l'essai est à peine significatif tC/ha (probabilité= 5,3%) et non significatif en tSE/ha.

Comme lors de la récolte précédente, il apparaît que les parcelles situées le plus près de l'antenne d'irrigation ont eu des rendements en canne plus élevés. Les moyennes en s'éloignant de l'antenne ont été de 100 , 93 et 93 tC/ha (contre 116 97 et 95 en 89/90).

Nous avons recalculé les rendements en retranchant cet effet "position", ce qui au plan statistique n'est pas totalement rigoureux (le dispositif n'étant pas en carré latin). L'analyse de ces rendements corrigés fait apparaître une amélioration du coefficient de variation. Les écarts entre traitemnts sont peu modifiés, mais deviennent significatifs.

Les mesures de croissance ont montré que le traitement T1 n'a pu avoir par rapport à T0 qu'un faible supplément de croissance ne dépassant pas quelques tC/ha, et donc bien inférieur à l'écart mesuré (12 à 13 tC/ha). Nous sommes alors conduits à penser que la différence résulterait d'une déshydratation des tiges plus poussée sur T0 du fait du plus long sevrage. Le traitement T1/2 se situe logiquement en position intermédiaire.

Ce sevrage prolongé sur T0 ou en "dents de scie" sur T1/2 expliquerait également la moindre qualité des jus, qui pourrait résulté d'un arrêt plus précoce de l'accumulation du saccharose suivi d'un début de dégradation de ces réserves.

6 - EFFICIENCE DE L'EAU

- Efficience globale (par rapport à l'ETR cycle) :

en mm/tC/ha	T1 : 13,7	T1/2 : 13,0	T0 : 12,9
en kgSE/m3	T1 : 1,11	T1/2 : 1,17	T0 : 1,15

Cette culture d'un bon niveau de rendement, qui a pourtant été peu irriguée, a très bien valorisé l'eau reçue (forte croissance tout au long de la saison des pluies), d'où des efficiences globales élevées.

- Efficience de l'irrigation après la fin novembre :

en mm/tC/ha	T1-T0 : 19,2	T1/2-T0 : 14,2	T1-T1/2 : 30,0
en kgSE/m3	T1-T0 : 1,04	T1/2-T0 : 0,72	T1-T1/2 : 1,36

L'irrigation apportée sur T1 après la fin novembre a eu une efficience peu élevée en rendement canne mais une bonne efficience en sucre

Vis à vis de T1/2 il convient d'être plus réservé compte-tenu des moindres écarts d'irrigation et de rendement. Les valeurs obtenues pourraient s'interpréter de la façon suivante : les 3 arrosages sur T1/2 ont permis d'éviter une baisse du tonnage en canne (forte efficience en tC/ha) mais n'ont pas suffi pour obtenir une bonne maturation (moindre efficience en sucre que sur T1).

7 - CONCLUSION

L'irrigation d'avant-coupe sur cette culture de M3145 récoltée fin février n'a que peu contribué à accroître la taille des tiges (importante floraison et faible croissance des tiges âgées). Par contre elle a permis une meilleure accumulation du sucre et évité, semble-t-il, une deshydratation des cannes. Il en résulte une bonne efficience en sucre (1,0 kgSE/m3) alors qu'en canne elle est plutôt faible (19 mm/tc/ha).

Même sur cette parcelle, où la canne a apparemment assez bien résisté au dessèchement, l'arrêt précoce des irrigations d'avant-coupe (fin novembre) apparaît donc préjudiciable (-13 tC/ha et -2,6 tSE/ha) ainsi que des arrosages trop espacés (T1/2). L'arrosage tel que pratiqué sur T1 (0,7 Ev.bac A et dernier arrosage 1 mois avant récolte) semble donc le plus indiqué pour assurer une bonne maturation et préserver le tonnage d'une culture de fin de campagne.

CONDITIONS CLIMATIQUES

	Températures Mini	Maxi	H.R. à 12h	Insol. h	Bac A mm	Pluie mm
Mars 90	18,6	37,1	25,0	217	282	16
Avril	23,4	34,6	59,4	189	201	125
Mai	22,6	33,4	60,5	247	198	110
Juin	22,1	30,4	66,2	212	150	131
Juillet	21,5	30,4	68,4	167	151	209
Aout	21,7	29,8	75,4	132	133	310
Septembre	21,8	30,5	71,6	175	135	183
Octobre	21,1	32,4	65,2	245	155	69
Novembre	20,4	33,6	55,9	244	156	37
Décembre	17,5	33,7	36,7	222	178	20
Janvier 91	15,6	36,0	25,7	241	222	0
Février	19,8	36,6	31,4	235	217	21

Les données de température, d'hygrométrie (H.R.) et d'insolation sont celles de la station IDESSA de Ferké (environ 20 km), celle de Ferké 1 étant incomplètes pour les derniers mois.

CONDITIONS DE CULTURE

- Arrosage par aspersion (sprinklers)

Au cours de la période d'irrigation différenciée, les apports sont faits uniquement le jour (respect des durées, contrôle). Toutes les micro-parcelles d'un même traitement sont arrosées simultanément.

Des fuites le long de l'antenne principale ont entretenu des zones d'engorgement en bordure de la parcelle. Il n'est pas impossible qu'une fraction de cette eau soit parvenue par écoulement latéral souterrain au delà de la bordure (12m), jusqu'à la première ligne de micro-parcelles de l'essai.

- Fertilisation : (mars) 115 N, 45 P205, 180 K20

Annexe 2

ETUDE DE LA CROISSANCE ET DE LA FORMATION DES TIGES USINABLES

METHODOLOGIE

Le 25/10/90 (fin de la saison des pluies), pour les 3 traitements nous avons marqué le sommet du dernier entre-noeud (EN) formé (EN 7) sur une trentaine de tiges réparties sur les blocs 2 et 5. La croissance à l'ochréa et la floraison ont été suivies au cours de la saison sèche. A la récolte, les caractéristiques des segments de tige usinable formés avant et après le 25/10 ont été mesurés.

FLORAISON

Tout comme l'an dernier, cette variété réputée pour fleurir peu, a ici fleuri en abondance (tableau 1). Environ 70% des tiges ont développé un bourgeon floral, dont 50% qui ont émis une fleur et 20% dont l'inflorescence n'était pas encore sortie à la récolte (27/02) ou avait avorté.

Tableau 1 : Pourcentage de floraison

Traitement (nbr.de tiges)	T1 (30)		T1/2 (25)		T0 (25)	
Fleurs sorties	56		48		44	
Floraison en cours ou avortée	17	73	24	72	24	68
Tiges non fleuries	27		28		32	

Une grande partie des fleurs est apparue en novembre et décembre, mais les premières sont sorties dès la fin octobre et les plus tardives en février. Ceci fait que la population des tiges est devenue en fin de cycle très hétérogène.

La comparaison des caractéristiques moyennes de l'ensemble de la population (tab.3) et des seules tiges non fleuries (tab.4) montre que ces dernières étaient au 25/10, en moyenne, un peu moins longues, moins grosses et avaient moins d'EN que les tiges fleuries. Il apparaît que les tiges primaires bien développées et en position dominante ont fleuri dans une plus grande proportion que les tiges secondaires (moins d'EN) et que les tiges plus fines plus ou moins dominées.

CROISSANCE DES TIGES

- Tiges non fleuries :

Vu l'importance du taux de floraison, les tiges non fleuries sont peu nombreuses et constituent donc un échantillon de (trop) faible taille.

Toutes ces tiges n'ayant pas été dans de bonnes conditions de croissance, nous avons cherché à déterminer approximativement la croissance obtenue après le 25/10 dans les meilleurs des cas. Les valeurs données dans le tableau 2 sont comparées à la croissance avant le 25/10, en considérant que la cannaison a débuté vers le 10 avril (45 jours) et que le 10 février marque la fin de la croissance du fait du sevrage.

Tableau 2 : Croissance (maximale) des tiges non fleuries.

Période	10/04/90 au 25/10/90	25/10/90 au 10/02/91	
jours	197	107	(35%)
Entre-noeuds	20,0	8,5	(30%)
EN/mois	3,1	2,4	
Longueur (cm)	270	65	(19%)
cm/j	1,4	0,6	
Poids (g)	1250	210	(14%)
g/j	6,3	2,0	

(% du total des 2 périodes)

La tige usinable s'est principalement formée avant le 25/10. Après cette date le potentiel de croissance est faible, le rythme d'émission des feuilles se ralentit, les EN sont plus courts et moins gros. La tige 2 représentée sur la page suivante illustre ce comportement. On observe qu'en général les tiges couchées (cas de la tige 1) ont plus grandi que les tiges dressées.

- Tiges fleuries :

Pour les tiges les plus précoces, le dernier EN formé au 25/10 (ainsi que tous les EN en cours de formation : n° 6,5,4) faisait déja partie de la hampe florale. La tige usinable était donc finie dès la mi-octobre.

La tiges ayant émis une fleur ont le plus souvent formé après le 25/10 entre 1 et 3 EN (cas de la tige 3), alors que les tiges plus tardives ont donné 3 à 6 EN.

La croissance après le 25/10 a donc été très variable suivant la précocité de la floraison, allant de "-10 cm" à +50 cm en longueur.

- Moyenne de la population : (tab. 3)

Sur le traitement T1 irrigué en fin de cycle, la croissance après le 25/10 ne représente que 10 % de la longueur totale (31 cm) et 6,5% du poids récolté (99 g).

L'essentiel du rendement en canne était donc déja élaboré à la fin de la saison des pluies. L'irrigation d'avant-coupe n'a pu apporter qu'un très faible supplément de croissance.

COMPARAISON DE LA CROISSANCE SUR LES 3 TRAITEMENTS

Au 25/10, les 3 échantillons forment des populations relativement homogènes (coefficient de variation < 11% pour la longueur et les EN) de moyennes comparables (tab. 3). Les segments de tige formés après le 25/10 ont au contraire des tailles très variables (CV > 60%), ce qui ne permet pas de comparer valablement les moyennes. On ne perçoit pas de différence nette entre T1 et T0, même en ne considérant que les tiges non fleuries (tab.4).

Les mesures de croissance à l'ochréa des tiges non fleuries (tab.5) montre que celle-ci a été un peu plus élevée sur T1, notamment au cours de la période d'irrigation différenciée. Mais l'écart est faible (16 cm entre T0 et T1) et résulte sans doute en partie d'une plus forte réduction de la taille des gaines sur T0 (d'où également moins d'ochréas nouveaux).

CONCLUSION

Ces mesures nous permettent de penser que le supplément de croissance permis par l'irrigation après la fin novembre est très faible, pour 2 raisons :

- Le fort taux de floraison (tige usinable terminée avant cette date),
- La faible vitesse de croissance des tiges non fleuries après la fin de la saison des pluies.

Tableau 3 et 4 : Caractéristiques des segments de tige formés avant le 25/10 (P1) et après (P2), et des tiges usinables (U) pour les 3 traitements.

Tableau 3 : Moyenne de la population (tiges fleuries et non fleuries)

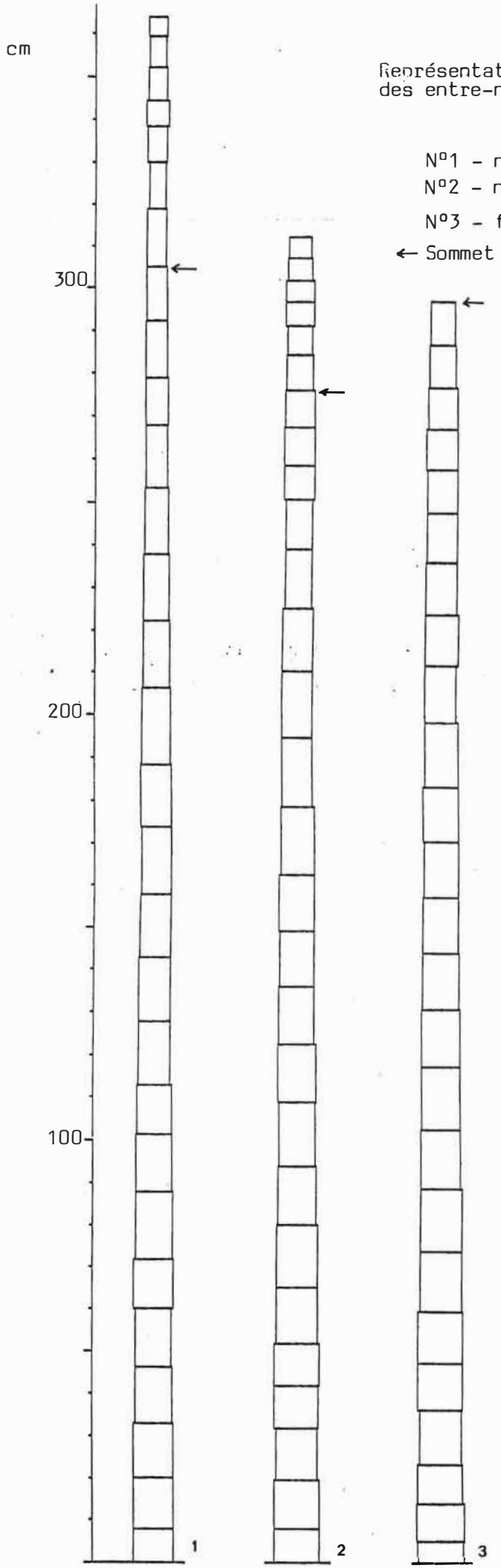
Traitement:	T1			T1/2			T0		
	P1	P2	U	P1	P2	U	P1	P2	U
E.N.	21,3	3,8	25,1	21,3	4,9	26,2	21,7	3,8	25,5
Long.(cm)	281	31	312	276	31	307	284	26	310
Poids (g)	1435	99	1534	1412	101	1513	1487	77	1564

Tableau 4 : tiges non fleuries (nombre)

Traitement:	T1 (9)			T1/2 (7)			T0 (7)		
	P1	P2	U	P1	P2	U	P1	P2	U
E.N.	20,3	7,7	28,0	19,7	8,4	28,1	20,4	7,2	27,6
Long.(cm)	273	59	332	259	46	305	275	49	324
Poids (g)	1298	192	1490	1214	164	1378	1249	146	1395

Tableau 5 : Croissance à l'ochréa des tiges non fleuries

Traitement (nbre de tiges)	T1 (9)	T1/2 (7)	T0 (7)
Croissance en hauteur (cm)			
du 25/10 au 14/12	28	21	22
du 14/12 au 16/01	16	13	6
total	44	34	28
Ochréas nouveaux			
du 25/10 au 14/12	3,8	4,0	4,0
du 14/12 au 16/01	2,3	1,6	0,9
total	6,1	5,6	4,9



Représentation en longueur et en section des entre-noeuds de 3 tiges

N°1 - non fleurie, couchée
N°2 - non fleurie, dressée
N°3 - fleurie, dressée
← Sommet de l'entre-noeud 7 du 25/10/90

ANNEXE

BILAN HYDRIQUE :

L' ETR (évapotranspiration réelle) représente la hauteur d'eau véritablement utilisée par la culture. Elle a été évaluée par calcul à l'aide d'un logiciel de bilan hydrique simulé (BHJ) adapté à la canne à sucre. Il est basé sur une modélisation simple décrite dans la notice de présentation du programme BHJC.

l' ETR a été calculée non pas par le polynome d'Eagleman, mais par la fonction "sinus". Les besoins en eau de la culture (ETM = évapotranspiration maximale) sont déterminés à partir de l'évaporation du bac classe A (situé au parc météo de Ferké 1) et de coefficients culturaux. Ceux-ci progressent de 0,5 en début de cycle à 1,0 lorsque la couverture du sol est complète. En fin de cycle, après la floraison, la valeur de 0,8 a été adoptée.

La pluie efficace représente la part des précipitations sensée avoir été utilisée sous forme d'ETR par la culture (le reste étant perdu par drainage). Elle a été évaluée en recalculant le bilan hydrique sans les irrigations, et est égale pour les 3 traitements.

La différence d'ETR entre T1 ou T1/2 et le témoin T0 représente le supplément d'irrigation efficace.

EFFICIENCES :

Efficience globale de l'eau (pluie et irrigation) = Rendement / ETR

elle concerne l'ensemble du cycle; la période de sevrage a parfois été exclue (en tonnage canne pour les cannes de début).

Efficience du supplément d'irrigation apportée durant la période d'irrigation différenciée : se calcule (pour Ti) par différence avec T0

Efficience de l'irrigation efficace :

$$= (Rdt(Ti) - Rdt(T0)) / (ETR(Ti) - ETR(T0))$$

Efficicence de l'irrigation nette apportée (Ir) :

$$= (Rdt(Ti) - Rdt(T0)) / (Ir(Ti) - Ir(T0))$$

En sucre ces efficiences sont exprimées en kg SE / m3 (d'eau)
En canne nous avons utilisé les ratios inverses qui s'expriment en mm/(tC/ha)

SUCRE EXTRACTIBLE :

$$SE\ \%C = 0,84 (Pol\ \%C (1,6 - 60 / Pureté\ \%) - 0,06\ Fibres\ \%C)$$